

# ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

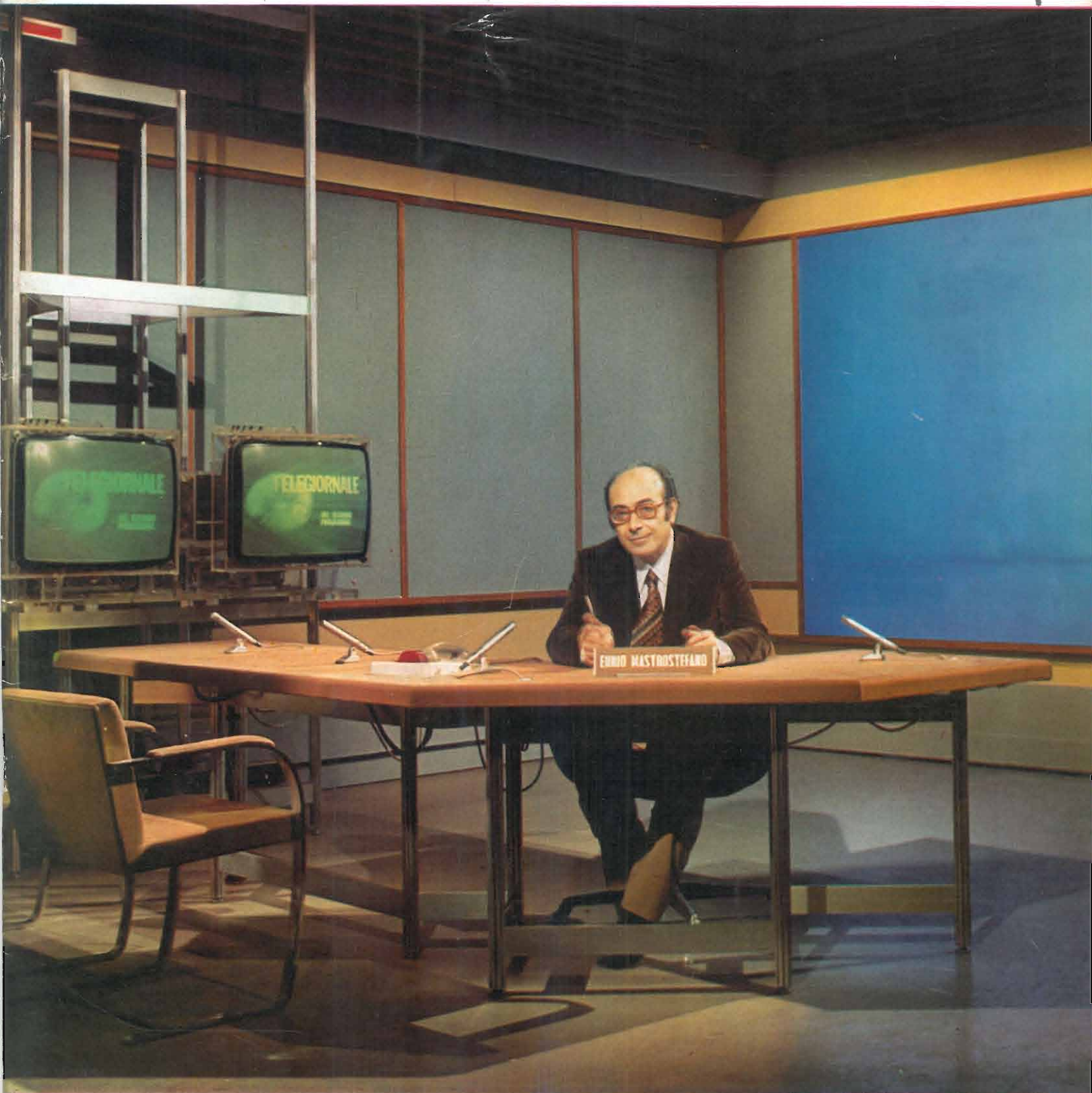
16 106 1973

SP

419

*[Handwritten signature]*

A CURA DELLA RAI E DELLA STET - EDIZIONI ERI - ANNO XXII - NUMERO 3 - 1973 - L. 500



Studio TV11 di Roma, usato per la trasmissione del Telegiornale, con pannello blu per chroma-key. (v. p. 82).





# Supertester 680 R / R come Record !!

II SERIE CON CIRCUITO RIBALTABILE!!

4 Brevetti Internazionali - Sensibilità 20.000 ohms x volt

STRUMENTO A NUCLEO MAGNETICO schermato contro i campi magnetici esterni!!!

Tutti i circuiti Voltmetrici e amperometrici di questo nuovissimo modello 680 R montano

RESISTENZE A STRATO METALLICO di altissima stabilità con la PRECISIONE ECCEZIONALE DELLO 0,5%!!

IN QUESTA NUOVA SERIE IL CIRCUITO STAMPATO PUÒ ESSERE RIBALTATO SENZA ALCUNA

DISSALDATURA E CIÒ PER FACILITARE L'EVENTUALE SOSTITUZIONE DI QUALSIASI COMPONENTE!



Record di ampiezza del quadrante e minimo ingombro! (mm. 128x95x32)

Record di precisione e stabilità di taratura! (1% in C.C. - 2% in C.A.)

Record di semplicità, facilità di impiego e rapidità di lettura!

Record di robustezza, compattezza e leggerezza! (300 grammi)

Record di accessori supplementari e complementari! (vedi sotto)

Record di protezioni, prestazioni e numero di portate!

## 10 CAMPI DI MISURA E 80 PORTATE !!!

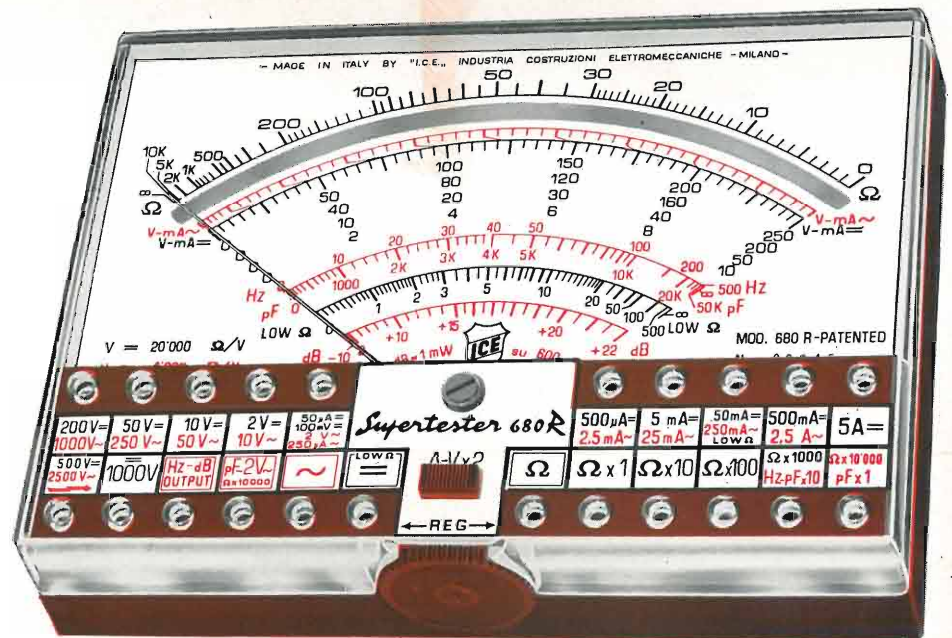
- VOLTS C.A.: 11 portate: da 2 V. a 2500 V. massimi.
- VOLTS C.C.: 13 portate: da 100 mV. a 2000 V.
- AMP. C.C.: 12 portate: da 50  $\mu$ A a 10 Amp.
- AMP. C.A.: 10 portate: da 200  $\mu$ A a 5 Amp.
- OHMS: 6 portate: da 1 decimo di ohm a 100 Megaohms.
- REATTANZA: 1 portata: da 0 a 10 Megaohms.
- CAPACITÀ: 6 portate: da 0 a 500 pF - da 0 a 0,5  $\mu$ F e da 0 a 50.000  $\mu$ F in quattro scale.
- FREQUENZA: 2 portate: da 0 a 500 e da 0 a 5000 Hz.
- V. USCITA: 9 portate: da 10 V. a 2500 V.
- DECIBELS: 10 portate: da -24 a +70 dB.

Inoltre vi è la possibilità di estendere ancora maggiormente le prestazioni del Supertester 680 R con accessori appositamente progettati dalla I.C.E. Vedi illustrazioni e descrizioni più sotto riportate. Circuito elettrico con speciale dispositivo per la compensazione degli errori dovuti agli sbalzi di temperatura.

Speciale bobina mobile studiata per un pronto smorzamento dell'indice e quindi una rapida lettura. Limitatore statico che permette allo strumento indicatore ed al raddrizzatore a lui accoppiato, di poter sopportare sovraccarichi accidentali od erronei anche mille volte superiori alla portata scelta!!!

Strumento antiurto con speciali sospensioni elastiche. Fusibile, con cento ricambi, a protezione errate inserzioni di tensioni dirette sul circuito ohmetro. Il marchio «I.C.E.» è garanzia di superiorità ed avanguardia assoluta ed indiscussa nella progettazione e costruzione degli analizzatori più completi e perfetti.

**PREZZO SPECIALE** propagandistico L. 14.850 franco nostro stabilimento completo di puntali, pila e manuale d'istruzione. Per pagamenti all'ordine, od alla consegna, **omaggio del relativo astuccio** antiurto ed antimacchia in resinpelle speciale resistente a qualsiasi strappo o lacerazione. Detto astuccio da noi **BREVETTATO** permette di adoperare il tester con un'inclinazione di 45 gradi senza doverlo estrarre da esso, ed un suo doppio fondo non visibile, può contenere oltre ai puntali di dotazione, anche molti altri accessori. Colore normale di serie del SUPERTESTER 680 R: **amaranto**; a richiesta: grigio.



## IL TESTER PER I TECNICI VERAMENTE ESIGENTI !!!

## ACCESSORI SUPPLEMENTARI DA USARSI UNITAMENTE AI NOSTRI "SUPERTESTER 680"



### PROVA TRANSISTORS E PROVA DIODI

**Transtest MOD. 662 I.C.E.** Esso può eseguire tutte le seguenti misure: Ico (Ico) - Iebo (Ieo) - Iceo - Ices - Icer - Vce sat - Vbe hFE ( $\beta$ ) per i TRANSISTORS e Vf - Ir per i diodi. Minimo peso: 250 gr. - Minimo ingombro: 128 x 85 x 30 mm. - Prezzo L. 8.200 completo di astuccio - pila - puntali e manuale di istruzione.



### VOLTMETRO ELETTRONICO

con transistori a effetto di campo (FET) MOD. I.C.E. 660. Resistenza d'ingresso = 11 Mohm - Tensione C.C.: da 100 mV. a 1000 V. - Tensione piccolo-picco: da 2,5 V. a 1000 V. - Ohmetro: da 10 Kohm a 10000 Mohm - Impedenza d'ingresso P.P. = 1,6 Mohm con circa 10 pF in parallelo - Puntale schermato con commutatore incorporato per le seguenti commutazioni: V-C.C.; V-picco-picco; Ohm. Circuito elettronico con doppio stadio differenziale. - Prezzo netto propagandistico L. 14.850 completo di puntali - pila e manuale di istruzione.



### TRASFORMATORE I.C.E.

MOD. 616 per misure amperometriche in C.A. Misure eseguibili: 250 mA. - 1-5-25-50 e 100 Amp. C.A. - Dimensioni 60 x 70 x 30 mm. - Peso 200 gr. - Prezzo netto L. 4.800 completo di astuccio e istruzioni.

### AMPEROMETRO A TENAGLIA

**Amperclamp** per misure amperometriche immediate in C.A. senza interrompere i circuiti da esaminare - 7 portate: 250 mA., 2,5-10-25-100-250 e 500 Amp. C.A. - Peso: solo 290 grammi. Tascabile! - Prezzo L. 9.400 completo di astuccio, istruzioni e riduttore a spina Mod. 29.

### PUNTALE PER ALTE TENSIONI

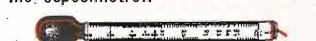
MOD. 18 I.C.E. (25000 V. C.C.)



Prezzo netto: L. 3.600

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

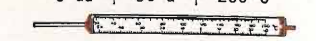
a due scale da 2 a 200 Lux e da 200 a 20.000 Lux. Ottimo pure come esposimetro!!



Prezzo netto: L. 4.800

### SONDA PROVA TEMPERATURA

istantanea a due scale: da -50 a +40 °C e da +30 a +200 °C



Prezzo netto: L. 8.200

### SHUNTS SUPPLEMENTARI (100 mV.)

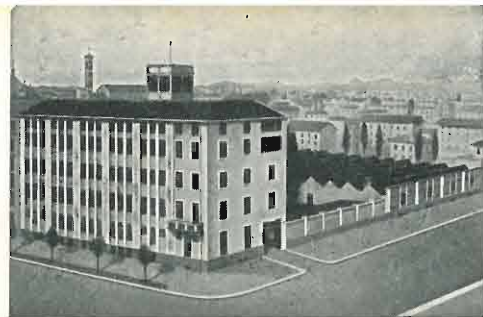
MOD. 32 I.C.E. per portate amperometriche: 25-50 e 100 Amp. C.C.



Prezzo netto: L. 2.900 cad.

OGNI STRUMENTO I.C.E. È GARANTITO. RICHIEDERE CATALOGHI GRATUITI A:

I.C.E. VIA RUTILIA, 19/18 20141 MILANO - TEL. 531.554/5/6



SEDE DELLA SOCIETÀ

ING. S. & DR. GUIDO BELOTTI  
PIAZZA TRENTO, 8  
20135 MILANO

Posta : 20135 - MILANO  
Telefoni : 54.20.51 (5 linee)  
(Prefisso 02) 54.33.51 (5 linee)  
Telex : 32481 BELOTTI  
Telegrammi: INGBELOTTI-MILANO

UFFICI: C.P.  
ROMA - VIA LAZIO 6 - TEL. (06) 46.00.53/4 - 00187  
NAPOLI - VIA CERVANTES 55 - TEL. (081) 32.32.79 - 80133

# STRUMENTI PER MISURE ELETTRICHE

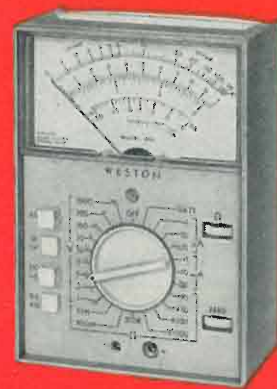


Fig. 2 - Tester portatile



Fig. 3 - Wattmetro portatile



Fig. 4 - Contatore campione portatile



Fig. 5 - Galvanometro portatile



Fig. 6 - Oscilloscopio



Fig. 7 - Misuratore di isolamento tascabile



Fig. 8 - Ponte per misure d'ammettanza VHF



Fig. 9 - Misuratore di terre ad azzerramento



Fig. 10 - Ponte universale per misure di resistenze capacità induttanze RF



Fig. 11 - Milliampmetro registratore



## I segnali "difficili" memorizzati qui!

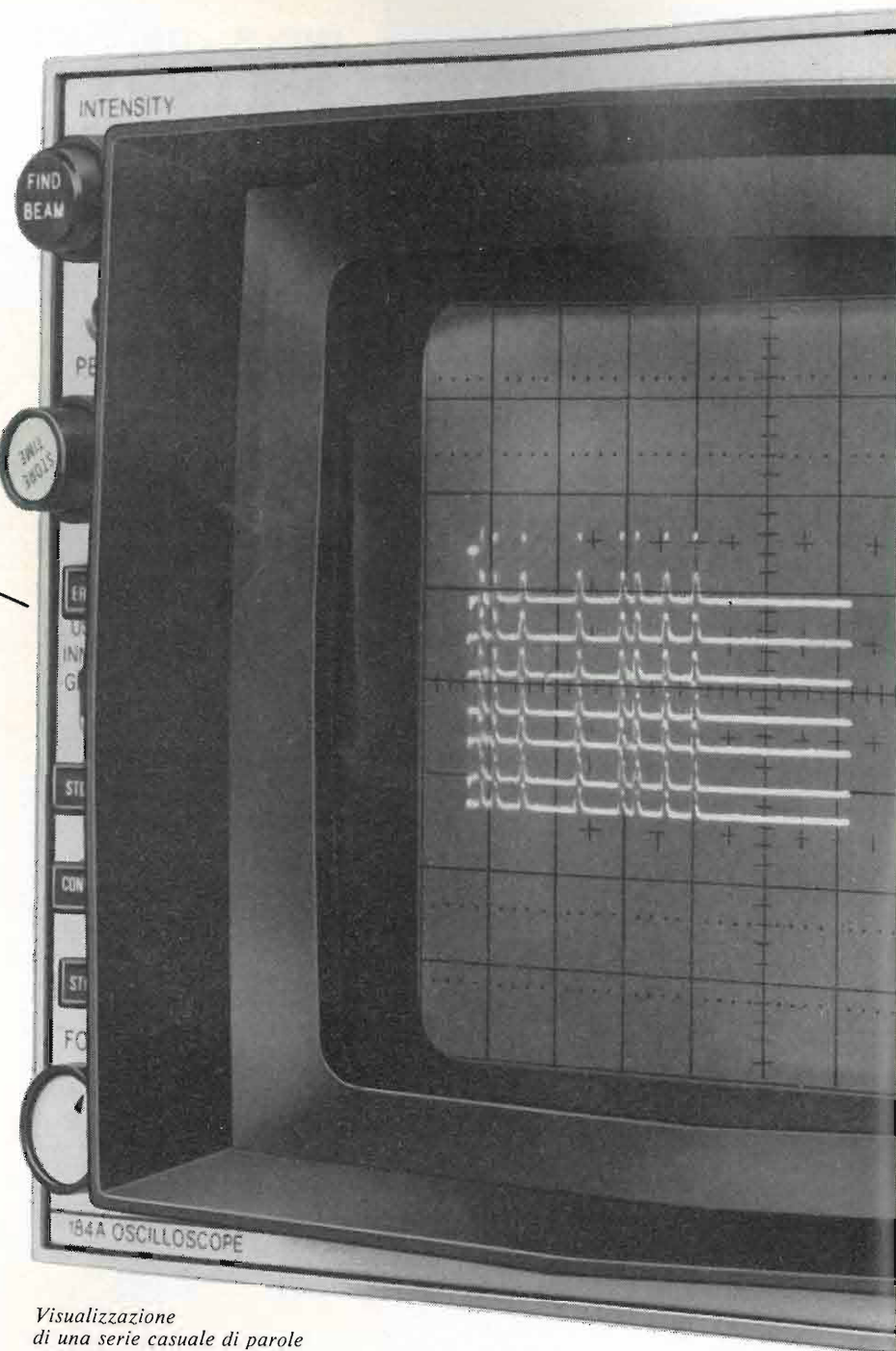
Ora potete scrivere e memorizzare a velocità di 400 cm/μs.

E ancora, le tracce che dovrete per forza fotografare per uno studio più accurato possono essere visionate a piacere sullo schermo del nuovo oscilloscopio Hewlett-Packard Modello 184.

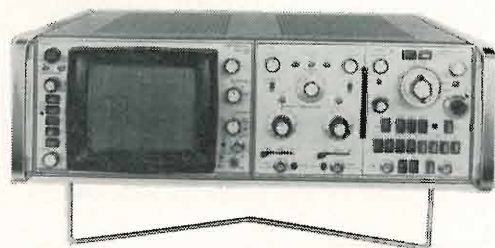
Per quanto riguarda la memorizzazione, il veloce Modello 184 può "tenere" l'immagine per più di 30 minuti. E in più, questa versatile novità HP ha la persistenza variabile, il che vi permette di vedere, senza noiosi sfarfallii, le forme d'onda a variazione lenta.

Il Modello 184 ha uno schermo resistente alle bruciature che non richiede speciali procedure operative. I circuiti allo stato solido e la costruzione modulare riducono il bisogno di assistenza e di manutenzione. Incorporati, vi sono circuiti di autoprotezione, e vi è anche una intera gamma di cassette che adattano il Modello 184 a problemi particolari.

Benchè sia straordinariamente nuovo, il Modello 184 viene da una industria che produce oscilloscopi a persistenza variabile da più di 10 anni. Questo può dimostrarvi quello che intendiamo quando parliamo di affidabilità: è un concetto che migliaia di utenti soddisfatti dei nostri oscilloscopi hanno già associato automaticamente al nome Hewlett-Packard.



Visualizzazione di una serie casuale di parole di 16 bit (traccia centrale). Ogni scansione non è ripetitiva.



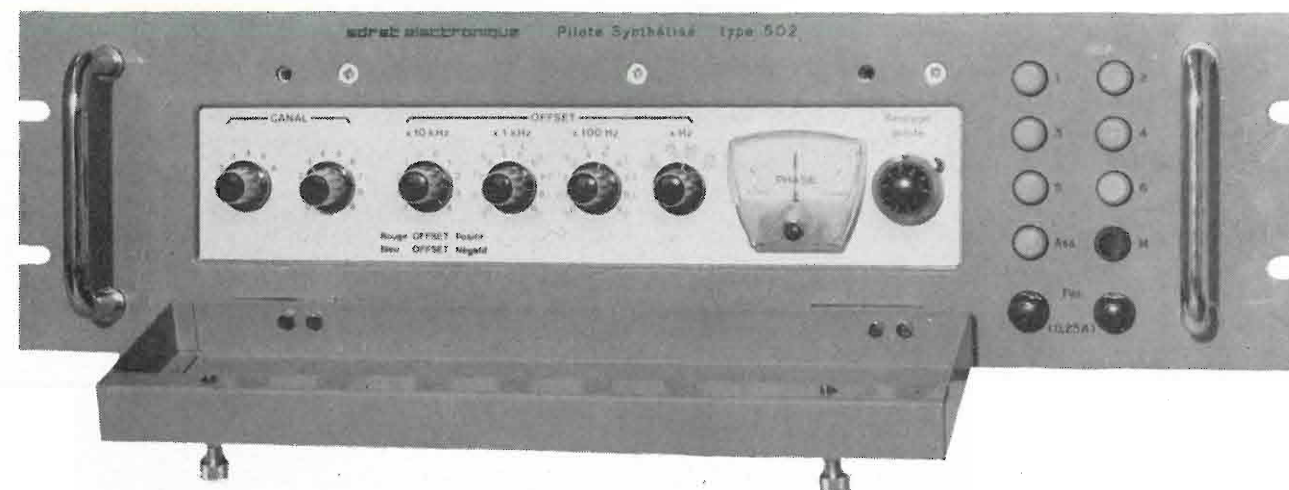
### Volete sapere tutto sul Modello 184?

Per una documentazione completa, scriveteci, sulla carta intestata della vostra ditta.  
Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
Via A. Vespucci, 2 - 20124 Milano  
Tel. 62.51

**HEWLETT**  **PACKARD**

Assistenza di 172 centri di servizio e vendita in 65 paesi del mondo.

## ADRET TV 502 piloti sintetizzati a offset numerico per pilotaggio trasmettitori TV



I SINTETIZZATORI ADRET 502 E 503 SONO ESPRESSAMENTE PROGETTATI E UTILIZZATI PER IL PILOTAGGIO DEI TRASMETTITORI TV ESISTENTI E PER QUELLI DELLA NUOVA GENERAZIONE.

- FREQUENZE: FUNZIONE DELLO STANDARD TELEVISIVO USATO
- CANALI: A IMPOSTAZIONE NUMERICA
- OFFSET: IMPOSTAZIONE NUMERICA (PASSI DA 25 Hz)
- STABILITA':  $5 \times 10^{-9}$ /GIORNO (O ALTRA A RICHIESTA)
- PURITA' SPETTRALE: COMPONENTI NON ARMONICHE  $< -70$  db  
RUMORE DI FASE (30 kHz BW)  $< -70$  db

Rappresentante esclusivo:



**TECHNITRON**  
S.T.I.

00196 ROMA - Via Flaminia, 443/A (Sede)  
Tel. 396.58.38 - 39.49.38  
20144 MILANO - Via California, 12  
Tel. 469.03.12

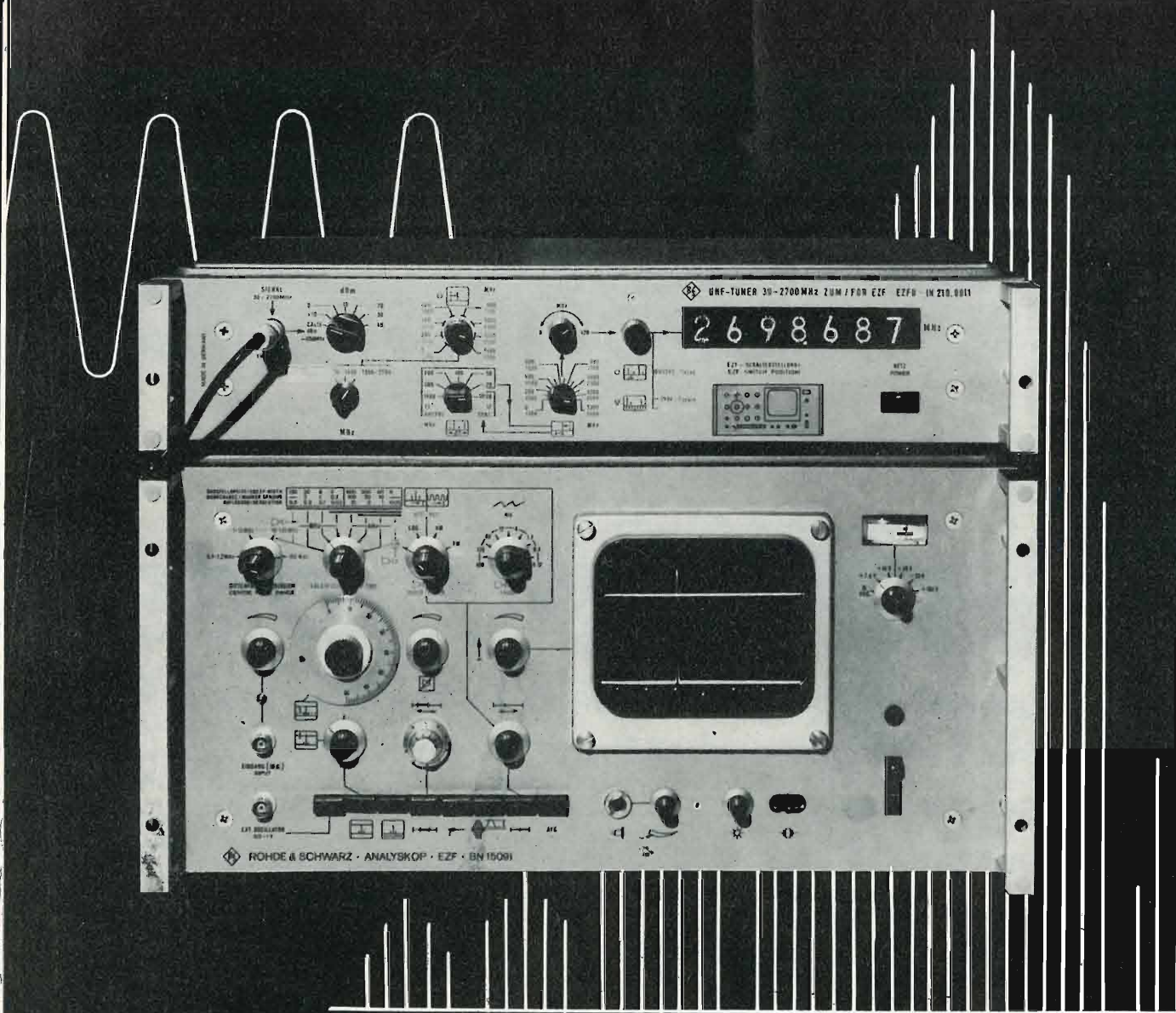




ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN

**SPECTRUM ANALYZER type EZF/EZFU**

- 6 kHz ... 2.700 MHz
- Indicazione digitale di frequenza
- Demodulazione AM e FM
- Misure assolute di livello (dBm)
- Identificazione automatica di frequenze spurie causate da saturazione degli stadi d'ingresso

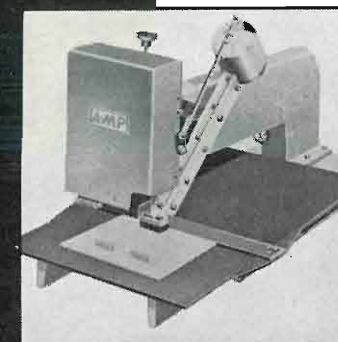
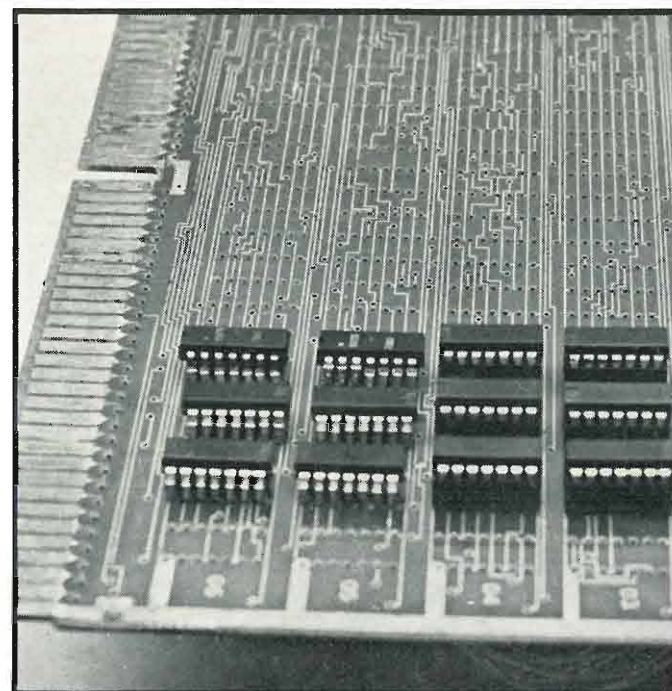


Rappresentanza Generale per l'Italia:

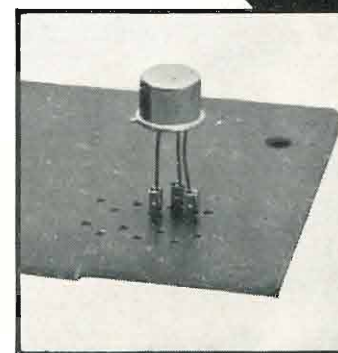
**Ditta ING. OSCAR ROJE**

20147 MILANO - Via S. Anatalone, 15 - Telef. 41.54.141/2/3  
 Telegr.: INGOROJE - MILANO ♦ Telex: 33050 TELEROJE  
 00187 ROMA - Via di P. Pinclana, 4 - Telef. 480.029 - 465.630

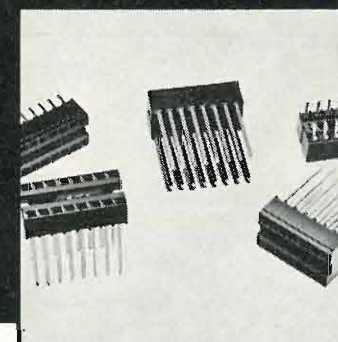
**DIP HEADERS: AFFIDABILITÀ!**



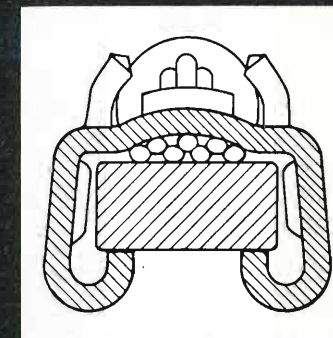
Macchina inseritrice



Zoccoli per transistors



Zoccoli per micrologici



TERMI - POINT

**ECCO UN'ALTRA RIVOLUZIONE AMP**

Dominare con sicurezza il labirinto dei circuiti integrati. Ecco un difficile problema con una facile soluzione: i nostri Dip Headers. Innanzitutto sono zoccoli a 14 o 16 posizioni che assicurano sempre un contatto eccellente. Poi, grazie ad essi, l'inserimento e il disinserimento di micrologici e transistor avviene con la massima facilità. Infine, la sostituzione dei componenti potrebbe avvenire ad occhi chiusi. Ma non basta. I Dip Headers sono anche predisposti per il cablaggio mini-Termi-Point e mini-Wire-Wrap con attrezzatura automatica. Un'economia di costi, tempo e materiali davvero rivoluzionaria.

**AMP**  
 AMP Italia S.p.A.

Ulteriori informazioni? Richiedetele a:  
 AMP Italia S.p.A. - Corso F.lli Cervi 15  
 10093 Collegno (Torino) - Tel. 78.56.56

**UN SALTO NELL'ELETTRONICA DI DOMANI**



**ELETRONICA PER TELECOMUNICAZIONI**



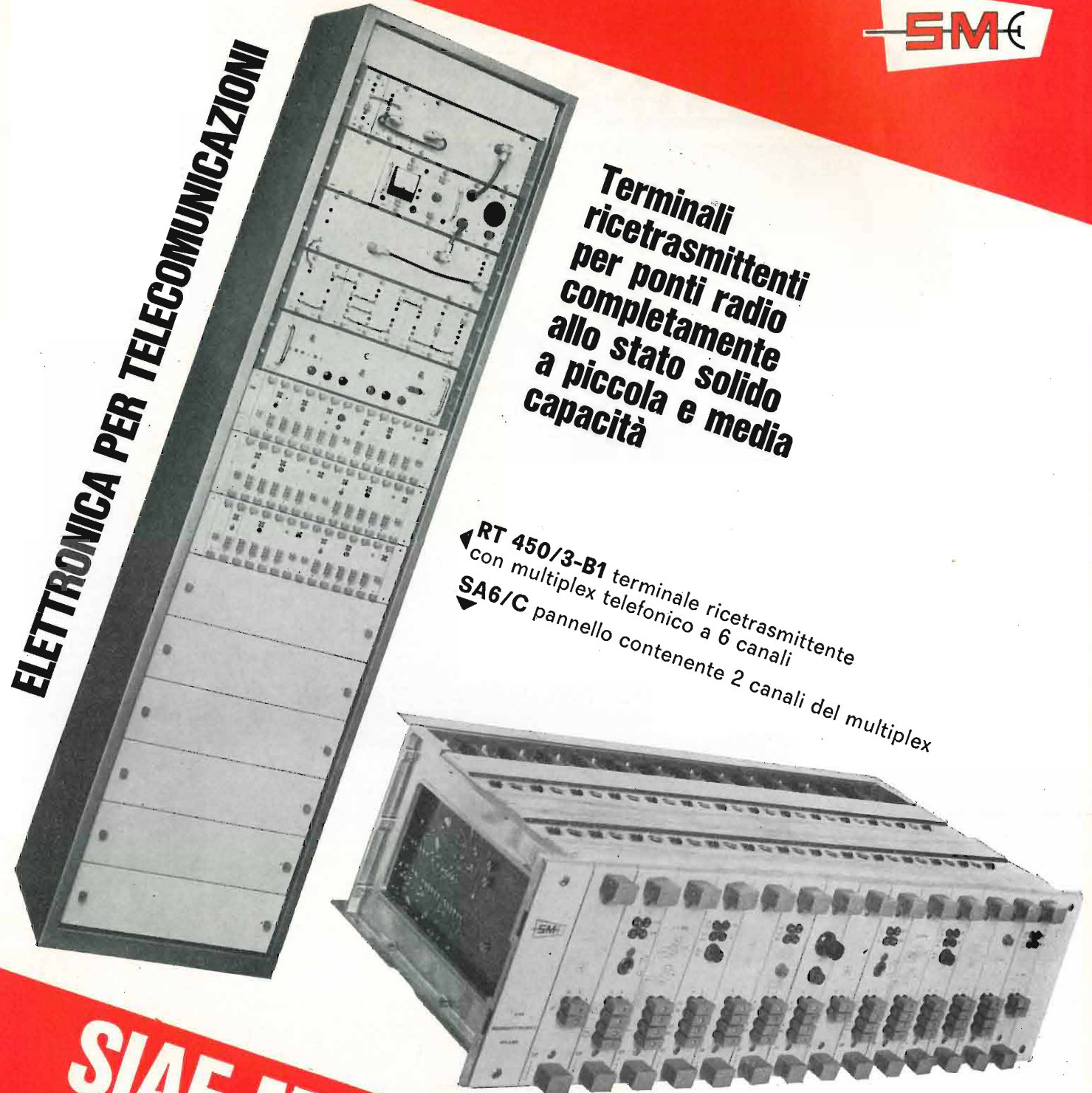
**Terminali ricetrasmittenti per ponti radio completamente allo stato solido a piccola e media capacità**

RT 450/3-B1 terminale ricetrasmittente con multiplex telefonico a 6 canali  
SA6/C pannello contenente 2 canali del multiplex

**SIAE MICROELETRONICA**

20093 COLOGNO MONZESE - VIA M. BUONARROTI 21 - TEL. 9123264/5 - 9123801

- RIPETITORI TELEVISIVI VHF E UHF
- TERMINALI RICETRASMETTENTI PER PONTE RADIO MONOCANALI E PLURICANALI
- MULTIPLEX TELEFONICI PER PONTE RADIO, LINEE AEREE E CAVI
- APPARATI PER TELEFONIA AD ONDE CONVOGLIATE E RELATIVI EQUIPAGGIAMENTI DI LINEA
- RADIOTELEFONI VEICOLARI E PORTATILI
- STRUMENTI SPECIALI PER TELECOMUNICAZIONI



# ELETRONICA E TELECOMUNICAZIONI

NUMERO **3** M A G G I O  
GIUGNO 1973  
ANNO XXII DA PAGINA 81  
A PAGINA 116

RIVISTA BIMESTRALE  
A CURA DELLA RAI E DELLA STET

DIRETTORE RESPONSABILE  
GIUSEPPE DILDA

COMITATO DIRETTIVO  
G. CASTELNUOVO, D. FARO,  
R. VAUDETTI, A. SARTORIO

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE  
10121 TORINO  
VIA ARSENALE, 41 - TELEF. 57-101

Concessionaria esclusiva della pubblicità:  
COMPAGNIA INTERNAZIONALE  
PUBBLICITÀ PERIODICI (CIPP)  
MILANO, VIA PISONI, 2 - TEL. 652-814/15/16  
TORINO, VIA BERTOLA, 34 - TELEFONO 57-53

## Sommario:

	pagina
Tecniche speciali di ripresa televisiva (M. Agresti)	82
Si esaminano apparecchiature e tecniche di ripresa televisiva recentemente introdotte per ottenere effetti speciali e soddisfare esigenze particolari quali il rallentamento o l'arresto delle immagini, la loro animazione grafica o la registrazione magnetica con apparecchiature portatili.	
Il Centro Elettronico di Ritrasmissione Automatica di Messaggio (CERAM) della Italcable (F. Quojani)	91
Vengono illustrate le principali caratteristiche tecniche ed operative del sistema elettronico a logica registrata messo in servizio dalla Italcable per la commutazione automatica di messaggio. Si accenna alle previsioni di ampliamento e di sviluppo dei servizi offerti.	
La trasformata di Hadamard nella trasmissione numerica di immagini (F. Alberico, F. Bove)	97
Richiamata la trasformata discreta di Fourier si considerano i vantaggi ottenibili trasmettendo la trasformata di Hadamard di un'immagine su canale numerico, mettendo in luce in particolare la possibilità di ridurre la capacità di tale canale rispetto al sistema PCM classico di trasmissione di immagini monocromatiche.	
<b>Notiziario:</b>	
Trasformatori sub-miniaturizzati • Conferenza sulla metrologia nell'Europa Occidentale • Tubo a memoria ad elevata risoluzione	111
La macchina che «lava il sangue» • Strumenti indicatori potenziometrici a nastro • Radio-telefono per auto	112
Teletrasmissione in «fac-simile» «La Stampa» da Torino a Roma • Telecamere anti-rapine	113
Misure d'impedenza a spazzolamento di frequenza fino a 500 MHz • Programma TV a colori su disco • Caratteristiche del fotodiodo-amplificatore operativo • Penna per attuare circuiti stampati	114
<b>Libri e pubblicazioni:</b>	
Aubert G.: Électromagnétisme • Ceccarelli A., Gagliardi D., Vallese F.: Fondamenti di telefonia	116



Vista d'insieme dello studio TVII del Centro di Produzione TV di Roma, impiegato per la trasmissione di Telegiornale. Il pannello blu in fondo serve alla realizzazione dell'effetto chroma-key; i monitori sulla sinistra usano uno speciale fosforo verde a persistenza media per eliminare i battimenti fra la scansione del monitor e la scansione della telecamera che lo riprende (articolo a pag. 82).

UNA COPIA L. 500 (ESTERO L. 600)  
ABBONAMENTO ANNUALE L. 2500 (ESTERO L. 3500)  
VERSAMENTI ALLA ERI - VIA ARSENALE, 41 - TORINO - C. C. POSTALE N. 2/37800  
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO IV/70  
REGISTRATO ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C. P. DI TORINO AL N. 493 IN DATA 6-11-1951  
TUTTI I DIRITTI RISERVATI  
LA RESPONSABILITÀ DEGLI SCRITTI: FIRMATI SPETTA AI SINGOLI AUTORI  
© 1973 BY ERI - EDIZIONI RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA

**INSERZIONI:** ALMAZJUVELIREXPORT - AMP - BELOTTI - GTE - HEWLETT PACKARD - ICE - LARIR - PHILIPS - ROJE OSCAR - SELENIA - SIAE - SIP - SIEMENS - TECHNITRON - VIANELLO



# TECNICHE SPECIALI DI RIPRESA TELEVISIVA

MASSIMILIANO AGRESTI (\*)

**SOMMARIO** — Si descrivono alcune apparecchiature e tecniche di ripresa televisiva introdotte negli ultimi anni per la realizzazione di effetti speciali sulle immagini TV e per soddisfare esigenze particolari di ripresa. Si esaminano le apparecchiature ed i sistemi relativi alla proiezione scenica, al rallentamento delle immagini, all'animazione grafica delle immagini, oltre che un mezzo speciale di registrazione video magnetica.

**SUMMARY** — *Special television production techniques.* Some television production equipments and techniques developed in recent years in order to attain special effects in TV pictures or to meet particular production requirements are described. The present paper discusses the equipments and methods used for large screen TV projection, for slow-motion presentation of TV sequences, for graphic animation of images; it also describes video tape recording equipment used for special pick-up conditions.

## 1. Introduzione.

La ripresa televisiva può oggi contare su alcune moderne apparecchiature che si sono sviluppate e affermate negli ultimi anni e che sono il frutto di tecniche costruttive e di tecnologie avanzate. Queste apparecchiature vanno ad aggiungersi ai mezzi classici di ripresa e registrazione (telecamere, registratori video-magnetici, vidio-grafi, telecinema, ecc.) per completare e sviluppare le possibilità del sistema produttivo TV; esse, pur non conducendo ad un radicale mutamento delle tecniche di ripresa, come a suo tempo fece la registrazione video-magnetica, hanno tuttavia modificato in modo sensibile i metodi di realizzazione di molte trasmissioni, tanto da essere ormai considerate, per la maggior parte, elementi essenziali della ripresa televisiva.

In quanto segue analizzeremo le caratteristiche tecniche e di impiego di questi nuovi mezzi, raggrupandoli secondo la loro utilizzazione.

## 2. Sistemi speciali per effetti scenici.

### 2.1. EIDOPHOR.

L'azione scenica richiede abbastanza frequentemente che i fondali scenografici siano animati mediante la proiezione di immagini. Fino a qualche anno fa l'operazione poteva essere effettuata solo mediante proiettori cinematografici; ciò limitava notevolmente le possibilità di questa tecnica, in quanto la necessità di disporre di una pellicola cinematografica preventivamente ed appositamente preparata ostacolava la proiezione in un considerevole numero di casi e la impediva del tutto nelle trasmissioni dal vivo o « quasi dal vivo ».

Attualmente, nella grande maggioranza dei casi, la proiezione viene effettuata utilizzando immagini televisive invece che cinematografiche, il che allarga notevolmente le possibilità d'impiego ed elimina le limitazioni sopra citate.

L'apparecchio usato per queste proiezioni è l'Eidophor, che è un proiettore televisivo a grande schermo.

(\*) Dott. ing. Massimiliano Agresti, della RAI, Roma. Dattiloscritto pervenuto il 1° marzo 1973.

mo, nel quale la netta separazione fra il sistema di modulazione del pennello elettronico di scansione e la sorgente di luce consente di ottenere un rilevante flusso luminoso di proiezione.

Esistono Eidophor per la TV in bianco e nero ed Eidophor per la TV a colori.

Lo schema di funzionamento di un apparecchio in bianco e nero è riportato nella figura 1.

La luce di una lampada allo xenon (2) di circa 2 kW è diretta, attraverso un opportuno sistema ottico, su di un gruppo di sottili barre riflettenti (9) piazzate obliquamente sul percorso della luce. La luce riflessa dalle barre va a colpire determinate zone di uno specchio sferico (10) che provvedono a rinviare la luce verso le barre. Quando il sistema è ben regolato tutta la luce riflessa dallo specchio viene intercettata dalle barre, così che non si ha passaggio di luce attraverso le fessure esistenti fra le barre stesse e lo schermo di proiezione (18) risulta non illuminato.

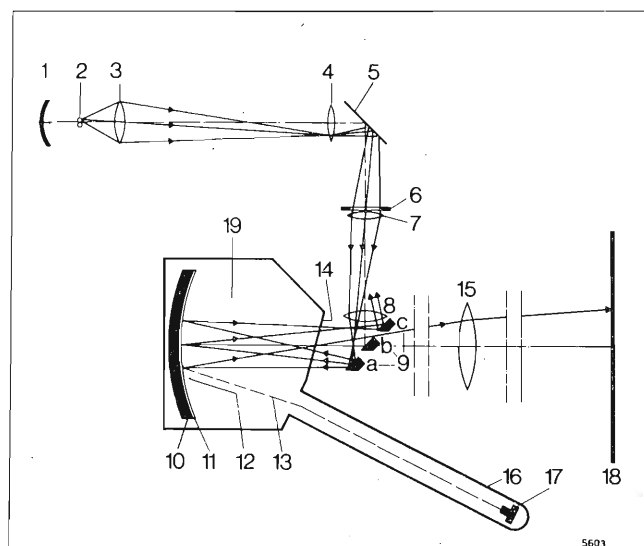


Fig. 1. — Schema di funzionamento di un Eidophor per TV in bianco e nero.

1) Specchio sferico; 2) Sorgente luminosa; 3) Condensatore ottico; 4) Lente di correzione; 5) Specchio piano; 6) Finestra rettangolare; 7) Lente convergente; 8) Lente di campo; 9a-b-c) Sistema di barre; 10) Specchio sferico; 11) Strato di olio; 12) Deformazione dello strato di olio; 13) Pennello elettronico; 14) Finestra di proiezione; 15) Obiettivo di proiezione; 16) Cannone elettronico; 17) Catodo del cannone elettronico; 18) Schermo di proiezione; 19) Camera a vuoto.

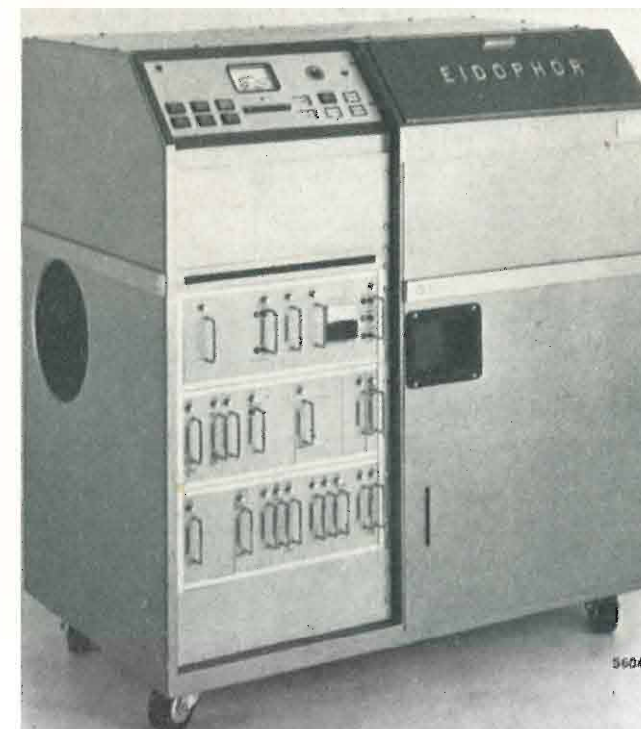


Fig. 2. — Eidophor in bianco e nero.

Sullo specchio sferico è cosparso un sottile strato di olio di circa 0,1 mm di spessore che, finché rimane assolutamente uniforme, non altera lo stato di cose sopra descritto.

Però un pennello elettronico (13), modulato in intensità dal segnale video che deve essere riprodotto, ed opportunamente deflesso, descrive un normale raster televisivo sullo specchio (circa mm 70 × mm 54) determinando per azione elettrostatica una deformazione dello strato di olio proporzionale punto per punto all'intensità del segnale video corrispondente. Lo strato di olio porta così incisa l'immagine televisiva. La luce riflessa dallo specchio in virtù della deformazione dello strato di olio viene deviata e riesce a passare, in misura variabile da punto a punto, attraverso le fessure delle barre per focalizzarsi sullo schermo, dove forma l'immagine luminosa.

Naturalmente tutta la zona nella quale si muove il pennello elettronico, comprendente il cannone elettronico e lo specchio con lo strato di olio, è tenuta sotto vuoto mediante un'apposita pompa.

Altri dettagli di un certo interesse sono i seguenti.

Per assicurare una assoluta uniformità dello strato di olio, lo specchio sferico viene fatto ruotare lentamente (circa 1 giro ogni 3 minuti primi) in modo che l'olio passi con continuità sotto una sbarra curva di livellamento. La temperatura (circa 60° C), e quindi la viscosità dell'olio, è sottoposta ad un controllo automatico di grande precisione; infatti la viscosità deve avere un valore tale da consentire una adeguata incisione dello strato e nello stesso tempo l'autocancellazione dell'incisione stessa nell'intervallo intercorrente fra una scansione e l'altra. Mediante un'apposita pompa l'olio viene fatto circolare lentamente in un circuito chiuso comprendente lo specchio, un serbatoio e un riscaldatore controllato da un sistema termostatico; tutti questi elementi funzionano nella zona sotto vuoto.

Per compensare la posizione obliqua del cannone elettronico rispetto alla superficie dello specchio e la sfericità di questa, le forme d'onda di deflessione del pannello elettronico devono essere predistorte ed il fuoco del pennello modulato di posizione.

Il rapporto di contrasto nella proiezione con Eidophor è assai elevato (quasi 100 : 1) e la luminosità dell'immagine abbastanza buona (100 ft-lambert su uno schermo di circa 7 m<sup>2</sup>), così che le immagini proiettate conservano una buona qualità quando vengono riprese con le telecamere, nonostante la luce diffusa esistente nello studio a causa dell'illuminazione scenica.

Nella figura 2 è riportata una fotografia di Eidophor in bianco e nero.

L'Eidophor a colori (fig. 3), nella versione per « proiezione simultanea » impiegata in TV, è costituito da tre sistemi di proiezione, ciascuno simile ad un apparecchio in bianco e nero, adibiti alla proiezione delle componenti rossa-verde-blu dell'immagine a colori. Un'unica lampada allo Xenon (di circa 2,5 kW) fornisce il flusso luminoso di proiezione; esso viene diviso nelle tre componenti rossa-verde-blu da un sistema di specchi diecrici e diretto rispettivamente sulle barre e lo specchio sferico della unità adibita alla proiezione del rosso, di quella adibita al verde e di quella adibita al blu. I tre cannoni elettronici sono naturalmente pilotati dai segnali R. G. B ottenuti per decodifica del segnale video a colori entrante nell'apparecchio. Le tre proiezioni distinte (rosso-verde-blu) si sovrappongono sullo schermo per ricostruire l'immagine a colori.

Il sistema di proiezione Eidophor viene usato in molte trasmissioni di varietà, di quiz e soprattutto in alcune edizioni del Telegiornale.



Fig. 3. — Eidophor a colori.



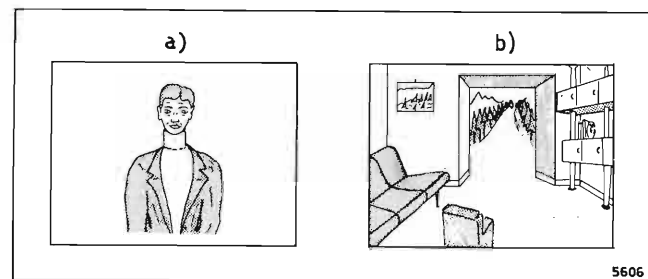


Fig. 4. — Scene da mescolare con un sistema elettronico ad intarsio.

## 2.2. CHROMA-KEY.

Il dispositivo chroma-key utilizza la separazione dei colori (rosso-verde-blu), normalmente realizzata in una telecamera a colori, e la tecnica dell'intarsio TV per sostituire una parte di un'immagine televisiva, opportunamente predisposta, con altra immagine.

Facendo riferimento alla figura 4 supponiamo di voler inserire la persona (a) ripresa da una telecamera nella scena (b) ripresa da un'altra telecamera. Per realizzare ciò è necessario disporre di un segnale chiave a carattere impulsivo rettangolare che abbia valore convenzionale 1 nei momenti dell'analisi TV in cui è presente la persona e valore convenzionale 0 nei momenti in cui è presente il fondale davanti al quale sta la persona (fig. 4a). Mediante un commutatore elettronico a due entrate ed una uscita pilotato dal segnale chiave (vedi fig. 5) è allora possibile dare transito al segnale *a* nel tempo in cui esiste la persona ed al segnale *b* nel tempo in cui esiste il fondale, ottenendo così l'inserzione desiderata.

Per ottenere il segnale chiave è necessario separare con la massima esattezza la parte di segnale TV corrispondente alla persona da quella corrispondente al fondale. Se si effettua la ripresa con telecamere in bianco e nero, il problema sembra risolvibile in modo semplice usando un fondale nero ed illuminando adeguatamente la persona, oppure usando un fondale bianco e sotto-illuminando la persona, cioè stabilendo una differenza di livello fra i segnali delle due parti d'immagine.

In entrambi i casi tale differenza dovrebbe consentire di creare il segnale chiave mediante delle semplici operazioni di taglio e amplificazione (fig. 6). In realtà nel primo caso è impossibile evitare zone scure sulla persona (capelli, ombre sotto le ascelle, ecc.) che si vengono a trovare allo stesso livello e quindi confuse con il fondale. Nel secondo caso, causa il rapporto di contrasto piuttosto modesto consentito dai tubi di ripresa, non è possibile illuminare il fondale molto di più della persona; in tali condizioni qualsiasi punto bianco della persona (denti, camicie bianche, gioielli, ecc.) raggiunge un livello troppo vicino a quello del fondale per essere da questo separabile.

I risultati di questo sistema sono quindi difettosi e critici.

Il problema si semplifica notevolmente se per riprendere la persona davanti al fondale si usa una telecamera a colori, in quanto in tale caso persona e fondale possono essere differenziati per colore. È sufficiente allo scopo che il colore del fondale, in questo caso illuminato, sia contenuto in modo non rilevante nelle persone od oggetti che si trovano davanti ad esso; in genere si sceglie per il fondale il colore blu.

Come è noto la telecamera a colori fornisce in

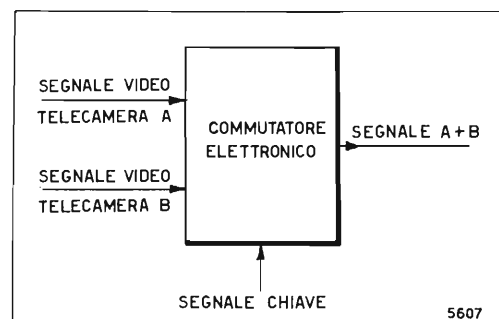


Fig. 5. — Commutatore elettronico per effettuare mescolazione a intarsio.

uscita i tre segnali video R, G, B corrispondenti al contenuto di rosso, verde, blu della scena ripresa. Nel nostro caso il segnale B avrà il valore massimo in corrispondenza al fondale ed un valore minore in corrispondenza alla persona. Il segnale R avrà valore nullo in corrispondenza al fondale e valore simile a B in corrispondenza alla persona. Se si sottrae R da B si accentua sensibilmente la differenza fra le due parti del segnale (fondale e persona). Il segnale B-R, opportunamente squadrato, costituisce il segnale chiave. Il sistema nel suo complesso viene chiamato chroma-key; esso è rappresentato in figura 7.

Naturalmente è necessario che la persona e gli oggetti posti davanti al fondale non contengano parti di colore blu ad alta luminosità. Ovviamente il fondo blu può occupare anche una sola parte della scena davanti alla quale sta la persona.

Il sistema chroma-key trova frequente impiego in molte trasmissioni di varietà, ed in alcune edizioni del Telegiornale. Ad esempio tutta la sigla di apertura di Canzonissima 1972-73 è stata realizzata con questo sistema. Il Telegiornale delle 20,30 e quello delle 21 impiegano correntemente il chroma-key.

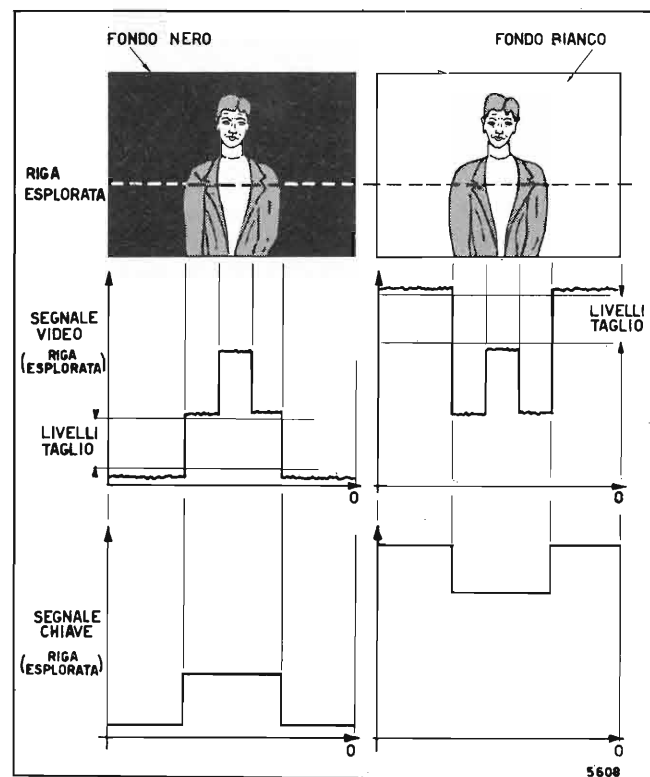


Fig. 6. — Due segnali chiave per mescolazione a intarsio ottenuti con telecamere in bianco e nero.

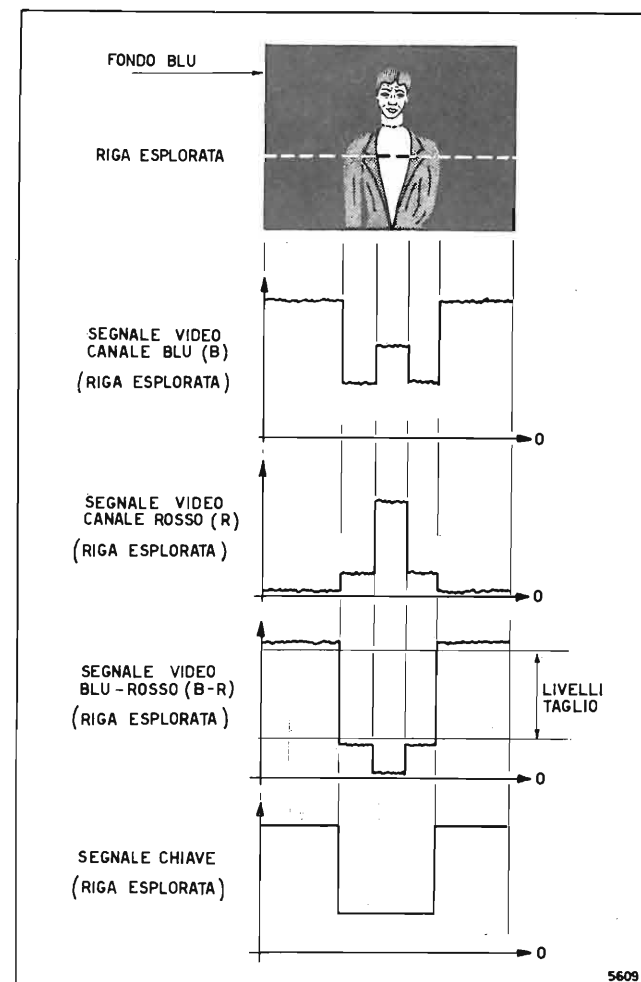


Fig. 7. — Segnale chiave per mescolazione ad intarsio ottenuto con telecamera a colori.

La fotografia riprodotta nella copertina di questo fascicolo mostra una inquadratura del Telegiornale delle 21 con lo schermo per chroma-key.

## 3. Rallentamento di immagini.

Il rallentamento delle immagini è di primaria importanza in molte trasmissioni sportive (calcio, pugilato, nuoto, ecc.) ed in alcune di spettacolo. Esso viene realizzato mediante mezzi cinematografici o mezzi elettronici.

### 3.1. RALLENTAMENTO CINEMATOGRAFICO.

Per il rallentamento di immagini riprese con il sistema cinematografico la televisione impiega normalmente gli stessi sistemi del cinema professionale, cioè uso di cineprese veloci durante la ripresa oppure rallentamento ottenuto con la «truka»<sup>(1)</sup> in sede di stampa; normalmente la velocità di proiezione dei

<sup>(1)</sup> La «truka» è costituita da una cinepresa accoppiata ad un proiettore cinematografico attraverso un sistema ottico a focale variabile ed un sistema meccanico che consente un decentramento controllato degli assi delle due macchine. La velocità relativa del proiettore e della cinepresa può essere variata entro certi limiti. La truka viene impiegata per sovrainpressioni, dissolvenze, accelerazione o rallentamento di immagini e per altri effetti vari.

film (25 fotogrammi al secondo) non viene alterata per ottenere effetti di rallentamento in TV.

Fanno eccezione a questa procedura alcuni casi in cui la necessità di realizzare il rallentamento non è prevedibile (quindi non si possono impiegare cineprese veloci) e non c'è tempo per una lavorazione in truka; in tali casi si realizza il rallentamento variando la velocità di proiezione. Per questo scopo il film non viene «letto» da un normale telecinema, ma da una apparecchiatura speciale formata da una telecamera accoppiata in modo adeguato ad una moviola cinematografica. La grande flessibilità di uso della moviola (velocità variabile, proiezione a fotogramma fermo, ecc.) consente all'operatore di realizzare il rallentamento più opportuno nei vari differenti casi che si presentano; naturalmente questo sistema, anche se vengono usati particolari accorgimenti (moviola di qualità, prisma della moviola di tipo speciale, correzione verticale di apertura sulla telecamera, ecc.) non permette di ottenere immagini di ottima qualità, come tutti i sistemi di rallentamento in proiezione.

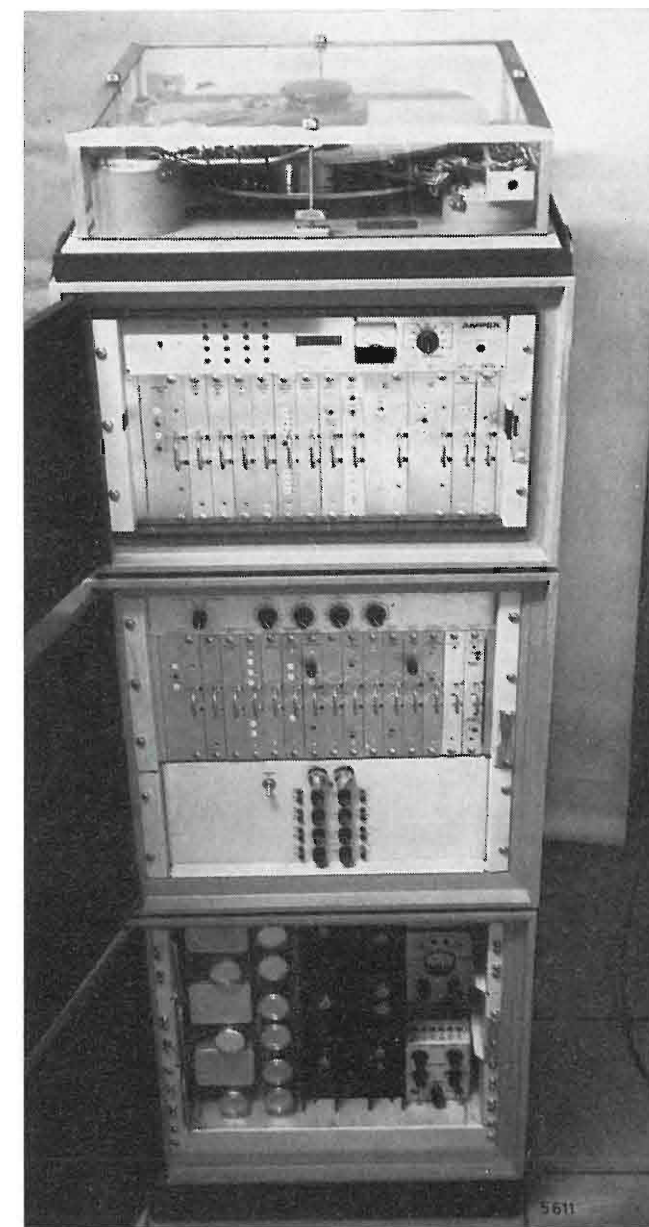


Fig. 8. — Apparecchiatura per il rallentamento elettronico delle immagini TV.



3.2. RALLENTAMENTO ELETTRONICO.

Il rallentamento di immagini elettroniche, in genere provenienti da telecamere e qualche volta da telecinema, viene realizzato mediante un tipo speciale di registratore video magnetico (fig. 8) detto «rallentatore».

La parte meccanica del rallentatore (fig. 9) è costituita da due dischi metallici paralleli, solidali su di uno stesso asse verticale, che ruotano ad una velocità, fissa di 50 giri al secondo, cioè di 1 giro per ogni semiquadro televisivo. Ciascun disco è formato da un'anima di alluminio (circa 6 mm di spessore) sulle cui due facce sono depositati, in successione, uno strato di rame (circa 0,25 mm di spessore), uno magnetizzabile di cobalto-nichel (circa 0,25 mm di spessore) ed uno protettivo molto levigato di rodio (circa 0,25 micron).

Su ciascuna faccia dei due dischi si affaccia una testina magnetica di registrazione (che in tempi diversi assolve pure a funzioni di cancellazione e lettura) in grado di muoversi «passo a passo» lungo il raggio della superficie circolare.

Durante la propria fase di registrazione (come anche durante la cancellazione e la lettura) ogni testina sta ferma nello spazio e così, in virtù del movimento di rotazione del disco, descrive in 1/50 di secondo un cerchio completo; di conseguenza le tracce registrate su ogni superficie sono circolari concentriche e ciascuna di esse corrisponde ad un semiquadro del segnale TV.

Mediante il movimento radiale «passo a passo» le testine sono in grado di spostarsi da un cerchio all'altro.

La larghezza di ciascuna traccia è circa 0,175 mm e la distanza fra due tracce contigue circa 0,075 mm.

La registrazione può avvenire in due modi e cioè registrando tutti i semiquadri del segnale TV (sistema «normale») oppure registrando i soli semiquadri dispari; nel primo caso le 1.800 tracce contenute nelle quattro superfici (A, B, C, D) corrispondono a 36 secondi di immagini e nel secondo caso a 72 secondi.

L'alternanza delle varie fasi per la sola registrazione normale è riportata nella tabella seguente.

Registrazione normale

Testina della superficie	Durante i semiquadri (1, 5, 9, 13, ecc.)	Durante i semiquadri (2, 6, 10, 14, ecc.)	Durante i semiquadri (3, 7, 11, 15, ecc.)	Durante i semiquadri (4, 8, 12, 16, ecc.)
A	registra	fa 1 passo	fa 1 passo	cancella
B	cancella	registra	fa 1 passo	fa 1 passo
C	fa 1 passo	cancella	registra	fa 1 passo
D	fa 1 passo	fa 1 passo	cancella	registra

Come si vede, ogni testina dopo avere registrato 1 semiquadro su di una traccia compie due «passi» prima di registrare il semiquadro successivo. Ciò significa che nel movimento dalla periferia del disco verso il centro ogni testina registra solo una traccia su due;

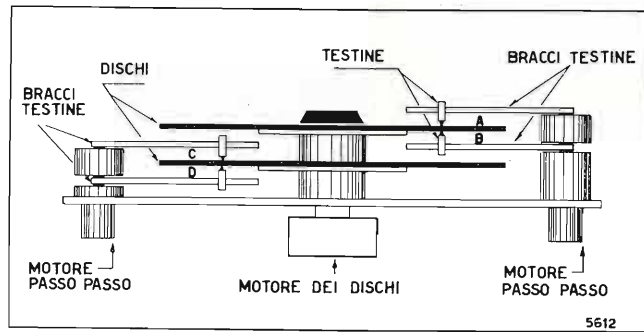


Fig. 9. — Parte meccanica del rallentatore di immagini TV. Schema di principio semplificato.

le tracce alternativamente non coperte vengono registrate durante il ritorno della testina dal centro alla periferia. Inoltre ogni fase di registrazione è preceduta da una di cancellazione.

Si ha così una registrazione che, attraverso la ripetizione del movimento delle testine dalla periferia al centro e dal centro alla periferia, può continuare indefinitamente, rinnovando passo a passo il segnale video di ogni traccia. In ogni istante sono così presenti nel disco gli ultimi 36 secondi di immagini (72 se si registrano i soli semiquadri dispari).

Durante la riproduzione, giocando sulla possibilità di muovere indipendentemente fra loro le 4 testine e di prelevare alternativamente dall'una o dall'altra il segnale video, si possono ottenere diversi effetti.

Ad esempio leggendo sempre la stessa traccia con una delle quattro testine si ha una riproduzione ad immagine fissa, leggendo due volte ogni traccia regi-



Fig. 10. — Pannello di comando del rallentatore di immagini TV.

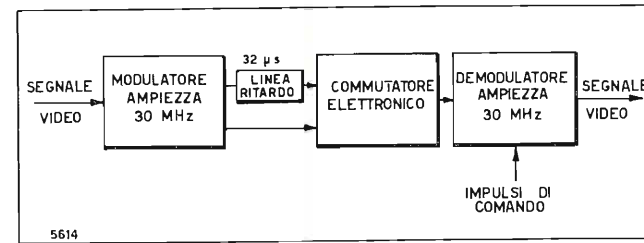


Fig. 11. — Circuito per la ricostruzione dell'interlacciamento di trama nel rallentatore di immagini TV. Schema a blocchi semplificato.

strata si ha la riproduzione a velocità metà della normale, leggendo la registrazione dei soli semiquadri dispari si ha la riproduzione ad una velocità doppia del normale e così via.

La logica della macchina è di solito predisposta per la lettura ad immagine fissa, per l'avanzamento di una immagine alla volta su comando, per la lettura a velocità normale - a velocità 1/2 - a velocità 1/5 - ad una qualsiasi velocità intermedia fra la normale e zero; il tutto con successione delle immagini in senso normale o all'indietro.

Saltando delle tracce, esiste inoltre la possibilità di ricercare a velocità elevata (circa 5 volte quella normale) il punto da riprodurre.

Il pannello di controllo della macchina (fig. 10), oltre ai pulsanti ed alle manopole per il comando delle funzioni sopra elencate, è dotato di un indicatore in grado di segnalare istante per istante la posizione delle testine sul disco e di memorizzare la posizione di un punto prescelto.

Durante la registrazione la velocità del gruppo di dischi è automaticamente regolata, per confronto con il segnale TV da registrare, in modo che la durata di ogni traccia circolare sia esattamente uguale a quella di 1 semiquadro del segnale stesso; con gli stessi circuiti la velocità viene controllata in riproduzione perché il segnale in uscita dalla macchina sia sincrono ed in fase (quindi mescolabile) con un segnale TV esterno.

Il rallentatore descritto è in grado, se opportunamente predisposto, di trattare sia segnali TV in bianco e nero, sia segnali a colori in uno dei tre sistemi NTSC, PAL, SECAM a scelta.

La tecnica impiegata per la registrazione è la stessa utilizzata nei registratori video professionali per nastro magnetico. Il segnale video da registrare va a modulare in frequenza una portante (escursione di frequenza da circa 7 a 10 MHz fra picco sincronismi e picco video) con la quale vengono alternativamente alimentate le quattro testine di registrazione. Il ciclo di cancellazione che precede quello di registrazione di ciascuna testina è realizzato applicando alla stessa testina una tensione continua.

Durante la lettura, i segnali forniti dalle quattro testine vengono commutati in un'unica via da un commutatore elettronico, in modo da ricostruire un segnale TV continuo. Detto segnale viene quindi demodulato e sottoposto ad un complesso trattamento tendente principalmente a ricostruire i sincronismi (supersincrono e burst) alterati dal processo di registrazione, a compensare eventuali errori «geometrici» dovuti a imperfetto movimento del disco, ad annullare con correzione automatica gli errori di fase e di ampiezza della sottoportante di colore.

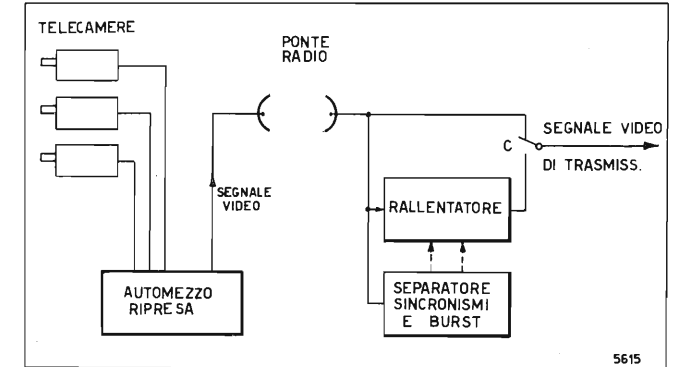


Fig. 12. — Schema d'impiego del rallentatore TV in trasmissioni dal vivo. Primo sistema.

Un ulteriore trattamento del segnale TV è quello (impiegato solo sul rallentatore) necessario per ricostruire «l'interlacciamento» delle immagini, distrutto dal particolare tipo di lettura attuato nell'apparecchio.

Come si è visto il rallentamento delle immagini è ottenuto leggendo più volte ogni semiquadro TV registrato; ciò evidentemente conduce ad una perdita di interlacciamento di trama e, per i sistemi NTSC e PAL, ad una perdita di interlacciamento di sottoportante.

Per ricostruire l'interlacciamento di trama si impiega un circuito del tipo di figura 11. Ogni volta che si ripete un semiquadro si inserisce o si disinserisce nel percorso del segnale (a seconda che il semiquadro è dispari o pari) una linea di ritardo del valore di mezza riga TV; la eventuale inserzione o disinserzione avviene solo durante la parte attiva del semiquadro ripetuto. Fermo restando il treno di sincronismi di quadro (pre-equalizzatori, serrari e post-equalizzatori) si ha così uno sfasamento alternato di mezza riga della parte attiva di ogni semiquadro, sfasamento che ricostituisce con esattezza l'interlacciamento fra i semiquadri successivi. Il commutatore elettronico è comandato dalla logica dell'apparecchio che, dopo aver confrontato i sincronismi del segnale letto con sincronismi esterni di riferimento, decide, semiquadro per semiquadro, la sua posizione. Come si vede dalla figura 11, tutta l'operazione di ritardo e commutazione non viene compiuta sul vero e proprio segnale TV, ma su di una portante a 30 MHz da esso modulata; ciò è necessario, come è noto, in relazione alle caratteristiche di ritardo della linea al variare della frequenza del segnale.

L'interlacciamento della sottoportante di colore, che si perde ad ogni ripetizione di semiquadro per i sistemi NTSC e PAL, viene ricostituito separando la crominanza dalla luminanza e sfasando la prima, ad ogni ripetizione di semiquadro, di quanto è necessario per compensare l'errore; le due componenti vengono quindi mescolate per ricostituire il segnale TV completo.

Il rallentatore è, per il momento, un apparecchio molto costoso e con una meccanica assai delicata. In genere ogni organismo televisivo ne possiede pochi esemplari e preferisce, se possibile, evitare di trasportarli da un luogo all'altro di ripresa. Esso quindi viene di solito installato nel Centro di Produzione che effettua la messa in onda dei programmi e li impiega per il rallentamento o l'accelerazione delle immagini, sia nelle trasmissioni generate localmente, sia in quelle provenienti da altri luoghi di ripresa.



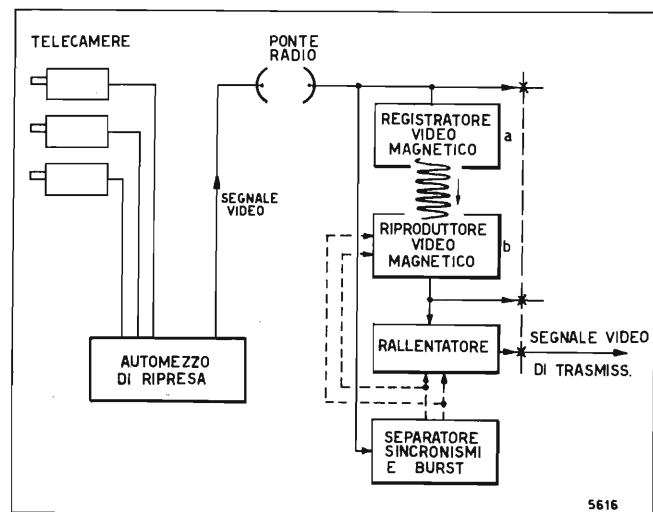


Fig. 13. — Schema di impiego del rallentatore TV in trasmissioni dal vivo. Secondo sistema.

In caso di trasmissioni dal vivo, costituite in genere da riprese di attualità effettuate in luoghi lontani dal Centro di Produzione, lo schema semplificato di impiego del rallentatore è quello di figura 12.

Il rallentatore registra con continuità il segnale di trasmissione tenendo così disponibili sui dischi gli ultimi 36 secondi di immagini. Quando si vuole ripetere rallentata un'azione, si passa il rallentatore in riproduzione, si posizionano le sue testine e si aziona il

commutatore elettronico (fig. 11). La macchina è controllata dai sincronismi del segnale di trasmissione, sia nella fase di registrazione, sia in quella di riproduzione e pertanto non subisce bruschi transitori nel passaggio da una condizione all'altra. Il segnale di trasmissione e quello riprodotto dal rallentatore sono sincroni ed in fase, per cui la commutazione non produce transitori sui televisori.

Naturalmente la ripetizione dell'azione deve avvenire entro 36 secondi, essendo questa la durata di «memoria» della macchina, determinata dalla capienza dei dischi.

Talvolta questo tempo non è sufficiente. Ad esempio nelle riprese di pugilato si ritiene opportuno replicare al rallentatore le fasi salienti di ogni round solo nell'intervallo; nel calcio, per non interrompere la trasmissione nel corso di una azione, può essere necessario ritardare oltre i 36 secondi la ripetizione rallentata di una parte di essa e così via.

Per evitare le limitazioni imposte dalla «memoria» della macchina, si impiega talvolta il rallentatore secondo lo schema di figura 13, che è assai più elaborato e costoso del precedente e viene pertanto riservato alle trasmissioni più importanti.

Il segnale di trasmissione viene registrato con continuità dal registratore magnetico convenzionale *a*, il cui nastro attraverso una serie di rinvii passa direttamente dalle proprie testine alle testine del registratore *b* tenuto permanentemente in posizione di riproduzione. All'uscita della macchina *b* si ha così in permanenza il segnale di trasmissione ritardato di un



Fig. 14. — Registratore video portatile professionale con telecamera.

tempo di qualche secondo (di solito  $8 \div 10$  secondi) in dipendenza della lunghezza del nastro esistente fra i due registratori. Il segnale uscente dal registratore *b* alimenta il rallentatore che però viene tenuto in condizione di attesa, cioè con i dischi in movimento e le testine fisse.

Al verificarsi di ogni azione si hanno così alcuni secondi di tempo, prima che il segnale video corrispondente giunga al rallentatore, per decidere se essa dovrà essere ripetuta rallentata oppure no; in caso di decisione affermativa si attende che le prime immagini dell'azione raggiungano il rallentatore e quindi si passa la macchina in registrazione. Al termine dell'azione si fermano di nuovo le testine del rallentatore. È così possibile immagazzinare nei dischi del rallentatore le immagini di una o più azioni interessanti, che possono essere ripetute rallentate in un qualsiasi tempo successivo.

Verificatasi un'azione è pure possibile, se essa è di breve durata, ripeterla immediatamente dopo a velocità normale commutando in trasmissione il segnale uscente dalla macchina *b* (mentre avviene la registrazione sul rallentatore) e poi ripeterla rallentata inviando in trasmissione il segnale del rallentatore.

#### 4. Mezzi speciali di registrazione.

La registrazione video ha realizzato negli ultimi anni notevoli progressi, sia attraverso un miglioramento degli apparati di registrazione convenzionali, sia attraverso la costruzione di nuovi mezzi destinati ad usi speciali.

Descriveremo brevemente uno di questi mezzi e precisamente il registratore video-magnetico portatile per usi professionali. Questa apparecchiatura, di recente realizzazione, è il naturale complemento della telecamera portatile, già esistente da tempo, per molte riprese televisive ed in particolare per quelle di attualità destinate ai notiziari. Queste riprese necessitano di mezzi leggeri, autonomi e in grado di fornire, nel più breve tempo possibile, il prodotto da trasmettere.

La cinepresa, nel formato 16 mm, normalmente impiegata, possiede le prime due caratteristiche ma non la terza. La pellicola infatti deve subire un complesso trattamento di sviluppo prima di essere pronta per il montaggio e la trasmissione; la colonna sonora, che in genere viene registrata su nastro da 1/4 di pollice, deve a sua volta essere riversata su nastro magnetico perforato prima di essere accoppiata al film della scena. Tutto questo può ritardare in modo sensibile i tempi di trasmissione.

Un complesso telecamera-registratore video magnetico, invece, se autonomo come alimentazione e leggero, può soddisfare le esigenze citate, in quanto è in grado di fornire un prodotto praticamente pronto per la trasmissione. Naturalmente il registratore deve utilizzare dimensioni di nastro e norme di registrazione uguali a quelle dei registratori impiegati, nei Centri di Produzione, per la messa in onda dei programmi; solo così infatti il nastro del registratore portatile è giuntabile con altri nastri e trasmettibile senza complicate e lunghe operazioni di riversamento. Il registratore portatile professionale in questione è rappresentato nella figura 14 insieme alla telecamera ad esso accoppiata.

Le principali caratteristiche del registratore sono le seguenti: registrazione video con il sistema a 4 te-

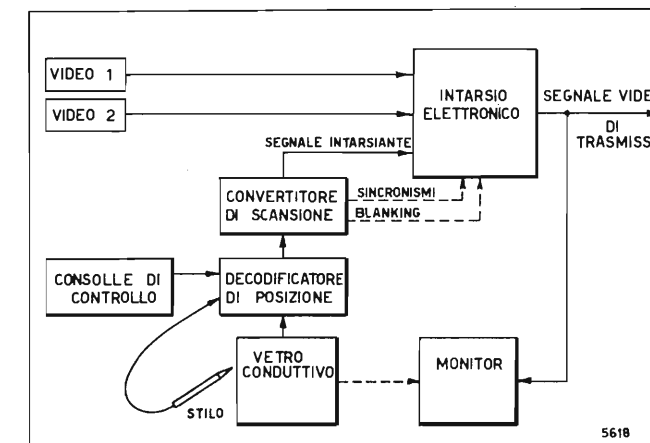


Fig. 15. — Apparecchio per l'animazione grafica di immagini TV. Schema di principio semplificato.

stine rotanti su nastro magnetico da 2 pollici, registrazione di segnali bianco e nero o a colori NTSC, PAL, SECAM, ingresso microfonico, registrazione pista audio con controllo automatico di guadagno, velocità del nastro 15 pollici al secondo, durata del nastro 20', peso circa 20 chilogrammi, alimentazione a rete o con batterie incorporate.

Il registratore è interamente comandato da pulsanti montati sulla telecamera, può riprodurre per controllo in bianco e nero sul mirino elettronico della telecamera il nastro registrato e può funzionare in qualsiasi posizione.

La qualità della registrazione è molto buona (solo di poco inferiore a quella dei registratori convenzionali), anche nel caso che si registri un segnale a colori. La qualità della riproduzione, invece, è accettabile solo per scopi monitori o per riversamenti su macchine convenzionali.

Il registratore portatile, infatti, per ragioni di leggerezza e semplicità, non è dotato degli elaborati servo-controlli meccanici e dei circuiti di correzione del segnale riprodotto, che vengono impiegati nelle macchine convenzionali durante la riproduzione.

Il nastro registrato dalla macchina portatile o un suo riversamento deve pertanto essere trasmesso mediante una macchina convenzionale.

La telecamera rappresentata nella figura 14 è una telecamera in bianco e nero a plumbicon. Non esistono ancora in commercio telecamere a colori sufficientemente leggere e portatili per l'uso che abbiamo descritto. Il registratore quindi, nella configurazione di figura 14, viene impiegato solo per riprese in bianco e nero.

Talvolta esso viene utilizzato per equipaggiare automezzi leggeri, dotati di 1 o 2 telecamere convenzionali, destinati a riprese di attualità o alla realizzazione di inserti esterni per le riprese di spettacolo degli studi TV. In tale caso, se le telecamere sono a colori, il registratore può essere chiamato a funzionare a colori in uno dei tre standard previsti.

Il registratore descritto, causa la sua complessità, risulta assai più delicato e costoso di una cinepresa; questo, insieme al peso che è ancora di un certo rilievo, limita la sua diffusione.

#### 5. Animazioni grafiche delle immagini TV.

L'animazione grafica delle immagini TV consiste nello scrivere, disegnare, tracciare diagrammi, ecc.,



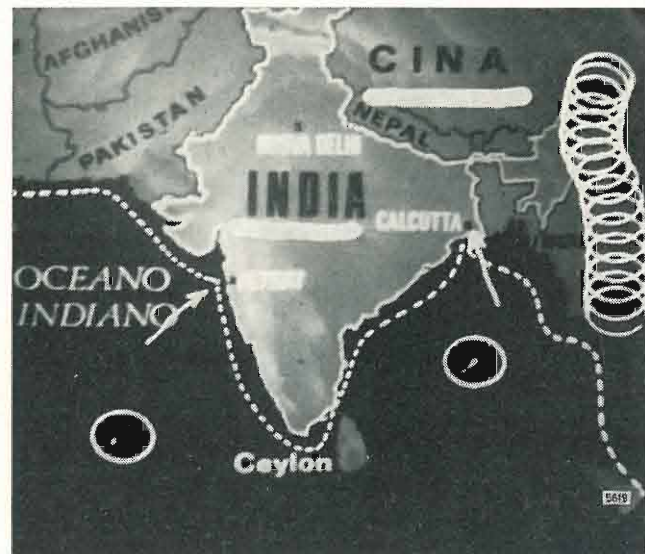


Fig. 16. — Alcune delle animazioni grafiche possibili con l'apparecchio di fig. 15.

direttamente sulle immagini televisive durante la loro registrazione e trasmissione. Questa possibilità può essere molto utile nelle trasmissioni sportive, scientifiche, meteorologiche (previsioni del tempo), ecc.

Lo schema a blocchi dell'apparecchio che permette di realizzare tale operazione è rappresentato in figura 15.

La persona addetta all'animazione dispone di un monitor, che ha lo schermo coperto da uno speciale vetro trasparente rettangolare reso conduttivo da uno strato di ossido di stagno, e di uno stilo per la scrittura.

Una differenza di potenziale di alcuni volts viene applicata alternativamente, alla frequenza di 10 kHz, fra i lati corti e fra i lati lunghi del vetro. Durante la scrittura lo stilo è così in grado di rilevare in ogni istante due differenze di potenziale (una rispetto ad un lato corto e l'altra rispetto ad un lato lungo), che rappresentano la sua posizione sul vetro e quindi sull'immagine da animare.

Lo stilo è collegato ad un decodificatore di posizione che provvede a separare le due differenze di potenziale (che si presentano mescolate in forma alternata alla frequenza di 10 kHz), e a trasformarle in due tensioni continue distinte, che ovviamente variano al variare della posizione dello stilo. Le due tensioni continue vengono applicate ad un convertitore di scansione che provvede a trasformarle in un segnale televisivo corrispondente alla traccia disegnata dallo stilo.

La parte principale del convertitore di scansione è costituita da un tubo a raggi catodici avente un pennello formato da elettroni veloci ed uno schermo a bassissima conducibilità.

Il pennello elettronico viene continuamente commutato (alla frequenza di alcune centinaia di chiloherz) dalla condizione di « scrittura » a quella di « lettura ».

Nella condizione « scrittura » la deflessione del pennello è comandata dalle due tensioni continue provenienti dal decodificatore di posizione, in modo che il pennello tracci sullo schermo del convertitore linee uguali a quelle che lo stilo traccia sul monitor; il pennello determina, per emissione secondaria, l'innalzamento del potenziale dei punti dello schermo colpiti e lo schermo mantiene a lungo la differenza di potenziale fra i punti colpiti e quelli non colpiti, in virtù della sua bassa conducibilità. Le linee rimangono così memorizzate.

Nella condizione « lettura » il pennello elettronico viene deflesso in modo da descrivere sullo schermo un raster televisivo (sincrono ed in fase con l'immagine del monitor); durante questa scansione il pennello analizza i punti dello schermo rilevando le linee a potenziale più elevato da esso stesso tracciate nella condizione « scrittura ».

In uscita dal tubo si ha così un segnale televisivo corrispondente alle linee tracciate dallo stilo sullo schermo del monitor. Tale segnale viene impiegato per intarsiare il segnale video di trasmissione ed ottenere così l'effetto di « scrittura » sulla immagine TV.

Le linee tracciate sull'immagine possono essere di dimensioni e forma varia in relazione ad alcune possibilità del sistema. Ad esempio interrompendo le due tensioni continue di deflessione, applicate al convertitore di scansione, mediante una forma d'onda impulsiva rettangolare, è possibile ottenere linee tratteggiate o punteggiate; sommando alle due suddette tensioni due forme di onda sinusoidali sincrone e sfasate di 90° è possibile trasformare in una circonferenza ogni punto tracciato dallo stilo; sommando alle stesse tensioni opportune forme d'onda è possibile ottenere disegni di forma varia (frece, nuvole, ecc.); interrompendo ritmicamente il segnale di intarsio uscente dal convertitore di scansione è possibile ottenere il lampeggiamento del disegno; la traccia dello stilo intarsiata sull'immagine può essere riempita con un bianco, un nero o con il video di una seconda immagine, che può così essere scoperta gradualmente dallo stilo stesso. Qualsiasi disegno può essere cancellato istantaneamente inondando lo schermo del tubo del convertitore mediante un forte flusso di elettroni a bassa velocità provenienti da una serie di catodi contenuti nel tubo.

Tutte queste possibilità operative sono controllate da un apposito sistema di comando a disposizione dello stesso operatore che manovra lo stilo.

Nella fotografia di figura 16 si possono osservare i risultati di alcune delle operazioni suddette. (1558)

## IL CENTRO ELETTRONICO DI RITRASMISSIONE AUTOMATICA DI MESSAGGIO (CERAM) DELLA ITALCABLE

FABRIZIO QUOJANI (\*)

**SOMMARIO** — Si sta sempre più sviluppando nel mondo l'impiego di sistemi elettronici a logica registrata per servizi di telecomunicazioni (telefonia, telegrafia, trasmissione dati, ecc.). L'articolo illustra le principali caratteristiche tecniche ed operative del sistema messo in servizio dalla Italcable per servizi di commutazione automatica di messaggio. Vengono infine accennate brevemente le previsioni di ampliamento dell'impianto e di sviluppo dei servizi offerti.

**SUMMARY** — *Italcable electronic system for message switching services.* The world-wide use of stored-program electronic systems for telecommunication services (such as telephony, telegraphy, data-transmission, etc.) is more and more expanding. The article illustrates the technical and operating characteristics of the system adopted by Italcable for message switching services. Information on the planned expansion of the equipment and of the services is also given.

### 1. Premessa.

Nel campo delle telecomunicazioni si sta verificando in modo sempre più vasto l'impiego di sistemi elettronici a calcolatore per l'automazione e lo sviluppo dei molteplici servizi offerti dalle Amministrazioni PT e dalle Compagnie Private riconosciute.

In Italia, nel quadro del piano generale di automazione dei servizi di telecomunicazioni, la Italcable ha intanto realizzato un primo centro di ritrasmissione automatica di messaggio basato sull'impiego di un elaboratore elettronico a logica registrata (1). Il sistema è stato denominato CERAM (Centro Elettronico di Ritrasmissione Automatica di Messaggio).

Il CERAM è attualmente impiegato per l'automazione del servizio telegrafico pubblico sulla rete internazionale della Italcable, dove esso ha sostituito progressivamente il Centro di ritrasmissione manuale precedentemente in esercizio, consentendo tra l'altro alla Società di realizzare sensibili economie di gestione e, al tempo stesso, di iniziare l'addestramento del proprio personale tecnico ed operativo all'impiego di nuovi mezzi a tecnologia avanzata.

Per quanto riguarda l'affidabilità e la rapidità di svolgimento del servizio telegrafico internazionale, l'importanza dell'introduzione del nuovo mezzo di commutazione di messaggio risulta immediatamente dalla considerazione che il sistema elettronico costituente la parte essenziale del CERAM effettua auto-

(\*) Dott. ing. Fabrizio Quojani della Italcable, Direzione Impianti, Roma.

Dattiloscritto pervenuto il 22 gennaio 1973.

(1) Per messaggio si intende un certo insieme di informazioni che devono essere trasmesse. Il messaggio, ad esempio un telegramma, è costituito da un testo completato da un certo numero di informazioni di servizio opportunamente disposte e codificate in modo da permetterne il trattamento da parte dei Centri telegrafici.

maticamente ed in un tempo brevissimo tutte quelle operazioni proprie di un Centro telegrafico internazionale (quali ad esempio il controllo dei telegrammi in ricezione, la determinazione della destinazione e dell'istradamento, la numerazione sequenziale, la ritrasmissione, l'archiviazione) che sono altrimenti condizionate dall'impiego di personale operatore e di apparati telegrafici elettromeccanici.

Il sistema CERAM è inoltre impiegato per l'introduzione del servizio di commutazione automatica di messaggio per utenti del servizio di canali intercontinentali in uso esclusivo (International Information exchange via a Computer Oriented Network: IRICON).



Fig. 1. — Vista d'insieme delle apparecchiature elettroniche DS (Data Switcher) impiegate nel Centro Elettronico di Ritrasmissione Automatica di Messaggio (CERAM) della Italcable.

### ERRATA-CORRIGE

Nell'ultimo paragrafo, a pag. 48 dell'articolo «La teleselezione da utente» di G. Sangiorgi ed A. Natali, pubblicato nel numero 2-1973, la quinta riga della prima colonna deve essere letta «rete da 3.130.000 a 8.306.000» anziché «rete da 8.130.000 a 8.306.000» come erroneamente è stato stampato.



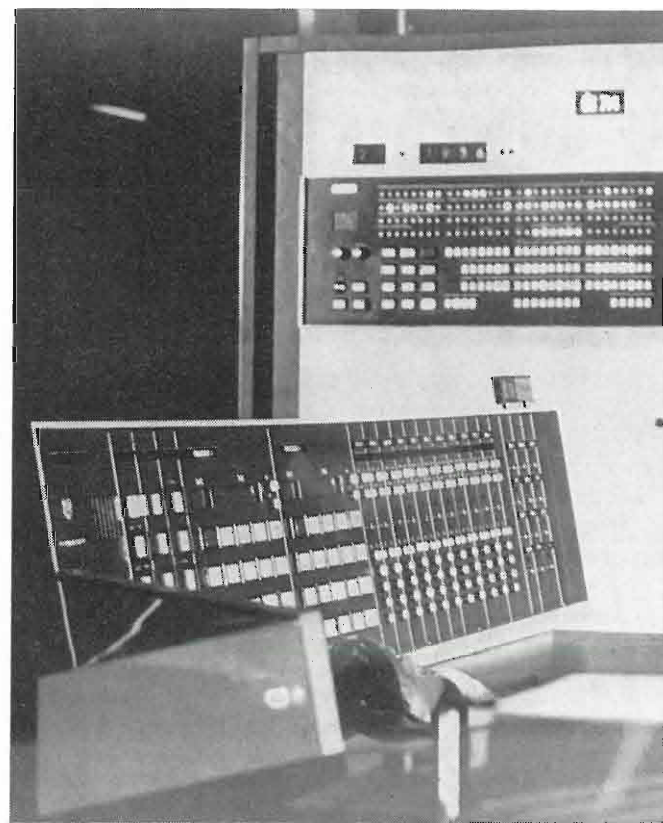


Fig. 2. — Pannelli di comando del posto di supervisione e della unità centrale del DS 714 Italcable.

2. Configurazione del sistema elettronico.

Il sistema elettronico impiegato per il CERAM è il DS (Data Switcher) 714 costruito dalla Philips Telecommunicatie Industrie di Hilversum. La foto di figura 1 mostra una vista d'insieme del sistema. La foto di figura 2 mostra i pannelli di comando del posto di supervisione e dell'unità centrale del DS 714.

Il sistema elettronico del CERAM è duplicato al fine di garantire il costante mantenimento dell'elevatissimo grado di affidamento globale richiesto dal servizio. Il principio di funzionamento è quello della cosiddetta riserva attiva (« hot stand-by mode »).

Lo schema a blocchi di figura 3 mostra la configurazione del DS 714 Italcable. Procedendo dalla periferia verso il centro, si ha anzitutto l'interfaccia telegrafica tra la rete di connessione esterna e l'elaboratore, costituita da un complesso di manipolatori/soccorritori telegrafici (uno per linea) che permette di collegare fino a 125 linee a bassa velocità (fino a 200 baud).

Si ha quindi il CIOM (Communications Input/Output Multiplexer), cioè il multiplex a divisione di tempo che provvede in entrata al prolungamento delle linee all'unità centrale, alla ricezione sequenziale bit per bit degli elementi costituenti i caratteri, al loro assemblaggio in caratteri ed al trasferimento in parallelo dei caratteri in memoria centrale. Le stesse operazioni in senso inverso sono eseguite dal CIOM in fase di trasmissione.

Il trasferimento dei caratteri alla/dalla memoria avviene tramite un canale multiplex (MIOC = Multiplex Input/Output Channel), alla velocità di circa 100.000 caratteri al secondo.

Segue l'unità centrale di elaborazione che svolge le

operazioni aritmetiche e logiche, esegue i programmi di elaborazione, e sovrintende al trasferimento dei dati ed al funzionamento dell'intero sistema. Essa comprende una memoria a nuclei di ferrite con tempo di ciclo di 2,2 microsecondi. La memoria è composta da due moduli di 65.536 caratteri ciascuno; ogni carattere è costituito da 8 bit di informazione e da un bit di parità.

Nella memoria centrale sono registrati i programmi che hanno maggiore priorità nella esecuzione, i programmi che sono richiamati più frequentemente e varie tabelle. In un'area della memoria sono inoltre memorizzati, in blocchi di 120 caratteri gestiti dinamicamente, i caratteri costituenti i messaggi che devono essere trasferiti ai/dai tamburi.

Il sistema comprende infine due unità a tamburo magnetico e quattro unità a nastro magnetico, tutte collegate all'elaboratore in linea e con commutazione automatica sull'unità in riserva attiva in caso di avaria della prima.

Il trasferimento dei dati dalla memoria ai tamburi e ai nastri e viceversa avviene tramite un canale tampone (Buffer Channel: BC), che consente una velocità massima di circa 500.000 caratteri al secondo.

Ogni tamburo ha la capacità di memorizzare circa 2,5 milioni di caratteri. I due tamburi, che contengono le medesime informazioni in quanto l'unità centrale in linea scrive contemporaneamente su entrambi (mentre la lettura viene effettuata da uno solo), sono impiegati come memorie ad accesso rapido. Essi contengono i programmi richiamati meno frequentemente e con basso livello di priorità e sono inoltre impiegati come memorie di transito per i telegrammi in attesa di trasmissione sui circuiti di uscita. I telegrammi su tamburo sono disponibili per ricerche, e ritrasmissioni entro un tempo di circa 10 secondi.

Delle quattro unità nastro, la prima è impiegata come nastro storico, la seconda per il parcheggio temporaneo del traffico (« drain tape »), la terza per la ricerca di telegrammi già trasmessi mentre la quarta è di riserva.

Sul nastro storico vengono memorizzati sia i blocchi di messaggio in ricezione, sia gli interi messaggi trasmessi.

Tutti i messaggi trattati dal sistema sono disponibili su tamburo e/o su nastro per ricerche o ripetizioni in linea. La ricerca può essere effettuata a mezzo di diverse chiavi (ad esempio attraverso il numero progressivo di ricevimento, il prefisso di linea e l'ora di ricevimento, oppure attraverso il prefisso ed il numero progressivo di uscita e l'ora della ritrasmissione).

I nastri magnetici sono successivamente inviati al Centro Elaborazione Dati della Società, dove il traffico trattato dal CERAM è sottoposto a varie elaborazioni contabili e statistiche.

3. Il principio della riserva attiva (hot stand-by).

Il sistema Italcable è dotato di due CIOM e di due Unità Centrali, disposte a costituire due catene funzionanti in parallelo (fig. 3). In condizioni normali di esercizio una delle due unità centrali lavora in linea, mentre la seconda si trova nello stato di riserva attiva (« hot stand-by mode »). Le linee telegrafiche in entrata ed in uscita sono collegate ad entrambi gli elaboratori, che ricevono pertanto contemporaneamente i caratteri costituenti i messaggi, ne effettuano l'as-

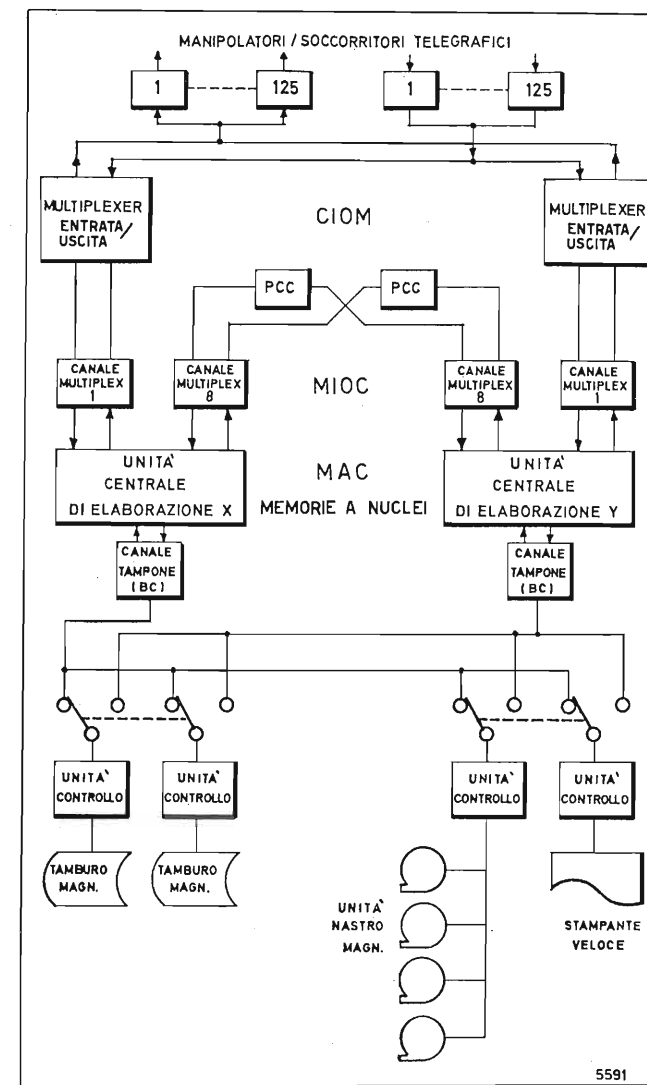


Fig. 3. — Schema a blocchi del sistema CERAM della Italcable.

semblaggio in blocchi da 120 caratteri e svolgono su questi ultimi l'intera serie di elaborazioni del ciclo di macchina cosiddetto di « Input Processing » fino ad avviare la registrazione dei blocchi sul tamburo.

Tutte le ulteriori elaborazioni, quali la memorizzazione dei blocchi di caratteri su tamburo e su nastro magnetico, il successivo nuovo trasferimento dei blocchi in memoria e la ritrasmissione dei messaggi sulle linee uscenti sono svolte dalla sola unità in linea.

L'elaboratore che si trova nelle condizioni di riserva attiva può essere intanto impiegato per altre elaborazioni statistiche o prove di programmi, per ricerche di messaggi già trasmessi, ecc.

L'eventuale avaria della unità in linea provoca automaticamente l'istantanea commutazione in linea dell'unità che si trovava nello stato di riserva attiva, senza interruzioni nel ricevimento del traffico o perdita di caratteri in entrata, e senza alcuna conseguenza sullo stato di avanzamento del programma di elaborazione dei messaggi già all'interno del sistema. Solo per i messaggi eventualmente in corso di ritrasmissione al momento dell'avaria e la cui trasmissione era quindi rimasta interrotta, l'unità centrale che riprende la elaborazione invierà in linea una apposita sequenza prevista dal Regolamento Telegrafico Internazionale e ne ricomincerà la trasmissione.

4. L'unità centrale di elaborazione (central processor).

Il DS 714 è un sistema che lavora in multiprogrammazione e in tempo reale ed è particolarmente progettato per la commutazione automatica di messaggio.

Le principali funzioni svolte dall'Unità Centrale sono: il controllo del trasferimento autonomo dei dati; la memorizzazione temporanea dei dati che transitano attraverso il sistema; la registrazione e il controllo del programma di supervisione; l'esecuzione dei programmi di ricezione, analisi, istradamento e trasmissione dei messaggi e relative attività accessorie.

Per eseguire queste funzioni il DS 714 si avvale, oltre che della memoria centrale e dei suoi circuiti logici ed aritmetici, di due speciali dispositivi che sono il Dispositivo di Gestione del Sistema di Priorità e di Interruzione (PCC = Priority Control Circuit, vedi fig. 3) ed il Dispositivo di Gestione dell'Accesso alla Memoria (MAC = Memory Access Circuit, vedi fig. 3).

Entrambi i dispositivi hanno grandissima importanza nella logica generale del sistema e, con la loro presenza, contribuiscono largamente ad accrescerne la velocità di lavoro, l'efficienza e la flessibilità. In particolare essi realizzano l'applicazione della tecnica della partizione di tempo (« time sharing ») nell'esecuzione del programma in esito al verificarsi di effettive richieste di intervento, e non secondo tecniche di scansione fisse.

Tutte le funzioni e le elaborazioni che il sistema deve svolgere sono registrate in una tabella di priorità in ordine dipendente dalla loro importanza relativa, raggruppate in 8 livelli di priorità ognuno dei quali è a sua volta suddiviso in 16 sottolivelli o « entry points ». Si ha quindi un potente sistema di 128 funzioni hardware e software, disposte secondo una predefinita scala gerarchica, in parte modificabile dinamicamente, alle quali corrispondono altrettanti « interrupt ».

Il PCC riceve dai vari sottosistemi periferici o dai programmi questi « interrupts », che sono delle richieste di sospensione del programma o dell'attività in corso di svolgimento in quell'istante e di abilita-

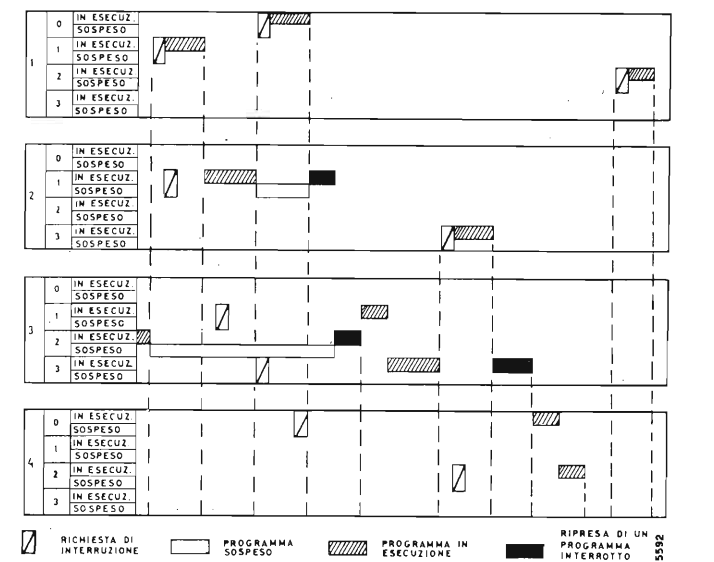


Fig. 4. — Schema del principio di funzionamento del sistema di priorità (PCC) e di interruzione (« interrupts ») dell'operazione in corso per inserire quelle di più elevato livello di priorità.







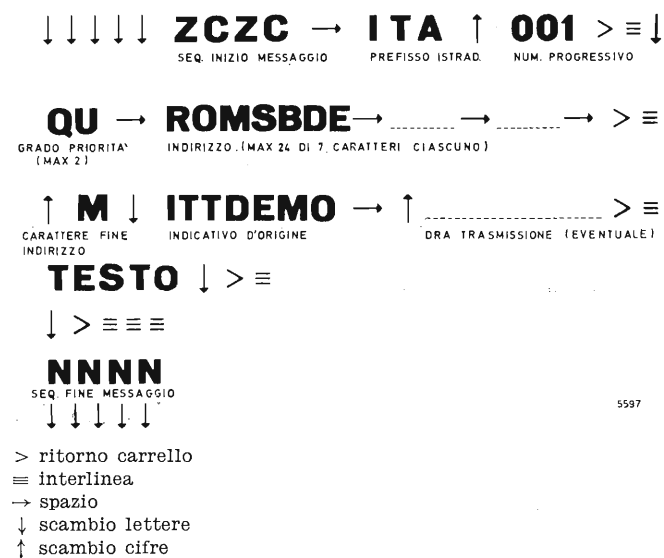


Fig. 9. — Schema del formato ATA/IATA.

del traffico giornaliero trattato dal sistema, sono da quest'ultimo deviati verso una Sala Operativa dove sono esaminati e corretti da operatori.

I messaggi di utenti IRICON contenenti errori che non ne permettano l'istradamento automatico da parte del sistema elettronico, sono da quest'ultimo ritrasmessi all'ufficio d'origine dell'utente per la correzione.

7. Posto di supervisione e Sala Operativa.

Il CERAM è completato da un Posto di supervisione, installato nella Sala Elaboratore, e da una Sala Operativa per il trattamento del traffico che non può essere istradato automaticamente.

Al Posto di supervisione è affidato il controllo dell'andamento tecnico e operativo del Centro. Esso è equipaggiato con un pannello di comando e supervisione a consolle (fig. 2) e con un gruppo di telescriventi, a mezzo dei quali possono essere dati comandi o possono essere ricevute informazioni dal sistema.

La Sala Operativa è costituita da gruppi di posti di lavoro equipaggiati con telescriventi, per il trattamento del traffico che l'elaboratore non è in grado di istradare automaticamente e per il trattamento del traffico di servizio.

In questa Sala si trova anche il Gruppo Ricerche sul Traffico (Retrieval Positions), che provvede alla ricerca ed alla ritrasmissione dei messaggi registrati nelle memorie (tamburi e nastri) del sistema. È possibile un « retrieval » a breve termine, da tamburo magnetico, fino a circa due ore dalla trasmissione del messaggio, ed un « retrieval » a lungo termine, da nastro magnetico. Nel primo caso il sistema rende

disponibile il messaggio in cinque secondi, nel secondo in circa cinque minuti.

8. Conclusioni.

Il CERAM della Italcable è entrato in servizio nel mese di gennaio 1972 e, per quanto riguarda la telegrafia pubblica, esso ha integralmente sostituito il centro di ritrasmissione manuale precedentemente in esercizio.

Per quanto riguarda la commutazione di messaggio per utenti di reti di canali in uso esclusivo (servizio IRICON), l'offerta di questo servizio a mezzo del CERAM ha permesso all'Italia di allinearsi a quei Paesi nei quali le Amministrazioni PT o Compagnie Private riconosciute lo hanno già offerto ad utenti dei servizi di telecomunicazioni internazionali.

A questa prima fase, ora in atto, seguirà a metà del 1973 una fase di ampliamento del Centro, consistente nell'aggiunta di sottosistemi di comunicazioni per l'allacciamento di altre 125 linee a 50-200 baud e di una prima sezione di 4 linee a media velocità (fino a 9.600 bit/s), che permetterà di soddisfare essenzialmente la prevista prima fase di sviluppo del servizio IRICON.

Successivamente, tra la fine del 1973 e gli inizi del 1974, sarà posta in servizio una seconda coppia di elaboratori Philips DS 714, in una configurazione di grande capacità e flessibilità sia per quanto riguarda le possibilità elaborative che l'allacciamento di circuiti ed il trattamento di formati e procedure di linea diverse. Questo secondo sistema, anch'esso, come detto, in configurazione duplicata e la cui espansione dipenderà dalle direzioni di sviluppo del servizio IRICON, permetterà di soddisfare le necessità di trattamento dei messaggi delle varie classi di utenti di questo servizio.

Complessivamente, la realizzazione di questi complessi impianti di commutazione automatica di messaggio metterà l'Italia all'avanguardia in campo europeo nell'ambito dell'impiego di elaboratori elettronici per servizi di telecomunicazioni. Essa sarà, in particolare, in grado di assicurare l'interconnessione degli impianti Italcable ai centri dell'Amministrazione PT italiana, in linea con i programmi di tale Amministrazione relativi alla introduzione di centrali di commutazione elettronica a Roma ed a Milano.

(1550)

BIBLIOGRAFIA

CCITT: White Book, Vol. II B, UIT 1969.  
 PHILIPS: DS 714 Message/Data Switching System - Engineering Considerations.  
 PHILIPS: DS 714 Message/Data Switching System - Operational Considerations.

LA TRASFORMATA DI HADAMARD  
 NELLA TRASMISSIONE NUMERICA DI IMMAGINI

F. ALBERICO, F. BOVE (\*)

SOMMARIO — Dopo alcuni richiami alla trasformata discreta di Fourier, si mettono in luce vantaggi ottenibili con la trasmissione della trasformata di Hadamard di un'immagine su un canale numerico. Viene poi illustrato un sistema di simulazione atto a valutare le prestazioni di vari algoritmi, in relazione alla loro capacità di ridurre il numero dei bit necessari per la codifica di un'immagine monocromatica, conservando un certo livello di qualità in ricezione. Si descrive, in particolare, un metodo di generazione di immagini mediante un procedimento di simulazione di Montecarlo.

SUMMARY — Hadamard transform digital image transmission. After a recall of the discrete Fourier transform, the image Hadamard transform transmission benefits are stressed. The performances of various algorithms have been then evaluated in a simulation system, with respect to their capabilities of bit number reduction and received pictures quality preservation in monochrome image coding. In particular a Montecarlo method of image generation is illustrated.

1. Introduzione.

La trasmissione di immagini trova applicazioni in diversi campi, come la televisione commerciale (per radiodiffusione circolare e su cavo), il videotelefono, la trasmissione rapida di documenti, le esplorazioni spaziali, ecc. Le previsioni di sviluppo rispetto ad altri servizi (telefonia, trasmissioni dati, ecc.), sono notevoli.

D'altra parte, col progresso tecnologico che rende possibile l'applicazione delle tecniche numeriche alla trasmissione di segnali a banda sempre più estesa (come sono i segnali di immagine) si sta sviluppando un crescente interesse per la ricerca sui vari metodi di compressione delle informazioni visive convertite in forma numerica, onde poter utilizzare nel modo migliore le vie di trasmissione « integrate » (cioè comuni a tutti i servizi) in corso di sviluppo.

Vari metodi di riduzione della quantità di informazione da trasmettere sono stati e sono attualmente allo studio. Per esempio il metodo della codifica differenziale, o quello del campionamento a frequenza ridotta. Alcuni metodi, molto promettenti, si basano su trasformazioni lineari di un'immagine campionata.

In questo lavoro verranno richiamati alcuni concetti relativi alla trasformazione di Fourier unidimensionale; poi verrà introdotta quella bidimensionale, e successivamente una trasformazione, quella di Hadamard, che di recente ha fatto intravedere notevoli possibilità applicative. Verrà infine presentato un procedimento di simulazione, con alcuni dei risultati ottenuti, relativo ad un sistema di riduzione, mediante trasformata di Hadamard, della capacità trasmissiva

(\*) Dott. ing. Franco Alberico, dott. Franco Bove, della RAI, Roma.  
 Dattiloscritto pervenuto il 5 marzo 1973.

I risultati su cui si basa il presente lavoro, sono stati oggetto di una comunicazione fatta nel corso di una tavola rotonda sulle tecniche numeriche, tenuta durante i lavori del « XIX Congresso Scientifico Internazionale per l'Elettronica » - Roma 27-30 marzo 1972.

in bit/s, necessaria ad un canale numerico per far transitare un'immagine monocromatica di date caratteristiche in un certo intervallo di tempo.

2. Metodi di trasformazione lineare.

2.1. TRASFORMATA DISCRETA DI FOURIER.

Gli esempi più noti di trasformazione lineare sono costituiti dalla serie di Fourier (per funzioni periodiche del tempo), e dalla trasformata di Fourier (per funzioni impulsive del tempo). Un altro esempio è la trasformata discreta di Fourier (bibl. 1), che viene definita con riferimento ad una funzione  $x(t)$ , su cui viene attuato un processo di campionamento nell'intervallo  $T$ . La  $N$ -pla di campioni  $x(k)$  per  $k = 0, 1, \dots, N-1$ , genera una  $N$ -pla di coefficienti spettrali  $x(j)$  per  $j = 0, 1, \dots, N-1$ , attraverso l'espressione:

$$[1] \quad x(j) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x(k) e^{-i2\pi jk/N}$$

Inversamente, dalla  $N$ -pla dei coefficienti  $x(j)$  si può risalire ai valori nel tempo  $x(k)$  attraverso l'espressione:

$$[2] \quad x(k) = \sum_{j=0}^{N-1} x(j) e^{i2\pi jk/N}$$

Le due sequenze  $x(k)$  e  $x(j)$  sono legate in maniera univoca attraverso la [1] e la [2]. Queste prendono il nome di trasformata discreta di Fourier, diretta ed inversa. Ponendo:

$$W_N = e^{i2\pi/N}$$

la [1] e la [2] si possono scrivere come:

$$x(j) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x(k) W_N^{-jk}$$



$$[3] \quad x(k) = \sum_{j=0}^{N-1} x(j) W_N^{jk},$$

con  $k$  e  $j = 0, 1, \dots, N-1$ .

Interpretando le  $N$ -ple  $x(k)$  e  $x(j)$  come due vettori, è possibile scrivere le [3] nella forma di prodotti di una matrice per un vettore:

$$[4] \quad \mathbf{x}(j) = [A] \cdot \mathbf{x}(k), \quad \mathbf{x}(k) = [B] \cdot \mathbf{x}(j),$$

dove:

$\mathbf{x}(k)$  viene denominato « vettore di entrata alla trasformazione »;

$\mathbf{x}(j)$  viene denominato « vettore di uscita dalla trasformazione »;

$$[A] = \frac{1}{N} [W_N^{-jk}] \text{ è la « matrice di trasformazione »;}$$

$$[B] = [W_N^{jk}] \text{ è la « matrice inversa di trasformazione ».}$$

In sintesi si può dire che la trasformazione discreta di Fourier è una operazione lineare che può essere scritta in forma di serie, secondo le [3], o in forma matriciale, secondo le [4].

È possibile generalizzare il discorso, considerando anche funzioni discrete di due variabili (bibl. 2). Se una funzione  $f(x, y)$  viene campionata secondo un mosaico quadrato formato da  $N \times N$  punti, definiti dalle coordinate  $x, y$ , con:

$$0 \leq x \leq N-1, \quad 0 \leq y \leq N-1,$$

allora le trasformate discrete (diretta e inversa) di Fourier della  $f(x, y)$  bidimensionale, sono definite come segue:

$$[5] \quad F(u, v) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \cdot \exp \left[ -\frac{2\pi i}{N} (xu + yv) \right],$$

$$f(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) \cdot \exp \left[ \frac{2\pi i}{N} (ux + vy) \right].$$

La prima delle [5] fa corrispondere a  $N^2$  valori di  $f(x, y)$  sul piano  $(x, y)$  gli  $N^2$  valori di una funzione  $F(u, v)$  sul piano  $(u, v)$ . Le variabili  $2\pi xu/N$  e  $2\pi yv/N$  sono dette « frequenze spaziali », e i valori della  $F(u, v)$  sono i coefficienti dello sviluppo della  $f(x, y)$  nel dominio delle frequenze spaziali.

Per ciò che riguarda il procedimento di calcolo da attuare, per esempio per la prima delle [5], è conveniente che esso sia condotto in due fasi successive. Nella prima fase si calcolano successivamente le trasformate unidimensionali  $F(u, y)$  secondo la coordinata  $x$  per ciascuna riga orizzontale di  $f(x, y)$ . Nella seconda fase si calcola la trasformata unidimensionale nella direzione  $y$ , per ciascuna riga verticale di  $F(u, y)$ , giungendo così alla trasformata composta  $F(u, v)$ .

Le [5] possono anche essere definite in forma matriciale:

$$[6] \quad [F] = [A] [f] [A], \quad [\hat{f}] = [A^*] [F] [A^*],$$

dove la  $\hat{f}$  è un'approssimazione, dovuta alla esecuzione materiale dei calcoli, della  $f$  di partenza; mentre con  $[A^*]$  si è indicata la coniugata di  $[A]$ .

La matrice di trasformazione  $[A]$ , ricordando la posizione:  $W = \exp [i 2\pi/N]$ , ha la seguente espressione:

$$[7] \quad [A] = \frac{1}{\sqrt{N}} \begin{bmatrix} W^0 & W^0 & \dots & W^0 \\ W^0 & W^{-1} & \dots & W^{-(N-1)} \\ W^0 & W^{-2} & \dots & W^{-2(N-1)} \\ W^0 & W^{-(N-1)} & \dots & W^{-(N-1)^2} \end{bmatrix}$$

Si può verificare che vale la relazione:

$$[8] \quad [A^*] = [A]^{-1},$$

cioè la complessa coniugata è uguale all'inversa di  $[A]$  (proprietà valida per le matrici unitarie e simmetriche). Perciò le [6] possono essere scritte in forma più generale come segue:

$$[9] \quad [F] = [A] [f] [A], \quad [\hat{f}] = [A]^{-1} [F] [A]^{-1}.$$

## 2.2. LA TRASMISSIONE DI IMMAGINI.

L'analisi di Fourier nel dominio delle frequenze spaziali si è rivelata molto feconda di risultati per molte tecniche basate sulla manipolazione di immagini, come ad esempio i vari tipi di elaborazione per la correzione di difetti dovuti al sistema ottico, per il riconoscimento e la classificazione di forme, o per la codifica necessaria ad una trasmissione in forma numerica.

La realizzazione concreta di sistemi di manipolazione di immagini basati sulla esecuzione della trasformata di Fourier, può avvenire per mezzo di tecniche ottiche (bibl. 2), o per mezzo di elaboratori elettronici (bibl. 2). Una spinta decisiva, all'adozione di tecniche di questo secondo tipo, è stata data dall'introduzione di un nuovo algoritmo di calcolo, molto efficiente, denominato FFT (Fast Fourier Transform: trasformata rapida di Fourier) (bibl. 3). Tale algoritmo permette una notevole riduzione del numero di operazioni necessarie per il calcolo della trasformata discreta di Fourier. Nel caso di una funzione di una sola variabile, supponendo di riferirsi ad una sequenza di  $N = 8$  campioni, invece di dover eseguire  $N^2 = 64$  operazioni di prodotto più somma, ne occorrono soltanto  $N \cdot \log N = 24$ . Il rendimento dell'algoritmo è sempre più elevato al crescere di  $N$ . Per  $N = 1024$ , esso risulta all'incirca di 200 : 1.

Ci si riferisca ora in particolare, fra le altre tecniche per cui risulta utile l'applicazione dell'analisi di Fourier, a quella della codifica delle immagini per trasmissioni numeriche: essa consiste nel calcolo della trasformata bidimensionale di Fourier dell'immagine campionata, nella trasmissione di tale trasformata, o di una funzione da questa derivata per mezzo di processi particolari (per esempio: quantizzazione, codifica, ecc.), nella ricostituzione dell'immagine originale al ricevitore mediante la trasformata inversa.

Si è verificato sperimentalmente che la doppia trasformazione ha scarsa influenza agli effetti pratici sulla

fedeltà dell'immagine riprodotta. La trasmissione della trasformata, in luogo dell'immagine originaria, offre al contrario due vantaggi:

- a) una certa immunità agli errori del canale;
- b) la possibilità di ridurre la quantità di informazione, misurata in bit per immagine, che è necessario trasmettere.

Riguardo al punto a) è sufficiente considerare che, se si trasmette il segnale costituito dall'immagine spaziale reale, gli errori casuali del canale danno luogo in ricezione ad errori di ricostruzione dei vari punti con la stessa distribuzione casuale, che, all'occhio di un osservatore, appaiono come un effetto disturbante ad alta frequenza del tipo a « sale e pepe », molto fastidioso. Si supponga invece che vengano trasmessi i campioni della trasformata diretta, e che si verifichino gli stessi errori casuali dovuti al canale: al momento della ricezione, viene operata la trasformazione inversa, ed ogni campione di questa si traduce nella luminanza di un punto dell'immagine ricostruita. Poiché la trasformata inversa risulta definita in modo tale che ogni valore da essa assunto sia una somma pesata di tutti i valori trasmessi della trasformata diretta, si verifica di conseguenza una redistribuzione su tutta l'immagine di ciascun errore di trasmissione. L'effetto, per un osservatore, è simile a quello di un disturbo di bassa frequenza meno fastidioso del « sale e pepe ». Si può dunque dire che la proprietà di mediare gli errori, propria della trasformata, si traduce in una certa immunità agli errori del canale.

Per ciò che riguarda il punto b), l'esame di una gran quantità e varietà d'immagini ha permesso di accertare che la maggior parte dell'informazione, nel dominio delle frequenze spaziali, si concentra lungo gli assi coordinati e intorno all'origine. Si può trarre da ciò la conclusione che la maggior parte dei campioni relativi alle alte frequenze spaziali hanno piccolissima ampiezza e pertanto possono essere trascurati: di conseguenza può venir ridotto il tempo di occupazione del canale di trasmissione, o può essere usato un canale con capacità trasmissiva inferiore.

La trasformata di Fourier è stata la prima ad essere applicata alla tecnica della trasmissione numerica di immagini, a causa della disponibilità di un algoritmo di calcolo molto efficiente. Ma occorre domandarsi se sia possibile impiegare altri tipi di trasformata. Si può pensare ad esempio alla trasformata di Hadamard. Questa ha le caratteristiche di base della trasformata di Fourier: è un operatore bidimensionale, che ammette un inverso, il quale anzi coincide con esso; possiede la proprietà di mediare gli errori; attua una redistribuzione del contenuto di informazione dell'immagine; infine anche per tale trasformata esiste un algoritmo di calcolo molto efficace, analogo alla FFT.

## 2.3. LA MATRICE DI HADAMARD.

Conviene ora esaminare alcune delle proprietà delle matrici di Hadamard, su cui è basata la trasformata omonima.

Una matrice di Hadamard è una matrice quadrata, i cui  $N \times N$  elementi possono assumere solo i valori  $+1$  e  $-1$ . È una matrice ortogonale, in quanto le sue righe e colonne sono fra loro ortogonali, il che

vuol dire che i prodotti fra le righe o le colonne sono tutti nulli, eccetto quelli di ogni riga o colonna per se stessa, che valgono  $N$ .

Se  $[H]$  è una matrice  $N$  per  $N$  di Hadamard, il suo prodotto per la trasposta è:

$$[10] \quad [H] [H]^T = N [I],$$

dove  $[I]$  è la matrice identità, in cui sono uguali ad uno solo gli elementi della diagonale principale, mentre gli altri valgono zero.

Se  $[H]$  è simmetrica, la [10] si riduce alla:

$$[11] \quad [H] [H] = N [I].$$

Per una matrice ortogonale e simmetrica vale anche la relazione:

$$[12] \quad [H] = [H]^{-1},$$

che stabilisce la coincidenza tra tale matrice e la sua inversa.

La matrice di Hadamard di ordine inferiore è quella di ordine 2:

$$[13] \quad [H]_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}.$$

Inoltre, se esiste una  $[H]$  di ordine  $N$  ( $N > 2$ ), allora è  $N \equiv 0 \pmod{4}$ , cioè  $N$  è multiplo intero di 4. Non si è riusciti però a dimostrare la sufficienza di questa condizione, cioè l'esistenza di una  $[H]$  per ogni valore di  $N$  multiplo intero di 4: si conosce solo il modo di costruire le  $[H]$  per tutti i valori permessi di  $N$ , fino a 200. Il tipo più semplice di costruzione disponibile, si ha per  $N = 2^n$ , con  $n$  intero. Dalla  $[H]_2$  si può passare alla  $[H]_4$  per mezzo di un prodotto di Kronecker:

$$[14] \quad [H]_4 = [H]_2 \times [H]_2 = \begin{bmatrix} 1 \cdot [H]_2 & 1 \cdot [H]_2 \\ 1 \cdot [H]_2 & -1 \cdot [H]_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Generalizzando, si può scrivere:

$$[15] \quad [H]_{2^n} = [H]_2 \times [H]_{2^{n-1}} = \begin{bmatrix} 1 \cdot [H]_{2^{n-1}} & 1 \cdot [H]_{2^{n-1}} \\ 1 \cdot [H]_{2^{n-1}} & -1 \cdot [H]_{2^{n-1}} \end{bmatrix}.$$

Per le matrici  $[H]_2$  generate a partire dalla [13] si può anche fornire una interpretazione in termini di frequenza. Basta osservare, per esempio, nella [14] il numero dei cambiamenti di segno che avvengono in ciascuna riga: 0 nella 1ª, 3 nella 2ª, 1 nella 3ª, 2 nella 4ª. Designando col termine di « sequenza », in analogia con la frequenza, il numero di cambiamenti di segno che avvengono in ogni riga, si può parlare di righe a sequenza 0, 1, 2, 3. In una matrice di ordine  $N = 2^n$ , si possono individuare tutte le sequenze da 0 a  $N-1$ .

## 3. La trasformata di Hadamard di un'immagine.

Sia  $f(x, y)$  una funzione discreta risultante dal campionamento su  $N$  per  $N$  punti della luminanza di un'immagine analogica. La trasformata bidimensio-



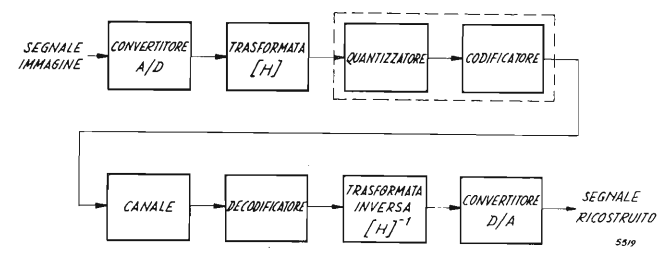


Fig. 1. — Schema a blocchi di un sistema di trasmissione di immagini mediante trasformata di Hadamard [H].

nale di un'immagine è definita, in forma matriciale, dall'espressione:

$$[16] \quad F(u, v) = [H(u, v)] [f(x, y)] [H(u, v)].$$

Questa operazione può essere interpretata come lo sviluppo della funzione spaziale  $f(x, y)$  nel dominio  $(u, v)$  delle sequenze spaziali, essendo ciascun termine  $F(u, v)$  un coefficiente spettrale di tale sviluppo.

La trasformata inversa si ottiene, come nel caso delle [9] relative alla trasformata di Fourier, pre- e post-moltiplicando la  $[F]$  per l'inversa di  $[H]$ , che per la [12] coincide con la  $[H]$  stessa. Perciò, tenendo conto degli errori di calcolo che impediscono di ottenere esattamente la funzione di partenza, si può scrivere:

$$[17] \quad \hat{f}(x, y) = [H(u, v)] [F(u, v)] [H(u, v)].$$

Introducendo la [16] nella [17], si ottiene:

$$\hat{f} = [H] ([H] [f] [H]) [H] = ([H] [H]) [f] ([H] [H]),$$

e poiché vale la [11], risulta:

$$[18] \quad \hat{f} = N^2 [f].$$

Dalla [18] risulta che, dopo un doppio processo di trasformazione, si ottiene, a meno di errori di calcolo, la funzione di partenza moltiplicata per il coefficiente  $N^2$ .

Per le matrici di Hadamard simmetriche, di ordine  $N = 2^n$ , la trasformata bidimensionale di Hadamard può essere scritta, in analogia con le [5], in forma di serie:

$$[19] \quad F(u, v) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) (-1)^{p(x, y, u, v)},$$

dove  $p(x, y, u, v)$  è una funzione che può assumere i soli due valori 0 oppure 1, e in conseguenza il fattore  $(-1)^{p(x, y, u, v)}$  può assumere solo i valori +1 e -1. Ciò significa che ogni coefficiente  $F(u, v)$  dello sviluppo della  $f(x, y)$  nel dominio spettrale  $(u, v)$  viene ottenuto sommando e sottraendo opportunamente tra loro tutti i termini  $f(x, y)$ .

In particolare, se si considera il termine  $F(0, 0)$  relativo alla sequenza  $(0, 0)$ , poiché il fattore di  $f(x, y)$  vale sempre 1, esso risulta semplicemente:

$$[20] \quad F(0, 0) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y),$$

cioè proporzionale alla luminanza media dell'immagine originale. Tale termine  $F(0, 0)$ , se  $L$  è una co-

stante che indica il valore massimo di luminanza nell'immagine, potrà assumere al massimo il valore:

$$[21] \quad F(0, 0)_{\max} = N^2 \cdot L.$$

Per tutti gli altri elementi della matrice  $[F(u, v)]$ , la dinamica è compresa tra i limiti estremi  $\pm L N^2/2$ . Infatti ciascun  $F(u, v)$  è dato, secondo la [19], come somma di un ugual numero di termini  $f(x, y)$  positivi e negativi: il valore estremo positivo si avrà nel caso in cui tutti i termini  $f(x, y)$  da prendere col segno + corrispondano a valori di luminanza uguali al massimo  $L$ , e contemporaneamente tutti i termini  $f(x, y)$  da prendere col segno - corrispondano a valori nulli di luminanza. In base a considerazioni analoghe si determina il valore estremo negativo, che sarà l'opposto del precedente.

Una notevole proprietà della trasformata di Hadamard è dovuta al fatto che gli elementi della matrice  $[H]$  possono assumere solo i valori +1 e -1, e quindi il suo calcolo comporta solo somme e differenze tra numeri reali, mentre il calcolo della trasformata di Fourier richiede somme, differenze e moltiplicazioni tra numeri complessi. Quindi, impiegando un algoritmo veloce, analogo all'FFT già menzionato, e denominato FHT (Fast Hadamard Transform: trasformata rapida di Hadamard), l'esecuzione della trasformata di Hadamard su un elaboratore numerico richiede un tempo nettamente più breve di quella di Fourier.

#### 4. Sistema generalizzato di trasmissione di immagini mediante trasformata, e sua simulazione.

Lo schema a blocchi di un sistema generalizzato di trasmissione di immagini mediante trasformata è rappresentato in figura 1.

Tale sistema può riferirsi ad esempio alla trasmissione di segnali televisivi commerciali su canali numerici. Ove si considerino segnali televisivi di standard G (quello impiegato in Italia), è stato mostrato (bibl. 4) che per essi è possibile adottare una codifica in PCM lineare coi seguenti parametri fondamentali:

- frequenza di campionamento:  $f_c = 11,08$  MHz;
- numero di bit per campione:  $n = 8$ .

Si renderebbe pertanto necessaria una capacità del canale numerico pari a circa 88 M bit/s. Una possibile soluzione del problema della riduzione di tale capacità, per quanto detto al paragrafo precedente, potrebbe essere quella di operare una trasformazione di Hadamard sul segnale immagine, prima di passare alle successive operazioni di quantizzazione e codifica. Ciò significa fare l'ipotesi che si possa avere a disposizione in un futuro più o meno lontano un elaboratore numerico speciale che riesca a svolgere tutti i calcoli richiesti dalla trasformata  $[H]$ , in tempo reale: cioè il tempo di elaborazione impiegato per ogni immagine non dovrebbe superare i 40 ms, poiché la velocità di trasmissione è di 25 quadri al secondo. Un elaboratore di tali caratteristiche non è per ora disponibile, ma è comunque possibile fare indagini sui risultati ottenibili coi vari metodi di codifica delle trasformate di immagini, impiegando opportune apparecchiature atte a trasferire un'immagine reale (per esempio disponibile in forma di segnale all'uscita di un analizzatore di diapositive) nella memoria di un elaboratore. Questo, per mezzo di opportuni programmi, potrà simulare le operazioni di trasforma-

zione diretta, codifica, trasmissione, decodifica e trasformazione inversa. Successivamente, l'immagine così trattata, mediante apparecchiature d'interfaccia, potrà essere visualizzata su un monitor per gli opportuni confronti con l'immagine di partenza.

Il presente lavoro è stato condotto su questa base, impiegando però immagini numeriche anche esse ottenute per simulazione. Il modello matematico progettato, basato sullo schema di figura 1, ha consentito di condurre un'analisi preliminare delle caratteristiche fondamentali del sistema. Naturalmente è chiaro che il modello matematico non è sostituibile a uno studio di carattere sperimentale, ma ne può costituire solo la premessa: esso infatti è costruito mediante un'approssimazione, in quanto tiene conto solo di alcuni dei parametri che realmente influenzano il fenomeno fisico; d'altra parte la valutazione dei parametri, che in numero limitato sono stati inseriti nel modello matematico, non può esimere da una successiva verifica della effettiva qualità soggettiva dell'immagine ottenuta.

#### 4.1. CONVERTITORE A/D.

Si premette che in tutto il seguito del presente lavoro si farà sempre riferimento ad immagini monocromatiche. È ovvia l'estensione al caso di immagini policromatiche, ove si pensi che mediante analisi con opportuni filtri separatori ci si può ricondurre al caso di terne di immagini monocromatiche corrispondenti ai tre colori primari.

Supponendo che la sorgente dia luogo ad un segnale analogico, il convertitore A/D opera sullo stesso mediante un opportuno campionamento ed una successiva quantizzazione. Nel presente modello si suppone che l'immagine iniziale, fornita dalla sorgente, sia scomposta in una successione di immagini parziali, e che ciascuna di queste sia rappresentata da una funzione  $f(x, y)$  bidimensionale che esprima analiticamente l'andamento spaziale della sua luminanza. A tale funzione continua  $f(x, y)$  viene sostituita la sua espressione in forma campionata cioè la matrice  $[f(x, y)]$ : si suppone cioè che il segnale d'entrata al sistema si trovi già in forma campionata. Si assume poi che le matrici delle sottoimmagini siano costituite da  $N^2 = 16 \times 16$  elementi, e che la luminanza sia compresa tra il valore 0 (livello nero) e il valore 15 (livello bianco). Di conseguenza il convertitore A/D si riduce al solo quantizzatore.

Il comportamento di un quantizzatore, in generale, è individuato da tre parametri: la caratteristica cioè la curva che in funzione dei livelli di transizione relativi al segnale d'entrata, dà i livelli di quantizzazione relativi al segnale d'uscita; la dinamica, che è il campo di variazione del segnale d'entrata, compreso tra i livelli minimo e massimo di transizione; il numero dei livelli (o dei bit) di quantizzazione. Nel presente lavoro si è sempre operato per semplicità con una curva caratteristica di tipo lineare.

Il particolare quantizzatore di cui risulta composto il convertitore A/D, possiede i seguenti requisiti.

- a) caratteristica lineare;
- b) dinamica, costante per ogni campione compresa tra i valori estremi 0 e 15 dei livelli nero e bianco del segnale;
- c) numero di livelli uguale per tutti i campioni: nel presente lavoro si è operato sempre con 256 livelli, pari a 8 bit ( $2^8 = 256$ ), per campione.

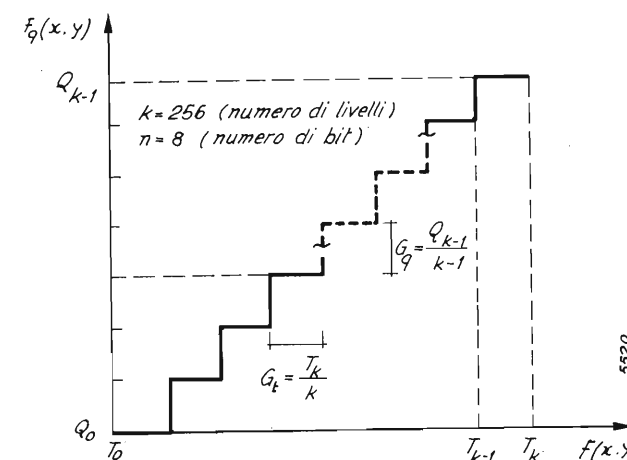


Fig. 2. — Caratteristica del quantizzatore appartenente al convertitore A/D d'entrata.

Indicando con INT... la funzione «intero di...», la descrizione in forma analitica del quantizzatore è (vedi fig. 2):

$$[22] \quad f_q(x, y) = \text{INT} \left[ \frac{f(x, y)}{T_k/k} \right] \cdot \left[ \frac{Q_{k-1}}{k-1} \right] = \text{INT} \left[ \frac{f(x, y)}{G_t} \right] \cdot G_q,$$

essendo:

- $f(x, y)$  l'ampiezza del campione in entrata;
- $f_q(x, y)$  l'ampiezza del campione quantizzato;
- $k = 2^n$  il numero di livelli di quantizzazione (mentre  $n$  è il numero dei bit di quantizzazione);
- $T_k$  è il segnale estremo superiore della dinamica del segnale d'entrata (uguale a 15, nel nostro caso);
- $Q_{k-1}$  è il valore estremo superiore della dinamica del segnale quantizzato;
- $G_t = \frac{T_k}{K}$  è l'ampiezza del gradino di transizione;
- $G_q = \frac{Q_{k-1}}{k-1}$  è l'ampiezza del gradino di quantizzazione, che nel presente lavoro è sempre stato assunta uguale a  $G_t$ .

Il funzionamento del quantizzatore descritto è stato tradotto nel programma PRWH4 (fig. 11).

Il quantizzatore di entrata ha il solo scopo di permettere l'impiego di metodi numerici nella realizzazione pratica della successiva operazione di trasformazione e la sua presenza comporta una trascurabile degradazione (in termini di rapporto segnale/disturbo) del segnale di ricezione.

#### 4.2. ESECUZIONE DELLA TRASFORMATA.

Tale operazione consiste nell'applicare la [16] al segnale quantizzato  $f_q(x, y)$ . Il doppio prodotto matriciale comporta un numero di operazioni pari a  $4 N^3$  dove  $N$  è l'ordine delle matrici. È evidente che il numero delle operazioni da effettuare diventa rapidamente proibitivo al crescere di  $N$ . Esistono, però,



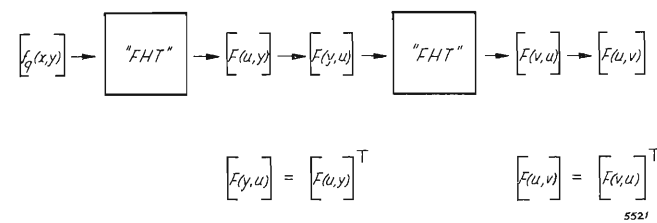


Fig. 3. — Procedimento logico per il calcolo della trasformata  $[H]$  bidimensionale, con l'impiego di un algoritmo FHT.

come è già stato detto, algoritmi di calcolo veloci, denominati FHT, che permettono di ridurre notevolmente il numero di operazioni necessarie. L'uso di un algoritmo « FHT » si è dimostrato già conveniente per matrici di luminanza composte da  $16 \times 16$  elementi.

Nel presente lavoro è stato usato l'algoritmo descritto in bibl. 5. Poiché esso opera su un vettore, cioè esegue una trasformata unidimensionale, è stato impiegato secondo il procedimento logico illustrato nella figura 3. In questa si nota che l'algoritmo « FHT » è stato applicato in due fasi: nella prima, alla matrice  $[f_a(x, y)]$  per eseguire la trasformata dei vettori riga, ottenendo la matrice  $[F(u, y)]$ ; nella seconda, è stato applicato alla trasposta della  $[F(u, y)]$  cioè alla  $[F(y, u)]$ , ottenendo la  $[F(v, u)]$  e, per trasposizione, la  $[F(u, v)]$ . Il programma relativo è il PRWH2 (fig. 11).

Dalla [18] si rileva che per ottenere l'immagine di partenza alla fine della doppia trasformazione (diretta e inversa) occorre moltiplicare per la costante  $1/N^2$ . Tale moltiplicazione, nel programma PRWH2, è stata eseguita sulla matrice trasformata diretta, in modo da far coincidere (vedi la [20]) il termine  $1/N^2 \cdot F(0, 0)$  con il valor medio dell'insieme degli elementi della matrice  $[f_a(x, y)]$ . Ciò permette di effettuare un controllo molto utile, durante l'esecuzione dei calcoli, che garantisca che non si siano verificati errori grossolani nell'esecuzione della trasformata diretta.

4.3. QUANTIZZATORE E CODIFICATORE.

La caratteristica di tale quantizzatore sarà assunta, come già detto, di forma lineare.

Relativamente alla dinamica, occorre dire che in linea di principio sarebbe possibile evitare qualunque errore dovuto a saturazione, assegnando al quantizzatore una dinamica uguale per tutti i campioni di trasformata  $F(u, v)$ , e pari al valor massimo di essa, cioè a  $\pm L/2$  (vedi paragrafo 3). In tal modo, a parità del numero dei livelli di transizione, la distanza tra di essi diverrebbe massima e si darebbe luogo pertanto all'inconveniente di massimizzare l'errore di quantizzazione. È opportuno quindi diminuire la dinamica del quantizzatore rispetto al valore massimo  $\pm L/2$ , compensando i maggiori errori di saturazione che così si verificano col minor valore degli errori di quantizzazione. Questo compromesso potrà essere trovato facendo delle ipotesi sulle leggi di variazione statistica dei campioni della trasformata, leggi che è intuitivo pensare dipendenti dalla posizione nel piano spettrale delle sequenze  $(u, v)$ .

Per ciò che riguarda il numero dei livelli di quantizzazione, esso verrà assegnato in relazione alla dinamica ipotizzata per campione o gruppo di campioni della trasformata, col criterio di mantenere all'in-

circa costante l'ampiezza dei gradini della caratteristica di quantizzazione e di conseguenza gli errori di quantizzazione: pertanto, al diminuire della dinamica, potrà venire diminuito il numero dei bit assegnati. Sono stati studiati quattro modelli di quantizzatore-codificatore.

4.3.1. Quantizzatore-codificatore N. 1 (programma PRWH3).

Nel lavoro di Pratt e Andrews (bibl. 6) si fa l'ipotesi che sul piano della trasformata  $F(u, v)$  le curve a dinamica costante siano circonferenze concentriche con centro nell'origine. Poncein, in (bibl. 5), ha supposto invece che tali curve siano iperboli equilateri con gli asintoti giacenti sugli assi  $u$  e  $v$ . Nel presente lavoro si è adottata questa seconda ipotesi perché giustificata da un'adeguata indagine statistica: in pratica si è operata una suddivisione della matrice in zone, i cui confini tentano di approssimare le iperboli teoriche.

Si suppone che la dinamica dei campioni sia costante all'interno di una zona, ma decrescente all'aumentare della distanza della zona dal punto  $(0, 0)$ . Il numero di bit assegnato ai gruppi di campioni di ogni zona risponde al criterio già enunciato di rendere all'incirca costanti gli errori di quantizzazione. Inoltre si fa l'ipotesi che le dinamiche assegnate a ciascuna zona siano centrate intorno allo zero, cioè che il valor medio di ciascun campione di trasformata sia nullo. Nel programma PRWH3, la scelta delle zone non è modificabile nel corso delle prove.

Il comportamento del quantizzatore PRWH3 (fig. 11) può dunque essere sintetizzato nel seguente modo:

- a) caratteristica lineare, centrata rispetto al valore zero (fig. 4);
- b) dinamica costante per gruppi di campioni (zone) della  $F(u, v)$  (fig. 5). Si può trovare un esempio di assegnazione di tali dinamiche nella tabella 1:

Tabella 1

Zone	Dinamiche
1	$0 \div 15 = 0 \div 15$
2	$\pm 15/8 = \pm 1,87$
3	$\pm 15/8 = \pm 1,87$
4	$\pm 15/8 = \pm 1,87$
5	$\pm 15/16 = \pm 0,93$
6	$\pm 15/64 = \pm 0,23$
7	$\pm 15/64 = \pm 0,23$

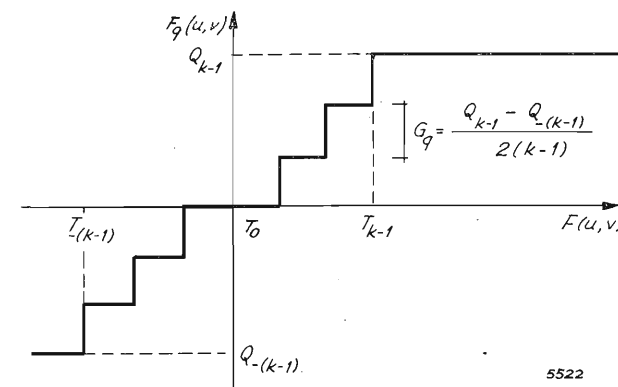


Fig. 4. — Quantizzatore n. 1: caratteristica relativa ad una zona codificata con tre bit (3 livelli, di cui due coincidenti) per campione.

È da osservare che le zone a dinamica costante, con i dati di tabella 1, si riducono in effetti a 4, in quanto si ha una fusione fra la 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup>, e fra la 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup>.

- c) il numero dei bit è costante nell'interno di ciascuna zona ed è variabile da zona a zona.

Posto  $2k = 2^n$ , il numero dei livelli di quantizzazione, la descrizione analitica del quantizzatore è data in generale da:

$$[23] \quad F_q(u, v) = \text{INT} \left[ \frac{F(u, v)}{G_t} \right] \cdot G_q,$$

con le condizioni:

$$F_q(u, v) = Q_{k-1}, \quad \text{se } \text{INT} \left[ \frac{F(u, v)}{G_t} \right] > T_{k-1};$$

$$F_q(u, v) = Q_{-(k-1)}, \quad \text{se } \text{INT} \left[ \frac{F(u, v)}{G_t} \right] < T_{-(k-1)};$$

$$F_q(u, v) = 0, \quad \text{se } n = 0.$$

4.3.2. Quantizzatore - codificatore N. 2 (programma PRWH3A).

Ha un comportamento identico al codificatore N. 2. La differenza riguarda solo il programma, che ora permette di variare la configurazione delle zone ai fini di una ottimizzazione. Il comportamento del quantizzatore N. 2, viene espresso analiticamente nella stessa maniera del quantizzatore N. 1.

4.3.3. Quantizzatore - codificatore N. 3 (programma PRWH3B).

- a) caratteristica lineare;
- b) dinamica ottimizzata statisticamente elemento per elemento;
- c) numero dei bit ottimizzato (statisticamente) elemento per elemento.

Tale quantizzatore è basato sul metodo della quantizzazione per blocchi, per il quale si ottimizza l'assegnazione del numero di bit e il dimensionamento della dinamica per ogni elemento di trasformata. Il numero dei bit viene ottimizzato sulla base del vincolo costituito dal numero totale dei bit attribuiti a tutto l'insieme (blocco) dei 256 elementi della matrice  $16 \times 16$  trasformata. Riferendosi a un sistema di trasmissione di immagini televisive, e ammettendo una velocità di  $R$  Mbit/s in linea, a ciascun blocco competono  $R \cdot N^2 / f_c$  bit dove  $f_c$  è la velocità di campionamento. La distri-

buzione dei bit fra i vari elementi del blocco dipende dalla varianza di ciascuno di essi (bibl. 7) secondo la formula:

$$[24] \quad m(u, v) = \frac{M}{N^2} + 2 \left( \log \sigma_{u,v}^2 - \frac{1}{N^2} \sum_{u=1}^{N_r} \sum_{v=1}^{N_r} \log \sigma_{u,v}^2 \right)$$

dove:

- $\sigma_{u,v}^2$  è la varianza del singolo elemento;
- $M$  è il numero totale di bit assegnato al blocco;
- $N^2$  è il numero degli elementi della matrice ( $16 \times 16$ );
- $m(u, v)$  è il numero di bit da assegnare all'elemento  $F(u, v)$  della matrice trasformata;
- $N^2_r \leq N^2$  è il numero di elementi della matrice che vengono trasmessi.

Poiché per applicare la [24] occorre calcolare le  $\sigma_{u,v}^2$  per ciascun elemento, è necessaria un'indagine statistica.

È stato scritto perciò un programma PROT (fig. 11) che, prendendo in considerazione le trasformate di 6 immagini  $16 \times 16$  (il massimo consentito con il terminale a disposizione), calcola la matrice delle varianze degli elementi omologhi. A questo punto viene calcolata con la [24] la matrice  $[m(u, v)]$  i cui elementi rappresentano il numero di bit assegnato ad ogni elemento della  $[F(u, v)]$ .

Nel definire le caratteristiche del quantizzatore, oltre al numero dei gradini, occorre stabilire anche la dinamica da assegnare a ciascun elemento di trasformata, allo scopo di minimizzare l'errore quadratico risultante. Si ottiene in tal modo il quantizzatore ottimo, che prevede gradini di ampiezza variabile (bibl. 8). Per semplificare, si è preso invece in considerazione il quantizzatore ottimo uniforme (bibl. 7), che prevede un'ampiezza costante di tutti i gradini. Esso, nell'ipotesi di una distribuzione gaussiana, a media nulla e varianza unitaria, dei valori assunti dalla grandezza variabile, assegna il valore  $r$  degli intervalli di quantizzazione in funzione del numero di bit  $n$ :

Tabella 2

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8
$r$	1,56	1	0,555	0,348	0,196	0,107	0,059	0,033

Il programma PRWH3B simula il quantizzatore ottimo uniforme, tenendo conto che le distribuzioni dei singoli elementi di trasformata non hanno media nulla e non hanno varianza uguale a 1. Perciò i valori  $r$  degli intervalli vengono moltiplicati per il valore effettivo dell'errore standard e la dinamica del quantizzatore viene centrata intorno alla media.

Analiticamente il comportamento del quantizzatore N. 3 è descritto dalla:

$$[25] \quad F_q(u, v) = \text{INT} \left[ \frac{F(u, v) - T_0}{G_t} \right] \cdot G_q \pm \frac{G_q}{2}$$



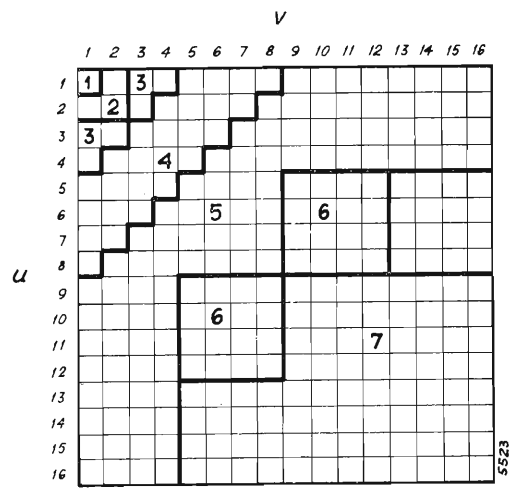


Fig. 5. — Quantizzatore n. 1: suddivisione nella  $[F(u, v)]$  in zone a dinamica costante.

dove il + ed il - si riferiscono rispettivamente a  $F(u, v)$  positivi o negativi, con le condizioni:

$$F_q(u, v) = Q_{k-1} + \frac{G_q}{2}, \quad \text{se } \text{INT} \left[ \frac{F(u, v)}{G_t} \right] > T_{k-1},$$

$$F_q(u, v) = Q_{-(k-1)} - \frac{G_q}{2}, \quad \text{se } \text{INT} \left[ \frac{F(u, v)}{G_t} \right] < T_{-(k-1)},$$

$$F_q(u, v) = 0, \quad \text{se } n = 0.$$

La caratteristica del quantizzatore è illustrata in figura 6, dove:  $r$  è fornito dalla tabella 2,  $\sigma$  è la varianza relativa ad ogni elemento  $F(u, v)$ ,  $T_0 = M(u, v) =$  = media fra gli elementi omologhi, variabile da elemento a elemento.

4.3.4. Quantizzatore - codificatore N. 4 (programma PRWH3C).

Le caratteristiche sono analoghe a quelle del quantizzatore precedente. L'unica differenza si riferisce al criterio di ottimizzazione della dinamica relativa ai vari campioni. Infatti, utilizzando l'indagine statistica necessaria alla realizzazione del quantizzatore N. 3, si è assegnata ad ogni campione una dinamica compresa tra i valori massimo e minimo della distribuzione rilevata.

4.4. CANALE.

È stato ipotizzato un canale ideale che non introduca alcun disturbo nel segnale trasmesso, al fine di limitare lo studio al solo processo di trasformazione, codifica e trasformazione inversa.

4.5. DECODIFICATORE.

È stato ipotizzato per gli stessi motivi del punto 4.4, un decodificatore ideale, caratterizzato dall'assenza di distorsioni, il quale consegna all'entrata del blocco successivo il segnale costituito dai campioni quantizzati  $[F_q(u, v)]$ .

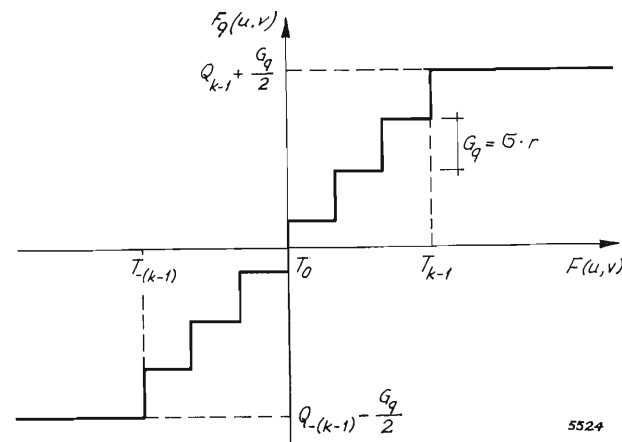


Fig. 6. — Quantizzatore n. 3: caratteristica relativa ad un elemento della  $F(u, v)$  quantizzato con 3 bit (8 livelli).

4.6. ESECUZIONE DELLA TRASFORMATA INVERSA.

Tale operazione è identica a quella relativa alla trasformata diretta, cioè consiste nell'applicare ancora la [16] al segnale quantizzato  $[F_q(u, v)]$ , con l'accortezza di non effettuare questa volta la moltiplicazione per la costante  $1/N^2$  (vedi il paragrafo 4.2). L'uscita del blocco è costituita pertanto dal segnale campionato  $[\hat{f}(x, y)]$ , che potrà differire in generale dal segnale  $[f(x, y)]$  d'entrata per la presenza di errori di quantizzazione e di codifica.

4.7. CONVERTITORE D/A.

Avendo supposto che il segnale in entrata al sistema generalizzato di figura 1 sia in forma campionata, si è assunto come uscita del sistema la matrice  $[\hat{f}(x, y)]$ . Pertanto il convertitore D/A non è stato preso in considerazione nel modello.

5. Valutazione delle prestazioni del sistema.

Il modello matematico descritto al punto 4 consente, ove si disponga di un segnale d'entrata in forma numerica, di ottenere ancora in forma numerica il corrispondente segnale di uscita. Le prestazioni del sistema possono pertanto essere valutate per confronto tra questi due segnali. A questo scopo è stato scritto il programma PRERR (fig. 11) che è in grado di effettuare questa comparazione secondo due criteri fondamentali:

a) *errore spaziale*, il quale, come suggerito in bibl. 2 permette di ottenere un'indicazione della qualità di immagini sottoposte ad osservazione soggettiva (come sono, ad esempio, quelle televisive);

b) *errore standard*.

Le uscite del programma sono le seguenti:

a.1) *errore spaziale medio*:

$$[26] \quad E_{sm} = \frac{1}{N^2} \sum_x \sum_y \left| \frac{f(x, y) - \hat{f}(x, y)}{f(x, y)} \right|;$$

a.2) *errore spaziale medio percentuale*:

$$[27] \quad E_{sm} \% = \frac{E_{sm}}{V_{pp}} \cdot 100,$$

essendo  $V_{pp}$  il valore picco-picco della  $[f(x, y)]$ ;

b.1) *errore standard*:

$$[28] \quad E_s = \left\{ \frac{1}{N^2} \sum_x \sum_y [f(x, y) - \hat{f}(x, y)]^2 \right\}^{1/2};$$

b.2) *rapporto segnale/disturbo*:

$$[29] \quad \frac{S}{N} = \frac{V_{pp}}{E_s};$$

b.3) *rapporto segnale/disturbo espresso in dB*:

$$[30] \quad \left( \frac{S}{N} \right)_{dB} = 20 \log \frac{S}{N}.$$

6. Simulazione del segnale d'ingresso.

Per rendere operativo il sistema di simulazione, occorre la disponibilità di un certo numero di matrici di luminanza (immagini numeriche) per mezzo delle quali poter compiere le indagini statistiche di cui si è fatto cenno in precedenza. Non disponendo di apparecchiature automatiche per il rilievo di immagini numeriche, si è fatto ricorso ad un metodo di generazione per simulazione, come già accennato al paragrafo 4. Per questo è stato scritto il programma PRWH1 (fig. 11) capace di generare matrici di luminanza numeriche formate da  $16 \times 16$  elementi. Il punto di partenza è stato fornito dalle estese indagini statistiche condotte su immagini reali da Estournet (bibl. 9). Queste hanno mostrato che su una linea di scansione la probabilità di transizione tra un campione di luminanza ed il successivo

$$P \left( \frac{f_x}{f_{x-1}} \right),$$

obbedisce ad una legge gaussiana a varianza  $s^2$  centrata sul valore del primo dei due campioni:

$$[31] \quad P(f_x/f_{x-1}) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(f_x - f_{x-1})^2}{2s^2} \right].$$

Il programma utilizza una subroutine basata sul metodo di simulazione di Montecarlo, che permette la generazione di successioni di eventi che soddisfino a una predeterminata legge di distribuzione probabilistica. Vengono in tal modo generati progressivamente elementi differenza  $D$  i quali, purché compresi entro i limiti stabiliti per i livelli bianco e nero (rispettivamente 15 e 0), vanno a formare la matrice  $[f(x, y)]$  secondo lo schema seguente:

a) per il primo elemento:  $f(0, 0) = D$ ;

b) per la prima colonna:  $f(0, y) = f(0, y-1) + D$ ,

c) per ogni riga:  $f(x, y) = f(x-1, y) + D$ .

Per il modo in cui sono stati generati i  $D$ , gli elementi  $f(x, y)$  della matrice così generata soddisfano la [31].

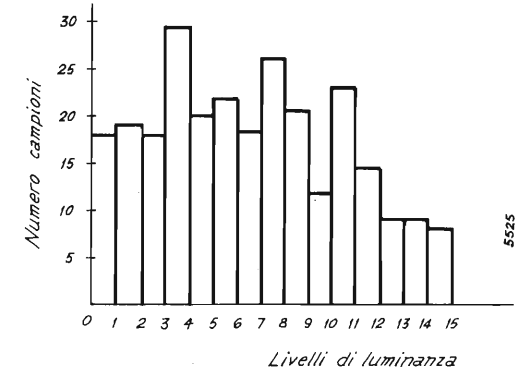


Fig. 7. — Distribuzione delle luminanze di un'immagine numerica formata da  $16 \times 16$  elementi, generata col metodo di simulazione di Montecarlo.

Le matrici di luminanza, prima di essere utilizzate, vengono sottoposte ad un test statistico (programma PRTEST, fig. 11) che consiste nel calcolo di alcuna grandezze statistiche, confrontabili con quelle ricavate da indagini su immagini reali e che si trovano già nella letteratura. Il programma consente di calcolare:

- a) la distribuzione delle luminanze;
- b) la funzione di autocorrelazione orizzontale  $R(\Delta x)$  in forma tabulata, secondo l'espressione:

$$[32] \quad R(\Delta x) = \frac{1}{N^2} \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{N-1-\Delta x} f(x, y) \cdot f(x + \Delta x, y);$$

- c) la funzione di autocorrelazione verticale in forma tabulata, secondo l'espressione:

$$[33] \quad R(\Delta y) = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1-\Delta y} f(x, y) \cdot f(x, y + \Delta y).$$

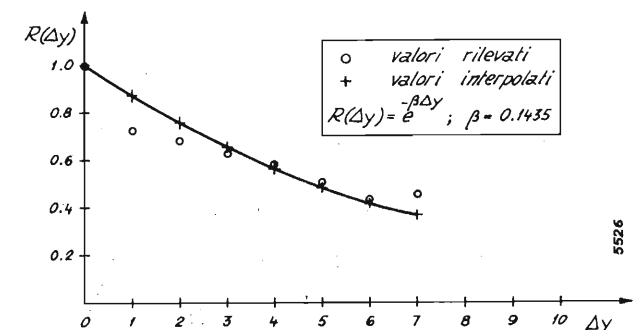
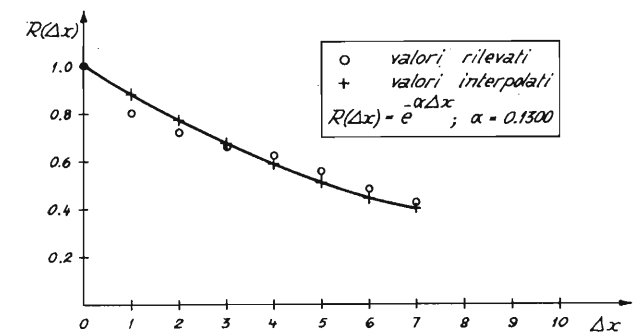


Fig. 8. — Funzioni di autocorrelazione orizzontale e verticale relative alla stessa immagine considerata in fig. 7.



Seguendo le ipotesi di vari autori, per i quali le funzioni  $R(\Delta x)$  e  $R(\Delta y)$  sono esprimibili in forma esponenziale secondo le:

$$[34] \quad R(\Delta x) = e^{-\alpha \Delta x}, \quad R(\Delta y) = e^{-\beta \Delta y},$$

il programma PRERR, utilizzando il metodo di interpolazione dei minimi quadrati, calcola i valori dei coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$ .

Nel corso della simulazione sono state generate circa venti immagini. Le caratteristiche statistiche di una di queste sono qui di seguito riportate:

a) la distribuzione delle luminanze è illustrata nella figura 7; essa risulta abbastanza piatta, conformemente all'assunzione di uniformità fatta da Rocca e Brofferio (bibl. 10);

b) le funzioni di autocorrelazione orizzontale e verticale, calcolate con le [32] e [33], insieme a quelle interpolate con le [34], sono riportate in figura 8.

I valori, di  $\alpha = 0,1300$ , e di  $\beta = 0,1435$ , come ordine di grandezza, sono simili a quelli riportati in bibl. 7, ricavati con indagini statistiche su immagini reali.

I risultati dati a titolo esemplificativo in a) e b) (figura 7, 8) sono molto vicini a quelli relativi alla maggior parte delle altre immagini simulate. Questa concordanza di caratteristiche tra immagini reali e simulate ha giustificato l'impiego di queste ultime.

7. Risultati di alcune prove effettuate.

Sono state effettuate molte prove con i vari quantizzatori descritti in precedenza. Tra di esse sono state scelte quelle più significative per ciò che riguarda i risultati, e tutte riferite alla stessa immagine, onde facilitare il confronto fra i vari criteri di compressione adottati. I risultati di cui sopra sono stati tutti raccolti nella tabella 3. I dati relativi alla velocità di trasmissione (quinta colonna della tabella 3), in Mbit/sec, fanno riferimento a un sistema di trasmissione di immagini televisive, la cui frequenza di campionamento sia pari a  $f_c = 11,08$  MHz. Pertanto la velocità di trasmissione  $R$  viene calcolata moltiplicando  $f_c$  per il numero medio di bit per campione.

7.1. IMPIEGO DEL QUANTIZZATORE N. 1.

Sono riassunti in tabella 3 i risultati delle prove 8, 11, 12.

7.2. IMPIEGO DEL QUANTIZZATORE N. 2.

Come già accennato, tale quantizzatore offre la possibilità di intervenire sulla divisione in zone della matrice  $F(u, v)$ . Una divisione che ha dato buoni risultati è illustrata nella figura 9. Come esempio si riporta in tabella 3 il risultato delle prove 14 e 14 bis.

7.3. IMPIEGO DEL QUANTIZZATORE N. 3.

Inizialmente occorre stabilire il numero totale  $M$  di bit da assegnare al blocco  $16 \times 16$ . Questo è determinato (sempre facendo riferimento a un sistema di trasmissione di immagini televisive) dalla velocità massima  $R$  in linea. Assumendo il valore  $R = 35$

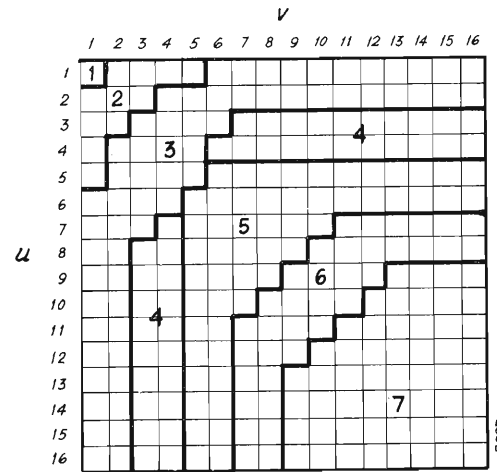


Fig. 9. — Quantizzatore n. 2: suddivisione della  $F(u, v)$  in zone a dinamica costante, adottata nelle prove 14 e 14 bis.

$M$  bit/sec, e supponendo che la frequenza di campionamento sia  $f_c = 11,08$  MHz, si ottiene:

$$M = \frac{35}{11,08} \times 256 = 808 \text{ bit.}$$

In una prova effettuata si è ottenuta la seguente matrice  $[m(u, v)]$ , calcolata come descritto in 4.3.3:

$$[m(u, v)] = \begin{bmatrix} 8 & 5 & 4 & 4 & 3 & 4 & 3 & 4 & 3 & 2 & 3 & 1 & 3 & 2 & 2 & 2 \\ 8 & 6 & 4 & 5 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 3 \\ 7 & 7 & 4 & 5 & 3 & 3 & 4 & 3 & 3 & 3 & 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 7 & 6 & 5 & 4 & 4 & 4 & 4 & 2 & 2 & 4 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ 7 & 6 & 5 & 5 & 3 & 3 & 3 & 4 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 & 3 & 2 \\ 6 & 6 & 3 & 5 & 4 & 3 & 2 & 4 & 2 & 2 & 1 & 1 & 3 & 2 & 1 & 3 \\ 7 & 6 & 5 & 4 & 2 & 4 & 4 & 2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 5 & 4 & 4 & 4 & 4 & 2 & 2 & 3 & 1 & 3 & 3 & 3 & 4 & 2 & 3 & 2 \\ 6 & 5 & 4 & 2 & 4 & 4 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 2 \\ 6 & 5 & 4 & 4 & 3 & 3 & 3 & 3 & 1 & 2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 7 & 6 & 2 & 5 & 3 & 3 & 4 & 3 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 2 \\ 7 & 5 & 3 & 5 & 3 & 3 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 6 & 4 & 4 & 5 & 2 & 3 & 3 & 3 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 6 & 6 & 4 & 4 & 3 & 4 & 3 & 3 & 2 & 2 & 1 & 3 & 3 & 3 & 1 & 3 \\ 7 & 5 & 5 & 5 & 3 & 4 & 4 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 & 4 & 3 \\ 6 & 5 & 4 & 4 & 3 & 4 & 4 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 2 \end{bmatrix}$$

Il numero totale di bit è di 820, e non coincide esattamente con quello prefissato a causa degli arrotondamenti di calcolo.

Come esempio, si riportano in tabella 3 i risultati ottenuti con l'impiego di questo tipo di quantizzatore nella prova n. 31.

7.4. IMPIEGO DEL QUANTIZZATORE N. 4.

In tabella 3 sono riportati i risultati della prova n. 35. Per avere un'idea molto grossolana delle prestazioni di questo quantizzatore, è utile un confronto con il sistema PCM classico, nel quale per una codifica con 3 bit per campione, applicando la nota formula (1):

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{dB} = 13,5 + 6n, \text{ dove } n \text{ è il numero di bit di}$$

(1) Tale formula è valida (bibl. 11) nel caso in cui il segnale sia stato codificato senza gli impulsi di sincronismo, e questi possano venir ricostruiti nel decodificatore.

TABELLA 3 - PROSPETTO RIASSUNTIVO DELLE PROVE EFFETTUATE

PROVA N.	QUANTIZZATORE N.	PARAMETRI CARATTERISTICI							NUMERO MEDIO di bit/camp.	VELOCITÀ DI TRASMISSIONE (Mbit/sec)	$E_{sm}$ (%)	S/N	S/N (dB)	
		Zona	1	2	3	4	5	6						7
8	1	bit	8	5	5	5	4	2	2	3,1	34,35	0,97	16,8	24,51
		Din.	0÷15	±1,87	±1,87	±1,87	±0,93	±0,23	±0,23					
11	1	bit	8	5	5	5	4	3	2	3,27	36,23	0,93	17,4	24,81
		Din.	0÷15	±1,87	±1,87	±1,87	±0,93	±0,23	±0,23					
12	1	bit	8	5	5	5	5	2	2	3,51	38,6	0,87	19,5	25,82
		Din.	0÷15	±1,87	±1,87	±1,87	±0,93	±0,23	±0,23					
14	2	bit	8	5	5	6	3	2	2	3,69	40,9	0,49	26,6	28,5
		Din.	0÷15	±1,08	±0,82	±0,40	±0,25	±0,23	±0,17					
14 bis	2	bit	8	5	5	4	3	2	2	3,39	37,6	0,53	25,5	28,1
		Din.	0÷15	±1,08	±0,82	±0,40	±0,25	±0,23	±0,17					
31	3	Zona	Non esistono zone: ad ogni campione vengono assegnati individualmente il numero di bit e la dinamica.							3,15	35	0,31	41,12	32,28
		bit	Ad ogni campione viene assegnato il numero di bit sulla base della matrice $[m(u, v)]$ .											
		Din.	Viene calcolata per ogni campione secondo la formula del quantizzatore ottimo uniforme 4.											
35	4	Zona	Come per il quantizzatore 3.							3,15	35	0,093	110	40,8
		bit	Come per il quantizzatore 3.											
		Din.	È stata assegnata ad ogni campione una dinamica compresa tra i valori massimo e minimo della distribuzione statistica relativa ad un insieme di sei immagini.											
Prove comparative di sensibilità alle variazioni di immagine	1	Come nella prova 12.							3,51	38,6	2,95	7,05	16,96	
	2	Come nella prova 14 bis.							3,39	37,6	3,40	6,03	15,61	
	3	Come nella prova 31.							3,15	35	0,84	19,5	25,8	
	4	Come nella prova 35.							3,15	35	0,21	62,4	35,9	

quantizzazione, si otterrebbe un rapporto segnale disturbo pari a 31,5 dB, quindi con una prestazione inferiore di 9,3 dB.

È inoltre da notare che per il PCM classico, il rumore di quantizzazione è correlato con l'immagine e dà luogo a pseudocontorni molto fastidiosi (bibl. 4), mentre nel caso di un sistema che impiega la trasformazione di Hadamard, il rumore di quantizzazione subisce una decorrelazione, e quindi, a parità di valore, è meno apprezzabile.

Una prova effettuata utilizzando una matrice  $[f(x, y)]$  con una distribuzione delle luminanze molto singolare, come illustrato nella figura 10, ha permesso di fare un ulteriore confronto tra i vari tipi di quantizzatori. Lasciando invariati i parametri caratterizzanti i quantizzatori in esame, i risultati sono stati riportati nelle ultime righe della tabella 3. Tali risul-

tati permettono di affermare che il quantizzatore N. 4, pur essendo basato su di un'indagine statistica ristretta, ha prestazioni che sono abbastanza indipendenti dalle caratteristiche della matrice delle luminanze  $[f(x, y)]$ .

8. Ulteriori indagini.

Nel presente lavoro alcuni argomenti di elevato interesse non sono stati presi in considerazione. Di alcuni di essi si fa cenno qui di seguito:

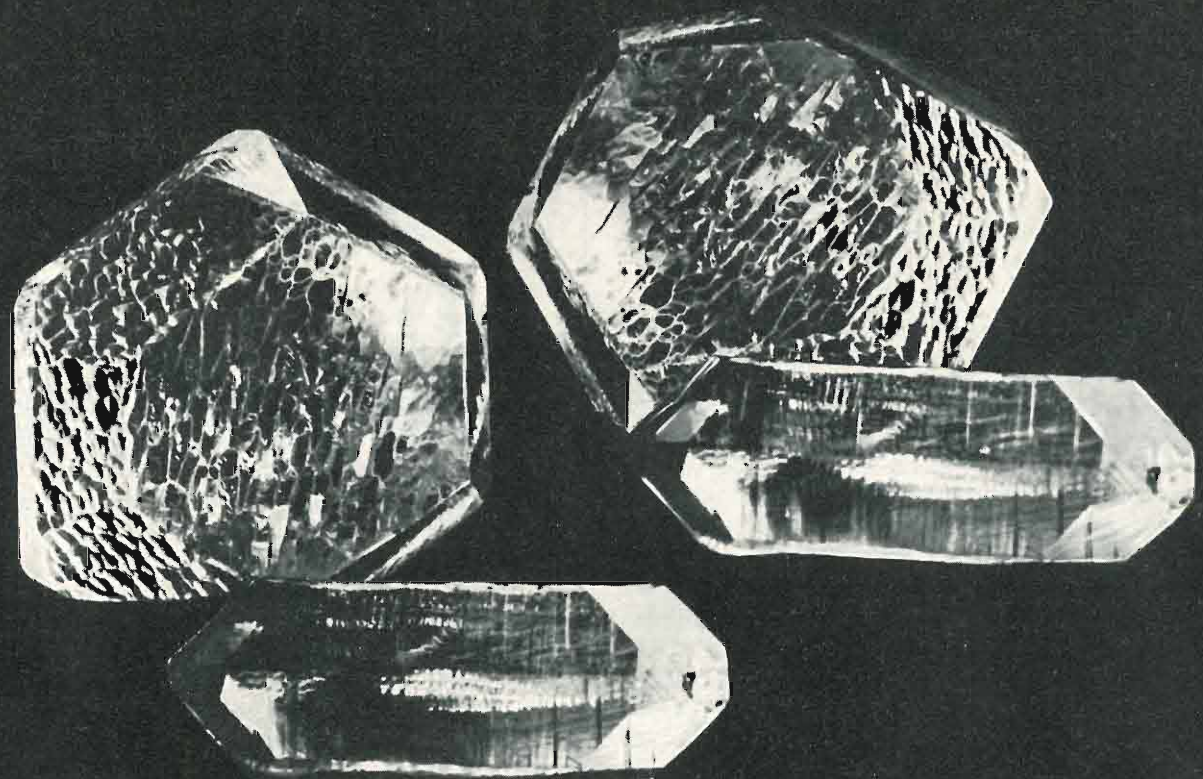
a) valutazione della qualità dell'immagine: si è adoperato come parametro di qualità il valore dell'errore quadratico medio. Ma è normale che due immagini che presentino lo stesso errore quadratico medio, possano dar luogo a giudizi di qualità molto diversi se sottoposte all'attenzione di un







**V/O "ALMAZJUVELIREXPORT",**  
**esportatore esclusivo dell'U.R.S.S.,**  
**Vi OFFRE**  
**QUARZO SINTETICO**  
**a costante piezoelettrica che varia**  
**da  $Q = 0,5$  a  $Q = 5.10^6$ .**



Esportatore:

**ALMAZJUVELIREXPORT**

Prospekt Kalinina, 29 - Mosca G-19, URSS - Telefono: 202-81-90 - Telex: 7125

## NOTIZIARIO

**TRASFORMATORI SUB-MINIATURIZZATI** — Trasformatori miniaturizzati e sub-miniaturizzati per microfono con caratteristica lineare sono stati messi a punto dalla Gardner Transformer Ltd. (Christchurch-Hampshire-Inghilterra). Essi sono stati studiati per rispondere alle esigenze della fabbricazione in serie di apparecchiature per comunicazioni, per radiodiffusione e registrazione.

Tre serie sono costituite da un totale di 47 trasformatori diversi che, a quanto afferma la ditta costruttrice, uniscono i vantaggi di un'alta prestazione e di un basso costo. Le serie sono adatte per il montaggio su circuito stampato o direttamente su telaio.

Tra le caratteristiche più significative va segnalata la risposta di frequenza di +2 dB, a 60 Hz, in condizioni adatte, con impedenze d'entrata che vanno da 15 ohm a 10 kilo-ohm e impedenze di uscita di 15 ohm e 2,4 kilo-ohm.

Le tre serie sono destinate a livelli di entrata massimi di 1 mW, 2 mW e 16 mW, rispettivamente a 60 Hz, oppure 25, 50 e 400 mW a 300 Hz.

(1600)



**CONFERENZA SULLA METROLOGIA NELL'EUROPA OCCIDENTALE** — Per iniziativa del National Physical Laboratory, si è svolta a Teddington, dal 2 al 6 aprile 1973, una riunione internazionale sulla situazione della metrologia nell'Europa Occidentale, dal titolo «Western European Metrology Conference».

Alla Conferenza hanno partecipato gli specialisti in metrologia e normalizzazione di quasi tutti i Paesi dell'Europa Occidentale (Austria, Belgio, Danimarca, Francia, Germania Federale, Inghilterra, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Olanda, Norvegia, Portogallo, Spagna e Svezia); la Svizzera era presente con un osservatore.

Per l'Italia erano rappresentati i due istituti che attuano le unità fondamentali: l'Istituto di Metrologia G. Colonnelli del C.N.R. e l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris; gli istituti che attuano le grandezze radiologiche e nucleari: il Laboratorio di Dosimetria del C.N.E.N. e l'Istituto Superiore di Sanità; il Ministero dell'Industria e l'Ufficio Centrale Metrico

per la metrologia legale; l'U.N.I. e il C.E.I. per la normalizzazione.

La Conferenza è stata articolata in sette Sessioni, per ciascuna delle quali uno o più relatori avevano in precedenza preparato una relazione generale, con la collaborazione di tutti i Paesi sopra ricordati i quali a suo tempo si erano preoccupati di fornire informazioni, dati e risposte a particolari quesiti.

La prima Sessione, svoltasi nel pomeriggio del 2 aprile, dopo le cerimonie inaugurali del mattino, ha avuto per tema: «I campioni fondamentali di trasferimento»; si è basata sulla relazione del Dr. J. Terrien, Direttore del Bureau International des Poids et Mesures e si è svolta sotto la presidenza del Dr. J. V. Dunworth, Direttore del National Physical Laboratory.

In mattinata del 3 aprile la seconda Sessione, presieduta dal norvegese Dr. S. Koch, ha avuto per oggetto la relazione del Prof. U. Stille, Presidente del Physikalisch-Technische Bundesanstalt, dal titolo: «La disseminazione dei campioni primari dei laboratori nazionali».

La terza Sessione, nel pomeriggio dello stesso giorno, è stata presieduta dall'olandese Sig. A. J. Van Male: è stata svolta la relazione del Sig. G. Denègre, Segretario Generale dell'Ufficio Nazionale di Metrologia in Francia, dal titolo: «Servizi di calibrazione».

Il mattino del 4 aprile si è svolta la quarta Sessione, sotto la presidenza dello svedese Prof. E. Ingelstam: la relazione, dal titolo: «Norme», è stata svolta dal Dr. J. Claesen, Direttore del Servizio di Metrologia in Belgio.

È seguita, il mattino del 5 aprile, la quinta Sessione, presieduta dal Prof. P. Grivet, Presidente dell'Ufficio Nazionale di Metrologia in Francia; la relazione, dal titolo: «Pesi e Misure», è stata presentata dal Sig. J. D. Platt, Capo della Divisione Pesi e Misure del Servizio Misure e Campioni in Inghilterra.

Nel pomeriggio dello stesso giorno il Prof. A. Ferro Milone, Direttore dell'I.E.N.G.F., ha presieduto la sesta Sessione, che ha trattato i: «Problemi regionali», su relazione del Sig. A. J. Van Male, Direttore del Servizio di Metrologia in Olanda.

Infine la settima Sessione, il mattino del 6 aprile, è stata dedicata ai: «Materiali di riferimento garantiti», relatore il Dr. A. Kelly del National Physical Laboratory.

La Conferenza è stata essenzialmente un ampio dibattito della documentazione fornita ed ha consentito di fare il punto sulla situazione attuale della metrologia in Europa e di dare alcune indicazioni sulle linee di collaborazione future.

La Conferenza ha tuttavia voluto sottolineare il proprio carattere assolutamente informale di riunione di esperti, al di là di tutti quelli che sono gli organi ufficiali in cui vengono dibattute ufficialmente le questioni metrologiche.

A chiusura della Conferenza si è prospettata l'opportunità di una maggiore cooperazione internazionale e si è costituito un «Club metrologico» tra i

direttori dei vari enti metrologici nazionali.

La Conferenza è stata altresì occasione per interessanti discussioni e prese di contatto tra i vari esperti nazionali e di visite ai singoli laboratori del National Physical Laboratory. (1596)

**TUBO A MEMORIA AD ELEVATA RISOLUZIONE** — La Divisione Tubi Elettronici della Thomson-CSF estende la gamma dei suoi tubi a memoria: dopo i tubi miniatura TME 1238 (1") e TME 1239 (1,5") la cui risoluzione era rispettivamente di 1.300 e 2.000 linee (800 e 1.200 al 50% di modulazione), ecco il TH 8803 la cui risoluzione raggiunge le 4.300 linee (2.700 al 50% di modulazione).

Si tratta di un tubo monocanone di 2 pollici di diametro, la cui placca di memoria è costituita, come per i tubi precedenti, da un mosaico di «isolotti» isolanti depositati su di un supporto conduttore. Esso permette la memorizzazione di 16 milioni di bit sotto forma numerica, o di una quantità equivalente di informazioni sotto forma di immagine TV, con la scala di semitoni ad essa associata. È possibile eseguire una lettura continua dell'immagine per oltre 20 minuti, senza con questo distruggere l'informazione memorizzata.

Grazie ad uno speciale cannone elettronico (brevetto Thomson-CSF), è inoltre possibile ottenere la cancellazione completa della memoria in un tempo corrispondente a due trame TV, fino a giungere ad un livello di segnale residuo paragonabile al rumore di un amplificatore di buona qualità.

Inoltre, poiché le funzioni «scrittura» e «lettura» sono indipendenti, questo tubo permette di leggere certe parti dell'immagine ingrandendole (effetto zoom), o di cancellarle e riscriverle selettivamente.

Il TH 8803 utilizza gli accessori dei vidicon da 2 pollici e funziona con tensioni poco elevate. Le sue notevoli possibilità lo destinano in modo particolare ad applicazioni quali la memoria tampone, per la trasmissione di dati ad alta densità, il fac-simile, la compressione ed espansione di banda, la conversione di scansione, ecc., oltre, naturalmente, ai circuiti di televisione di alta qualità. (1594)





**LA MACCHINA CHE "LAVA IL SANGUE"** — Il sangue fresco può essere conservato solo per poche settimane; per una lunga conservazione è necessario aggiungervi speciali sostanze, come il glicerolo, e surgelarlo. A tale tecnica, però, si fa normalmente ricorso solo per il sangue appartenente a gruppi rari, a causa del tempo e del costo necessari per rimuovere, con metodi manuali, gli agenti di conservazione. Una nuova macchina, denominata IBM 2991, realizzando automaticamente il procedimento di «lavaggio» del sangue dopo scongelamento, permette in modo semplice ed economico di estendere la pratica del surgelamento del sangue e di ridurre al tempo stesso anche lo spreco di globuli rossi dovuto al loro rapido deterioramento.

I globuli rossi, dopo essere stati scongelati, vengono fatti passare, in maniera rigorosamente asettica, in una speciale centrifuga e fatti ruotare ad una velocità che arriva fino a 3.000 giri al minuto. I globuli rossi sono spinti verso la periferia, mentre gli agenti di conservazione, rimasti al centro, possono essere raccolti ed eliminati. Non tutti però vengono eliminati nel primo passaggio; la macchina effettua quindi successivi cicli di «lavaggio», fino ad un massimo di sette.

La IBM 2991 può eliminare gli agenti di conservazione da un flacone di globuli rossi scongelati in un tempo che può variare dai 12 ai 30 minuti a seconda del tipo di soluzione di lavaggio impiegato e del numero di cicli di lavaggio desiderati.

Prototipi della nuova macchina, che è stata sviluppata presso il laboratorio IBM a Endicott negli USA, sono stati sottoposti a sperimentazioni durante più di un anno a Bethesda, presso la Croce Rossa americana, e ad Amsterdam, presso il Laboratorio centrale del servizio trasfusione sangue olandese. (1563)



**STRUMENTI INDICATORI POTENZIOMETRICI A NASTRO** — Uno strumento a comando elettronico da quadro con indicazione mediante nastro colorato è chiamato dalla Siemens Visukomp. L'apparecchio è stato realizzato in forma compatta: le dimensioni frontali sono di 24 mm x 144 mm con scala lunga 97 mm; anche la profondità di montaggio è stata molto contenuta. Numerosi strumenti possono essere sovrapposti, come in figura, e dare un quadro sinottico di molte grandezze.

Il Visukomp può venir montato in qualsiasi posizione ed è adatto per misurare tensioni continue da 100 mV a 40 V o correnti continue da 100  $\mu$ A a 60 mA. I campi di misura



possono venir ampliati aggiungendo shunts e partitori di tensione, elementi per tensioni continue ed alternata, nonché amplificatori per tensioni continue a partire da 12 mV.

Nell'apparecchio la tensione da misurare viene confrontata con una tensione di compensazione; la differenza di tensione che ne deriva, ingrandita da un amplificatore, aziona un micromotore che regola la tensione di compensazione fintantoché questa e la tensione da misurare raggiungono lo stesso valore. La tensione di compensazione viene prelevata da una resistenza puramente resistiva mediante un cursore, il quale è mosso dal motore. Lo stesso cursore è accoppiato al nastro indicatore colorato. Il tempo di risposta è di circa 5 ms/mm.

Quando è necessario misurare grandezze che non devono oltrepassare determinati valori, massimi o minimi, l'indicatore può essere equipaggiato con due contatti di massima e di minima. Il valore limite viene prelevato anch'esso dalla resistenza puramente resistiva e confrontato con il valore di misura. Il finecorsa scatta quando il valore di misura ha raggiunto lo stesso valore di quello limite, anche quando la indicazione non ha ancora raggiunto il valore reale o quando non lo raggiungesse affatto a causa di un eventuale difetto. L'invio di un segnale avviene tramite reed relé senza bisogno di alcuna tensione. I valori limite possono venir regolati con una manopola posta sul lato frontale dell'apparecchio. (1584)

**RADIO-TELEFONO PER AUTO** — Un nuovo sistema radiotelefonico automatico che consente comunicazioni sia fra i mezzi mobili attrezzati con tale sistema, sia di tali mezzi con i punti fissi (uffici) della rete predisposta, è stato annunciato dalla Storno di Copenhagen sotto la denominazione SMART (Storno Multichannel Automatic Radio Telephone). Come si vede nella fotografia riprodotta la combinazione del numero ricercato ed ogni altra commutazione si effettua mediante pulsanti.

Lo SMART utilizza le apposite gamme destinate a tali servizi nelle bande VHF ed UHF con modulazione di frequenza per evitare disturbi ed ottenere ottima riproduzione della parola. Le apparecchiature sono tutte del tipo allo stato solido ed utilizzano la vasta esperienza della Storno che ha in servizio oltre 50.000 unità di precedenti modelli. In condizioni normali si può avere un campo utile d'azione dell'ordine di 50 km. Possono essere usati fino ad un massimo di otto canali e la esplorazione elettronica di ciascun canale assicura la piena utilizzazione della capacità del sistema e semplifica le procedure di funzionamento.

Progettato sulla base di almeno 500 unità mobili può funzionare senza che si determinino noiosi ingorghi di traffico. Tutte le conversazioni hanno un alto grado di riservatezza. Nella configurazione normale possono essere assegnati fino a 100.000 numeri di catalogo di 3, 4 o 5 cifre.

Le chiamate sono segnalate sull'automezzo da un tono di allerta e da una lampada di chiamata. Un colpo di clacson può essere ottenuto quando il guidatore si allontana dal suo veicolo. Le unità mobili possono essere provviste di microfono ed anche di un dispositivo «Express-call» per la connessione automatica con la pressione di un solo pulsante di un massimo di cinque numeri più comuni. L'apparecchiatura può essere completata da numerose unità accessorie per adattarla a particolari esigenze del servizio. (1571)



**TELETRASMESSA IN "FAC-SIMILE" "LA STAMPA" DA TORINO A ROMA** — In questi giorni «La Stampa» di Torino ha iniziato una più vasta diffusione nel Centro-Sud grazie alle possibilità offerte dal «Pressfax-Hell» che consente di trasmettere attraverso la rete telefonica l'intero giornale, pagina per pagina, da Torino a Roma.

Il sistema Pressfax-Hell, realizzato dalla Società Italiana Telecomunicazioni Siemens s.p.a. (vedi figura), opera in base ad un principio analogo a quello delle normali telefote e dei piccoli «fac-simile Hellfax»: la pagina da trasmettere ruota avvolta su un tamburo e viene esplorata da una cellula fotosensibile che trasforma i bianchi e neri in impulsi elettrici. La loro trasmissione avviene su un fascio di 12 canali telefonici a larga banda (in altri sistemi ne vengono utilizzati invece 60) e richiede meno di due minuti per pagina,



per cui in meno di un'ora è trasmesso l'intero giornale.

All'arrivo il segnale eccita una sorgente luminosa che impressiona una pellicola; questa ruota in sincronismo con il sistema trasmittente e dopo lo sviluppo serve per incidere la lastra per la stampa. In tal modo l'associazione dell'elettronica con la stampa e le telecomunicazioni consente di avere, praticamente alla stessa ora, il giornale stampato e diffuso in due zone lontane. (1593)

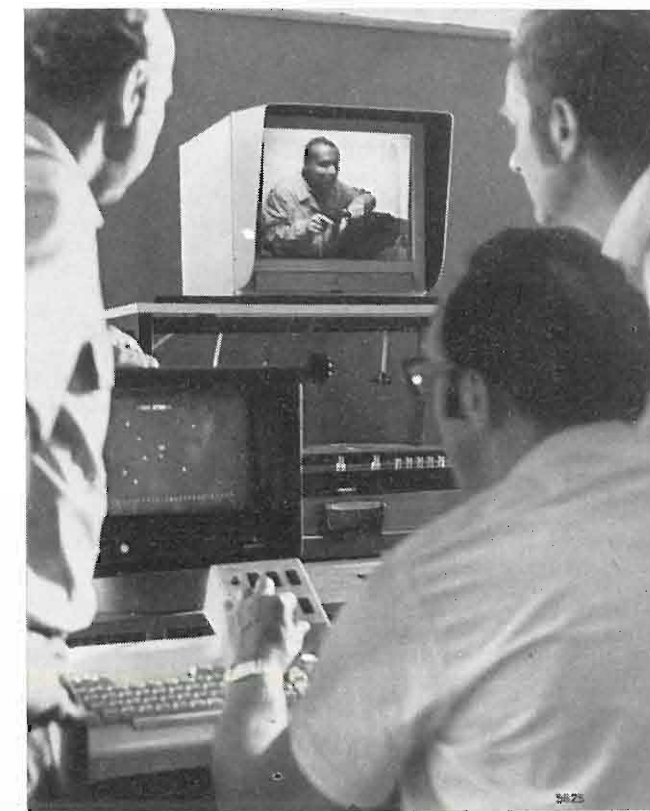
**TELECAMERE ANTI-RAPINE** — In collaborazione con la polizia di Norimberga, la Siemens AG ha recentemente messo a punto, e sta attualmente sperimentando, un nuovo tipo di impianto televisivo per la sorveglianza di istituti di credito, funzionante in stretta combinazione con il sistema di localizzazione delle pattuglie della polizia mediante computer. Esso è applicato da qualche tempo proprio a Norimberga per rilevare, via radio, la posizione delle singole vetture della polizia e mettersi in contatto con loro.

Dal primo istante una rapina viene immediatamente ripresa da una speciale telecamera ad ottica variabile, sistemata in posizione che non dia nell'occhio ed orientabile a telecomando, che segue il rapinatore nei suoi movimenti ed è in collegamento con la centrale di polizia. La telecamera viene messa in funzione automaticamente nel momento in cui un impiegato della banca assalita dà l'allarme tramite la chiamata d'emergenza collegata con la centrale di polizia.

Qui si può seguire sullo schermo istante per istante la trasmissione «in diretta» dalla banca. Il capo del servizio operazioni ha davanti a sé anche un secondo monitor, sul quale vengono indicati gli spostamenti delle pattuglie operanti nella zona urbana, la cui posizione viene trasmessa alla centrale tramite segnali radio emessi di continuo da ogni singola vettura. Su tale monitor, inoltre, un punto luminoso indica dove sta avvenendo la rapina.

Con un colpo d'occhio il funzionario nota quali pattuglie si trovano più vicine al luogo dell'assalto e, per via radio, le dirige lungo il tragitto più conveniente, mentre contemporaneamente sull'altro schermo osserva ciò che sta accadendo in banca: può così rilevare quanti sono i malfattori, se sono armati, se vi sono stati spari oppure se vi sono ostaggi in pericolo. Può quindi trasmettere le istruzioni che la situazione richiede evitando rischi inutili e risparmiando tempo prezioso.

All'inizio della trasmissione televisiva s'inserisce automaticamente anche un apparecchio di registrazione delle immagini che memorizza su nastro l'accaduto: ciò al fine delle successive identificazioni o indagini. (1564)

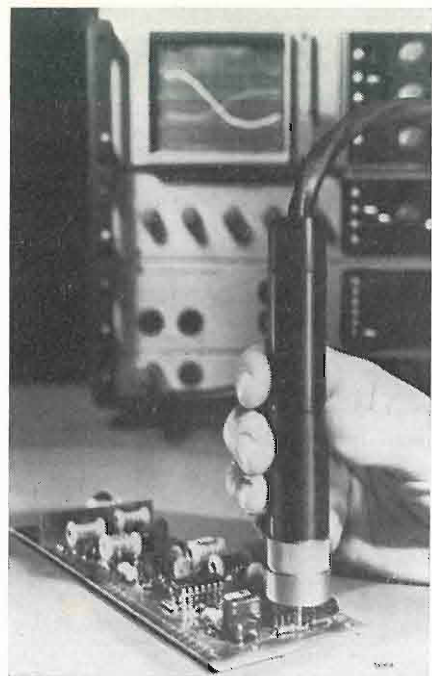




**MISURE D'IMPEDEZZA A SPAZZOLAMENTO DI FREQUENZA FINO A 500 MHz** — Misure di impedenza da 0,5 ohm a 1 megohm (ammittenza da 2 mho a 1 micromho) possono essere effettuate con metodo a spazzolamento di frequenza da 400 kHz a 500 MHz mediante il nuovo accessorio dell'analizzatore di reti a R.F. della General Radio 1710, denominato Immittance Probe (sonda d'ammittenza) 1710-P5 ed illustrato nella fotografia riprodotta.

Il dispositivo si comporta linearmente in ampiezza e fase al variare della frequenza. Può essere applicata una polarizzazione all'entrata a R.F. per prove su dispositivi a semiconduttore. La sonda è fornita di tutti gli accessori, nec ssari compresi puntali con elettrodo di guardia campione di resistenza da 100 ohm, terminali a clips, ecc.

(1598)



**PROGRAMMA TV A COLORI SU DISCO** — Un nuovo sistema, mediante il quale si possono registrare programmi a colori su un disco simile ad un normale microsolco long-play della durata compresa fra trenta e quarantacinque minuti, è stato messo a punto dalla Philips. Il relativo giradischi per la riproduzione dei programmi dei videodischi long-play (VLP) è dotato di pick-up ottico e può essere collegato direttamente ad un televisore.

Il sistema VLP è di impiego estremamente flessibile, può fornire, per esempio, immagini ferme e a velocità variabile maggiore o minore di quella normale. Si aprono dunque nuove prospettive per la diffusione di informazioni audiovisive per scopi educativi, ricreativi, di documentazione, ecc. Inoltre, poiché il disco può memorizzare almeno 45.000 immagini a colori, è possibile realizzare una video-biblioteca di fotografie, per esempio di oggetti d'arte.

Il videodisco long-play è di normale formato LP ed è realizzato con il medesimo materiale. Sul disco l'informazione viene memorizzata lungo una pista a spirale. La velocità di rotazione è di

25 giri al secondo (un'immagine televisiva completa ad ogni giro). Il modo con cui viene memorizzata l'informazione sulla pista è però completamente diverso da quello usato per i normali dischi microsolco. La pista del disco VLP consiste di una serie di tacche oblunghe, microscopiche, di larghezza e profondità uniforme. La lunghezza variabile delle tacche e la loro distanza relativa forniscono tutte le informazioni che caratterizzano il suono e l'immagine (luminanza, cromaticità, sincronismi).

Un piccolissimo puntino luminoso guidato sulla pista mediante un dispositivo regolatore elettro-ottico svolge la funzione del pick-up. Non vi è quindi la scanalatura di guida meccanica; ciò consente di realizzare la pista a spirale con passo molto stretto. Il dispositivo elettro-ottico di guida offre una sorprendente flessibilità di impiego. Tutte le immagini possono essere riprodotte in senso diretto e inverso, con velocità accelerata o rallentata (si possono anche fermare). Inoltre, si possono scegliere rapidamente e facilmente certe parti in programma. Poiché i segnali vengono captati senza contatto meccanico, né il disco né il pick-up sono sottoposti ad usura. Ciò è particolarmente importante nella riproduzione di fotogrammi.

Quando il punto luminoso esplora la pista, la configurazione delle tacche modula il fascio luminoso. Il fascio modulato arriva ad un fotodiode che fornisce un segnale elettrico il quale, a sua volta, dopo opportuna amplificazione ed elaborazione, può essere inviato direttamente all'entrata dell'apparecchio televisivo. Per ottenere un segnale a basso rumore è richiesta una sorgente di luce di elevata intensità. Il piccolo ed economico laser elio-neon impiegato può essere prodotto in serie mediante un nuovo processo all'uopo sviluppato.

La produzione dei dischi VLP è molto simile a quella dei dischi microsolco. Il materiale simile a quello usato per i dischi per grammofoni viene stampato fra due matrici. La Polygram sta ora adattando il processo di produzione agli speciali requisiti dei dischi VLP. Dopo la stampa, i dischi vengono ricoperti con un sottile strato metallico riflettente.

Il tempo richiesto per l'incisione della matrice originale è uguale alla durata del programma registrato. Il segnale di uscita di normali telecamere, videoregistratori a nastro o cineprese è perciò compatibile con il processo produttivo. Tutto ciò contribuisce a mantenere bassi i costi di produzione.

I dischi VLP incisi con la configurazione a tacche hanno precisione inferiore al micron. I requisiti relativi alla precisione sono meno severi per quanto concerne la centratura e l'uniformità della spirale grazie al summenzionato sistema di guida elettro-ottico.

La Philips pensa che il sistema VLP possa essere disponibile entro alcuni anni.

(1575)

**CARATTERISTICHE DEL FOTODIODO-AMPLIFICATORE OPERAZIONALE** — Quando i requisiti di frequenza non sono severi (kilohertz anziché megahertz), un fotodiode a basso rumore e un amplificatore appropriato offrono molti vantaggi rispetto al foto-

moltiplicatore. Il fotodiode a basso rumore Philips Elcoma BPX94 è in grado di rivelare livelli di radiazione al di sotto di  $10^{-12}$  W/cm<sup>2</sup>; quando funziona come una cellula fotovoltaica senza alimentazione ha una resistenza equivalente superiore a 100 Mohm e la sua sensibilità è molto elevata. Confrontando le potenze equivalenti di rumore alla lunghezza d'onda di 800 nm, il valore fornito dal BPX94 è circa dieci volte inferiore a quello ottenuto con qualsiasi fotomoltiplicatore.

Per rivelare il debole segnale di uscita del BPX94 ricavato da bassi livelli di radiazioni viene usato un amplificatore operazionale TBA222 con un preamplificatore FET a basso rumore. Il rivelatore costituito da fotodiode/amplificatore operazionale potrà quindi sostituire il fotomoltiplicatore nei sistemi di rivelazione fotoelettrici usati per l'analisi di campioni, quali spettrometria di assorbimento, spettrometria di emissione, spettrometria a fiamma e colorimetria. I vantaggi sono:

- gamma più ampia di risposta lineare ( $\pm 1\%$  o inferiore); nove decadi rispetto alle sette decadi di un fotomoltiplicatore;
- minor deriva della sensibilità; 0,5% in sei mesi rispetto a 1% o 2% di un fotomoltiplicatore selezionato;
- ampia gamma di risposta (350 nm ÷ 1.200 nm);
- elevata resistenza agli urti e alle vibrazioni;
- alimentazione meno costosa (15 V non stabilizzati).

(1577)

**PENNA PER ATTUARE CIRCUITI STAMPATI** — La penna illustrata nella fotografia riprodotta è un attrezzo per realizzare prototipi o piccole serie di circuiti stampati. Essa è prodotta in Gran Bretagna dalla Decon Laboratories Ltd., e denominata mod. 33 PC; ha la punta di nylon e consente di applicare un inchiostro resistente agli attaccanti chimici sulla lamina di rame che ricopre la piastra sulla quale viene attuato il circuito stampato. Dopo l'essiccazione dell'inchiostro e l'incisione delle parti scoperte, l'inchiostro viene tolto mediante un solvente.

La penna è provvista di una valvola che regola il flusso d'inchiostro e minimizza la sua evaporazione riducendone il consumo ed aumentando quindi la durata di ciascun riempimento del serbatoio contenuto nel gambo della penna.

(1605)



## LIBRI E PUBBLICAZIONI

AUBERT G.: **Électromagnétisme**. « Ed. Dunod », Parigi, 1971.

Un volume di xiv + 298 pagine, formato cm 15,5 × cm 24, con 200 figure.

Prezzo franchi francesi 39

Questo volume si propone di dare una esposizione, invero molto esauriente ed interessante, dei fondamenti dell'elettromagnetismo nel vuoto.

I primi quattro capitoli sono dedicati ai problemi dell'elettrostatica: viene introdotto il concetto di campo elettrostatico e viene trattato diffusamente il problema del potenziale elettrostatico. Vi è quindi un esame dei conduttori in elettrostatica, con l'esposizione dei teoremi dell'elettrostatica e dei metodi di studio dei sistemi di conduttori.

Nei successivi capitoli (5, 6, 7) viene esaminato il problema delle interazioni elettromagnetiche, con l'esposizione delle leggi fondamentali della magnetostatica, per giungere infine all'esame dei fenomeni elettromagnetici e alle equazioni di Maxwell. Vi è poi un capitolo (8) dedicato alle reti lineari, che comprende le equazioni generali delle reti e lo studio dei regimi sinusoidali. Infine vi è una appendice dedicata ai vettori e alle operazioni ad essi relative.

Lo scopo dell'autore è quello di dare soprattutto dei concetti fisici e di spiegare il meccanismo dei vari fenomeni stimolando l'immaginazione del lettore. Tale scopo viene pienamente raggiunto in quanto, in tutto il libro, si insiste particolarmente sul significato fisico delle ipotesi di base e si limita l'impiego di algoritmi matematici solo ai casi in cui è strettamente necessario.

Si riportano i titoli dei capitoli e la relativa pagina di inizio:

Cap. 1°: La carica elettrica (p. 1);  
Cap. 2°: Il campo elettrostatico (p. 15);  
Cap. 3°: Il potenziale elettrostatico (p. 43);  
Cap. 4°: I conduttori in elettrostatica (p. 81);  
Cap. 5°: La corrente elettrica e le interazioni elettromagnetiche (p. 121);  
Cap. 6°: Leggi fondamentali della magnetostatica (p. 163);  
Cap. 7°: I fenomeni elettromagnetici di induzione. Le equazioni di Maxwell (p. 199);  
Cap. 8°: Le reti lineari: stati quasi stazionari (p. 237).

Appendice. Vettori e principio di simmetria (p. 269). A.1: Proprietà generali dei vettori (p. 269); A.2: Prodotti dei vettori (p. 275); A.3: I vettori in un sistema di coordinate cartesiane (p. 286); A.4: Campi dei vettori (p. 289); A.5: Il principio della simmetria e le sue applicazioni (p. 292).

(1610) M. A.

CECCARELLI A., GAGLIARDI D., VALESE F.: **Fondamenti di telefonia**. « Edizioni Siderea », Roma, 1972.

Un volume di 546 pagine formato cm 17 × cm 24 con 318 figure.

Prezzo lire 5.500

L'enorme sviluppo che in questi ultimi anni hanno avuto le telecomunicazioni fa sì che un numero sempre maggiore di giovani si rivolgano a questo campo di studi. Purtroppo non sono

però numerosi in Italia i buoni testi sulla telefonia. Un motivo di questa scarsità può essere la vastità della materia che rende veramente difficile arrivare ad una sintesi soddisfacente e il rapidissimo sviluppo della tecnica delle telecomunicazioni, che rende spesso superati testi anche molto recenti.

Il presente volume, rivolto principalmente agli allievi Periti Industriali per le Telecomunicazioni, costituisce certamente una delle opere più complete ed aggiornate sull'argomento e tratta in modo molto preciso tutta la materia, dalla commutazione alla distribuzione ed alla trasmissione a grande distanza. Un grande pregio dell'opera è quello di associare alla concisione e semplicità dell'esposizione, rigore e chiarezza.

Il volume è composto di cinque parti. La prima parte contiene un richiamo su alcune nozioni fondamentali. In particolare sono ricordate le unità di misura logaritmiche di trasmissione (decibel e neper); è fatto un breve cenno alla teoria delle reti, ricordando le definizioni dei principali tipi di attenuazioni di un quadripolo e dando alcune nozioni sui filtri elettrici; è infine riportata una trattazione della propagazione sulle linee, completata da un cenno sulla loro costituzione fisica.

La seconda parte è dedicata essenzialmente alla commutazione telefonica e comprende una descrizione dei sistemi di commutazione manuale e dei diversi sistemi di commutazione elettromeccanica a comando diretto (sistemi Siemens ed Autelco) ed a comando indiretto (sistemi Ericsson e Standard). È pure fatto cenno ai sistemi di commutazione elettronica attualmente in via di sviluppo. Completano questa parte una descrizione dell'apparecchio telefonico e un cenno agli apparati telefonici sulle navi.

La terza parte è dedicata alle caratteristiche dei circuiti telefonici ed in particolare alle cause di degradazione che su tali circuiti possono essere presenti: distorsioni (di ampiezza, fase e non linearità), rumori (con esposizione dei metodi di misura), diafonia. Nella stessa parte è illustrato il piano regolatore telefonico nazionale.

Nella parte quarta sono descritti i sistemi di trasmissione a frequenze vocali. In particolare sono illustrati i cavi a coppie simmetriche utilizzati per queste trasmissioni e sono descritte le tecniche di pupinizzazione e di amplificazione, sia con amplificatori di tipo classico che ad impedenza negativa. Sono pure descritti i metodi di bilanciamento che si adottano per ridurre la diafonia.

La parte quinta riguarda la trasmissione telefonica su sistemi multicanali e si compone di una parte introduttiva sulla modulazione, sui modulatori di ampiezza e sui filtri e di una descrizione dei principali sistemi di trasmissione attualmente impiegati. Sono illustrati i sistemi a frequenze portanti per cavo simmetrico e coassiale, terrestre o sottomarino, ed i sistemi PCM. Sono pure esposti i metodi di bilanciamento dei cavi adottati a frequenze elevate e, brevemente, i diversi metodi di segnalazione. È pure fatto un cenno alla costituzione meccanica delle apparecchiature di trasmissione, che comprende

una breve illustrazione della nuova generazione di apparecchiature, che è in procinto di entrare in servizio. Chiudono questa parte alcuni cenni sui fasci hertziani e sulle comunicazioni via satellite.

Riportiamo i titoli dei capitoli e la pagina in cui hanno inizio:

Parte I: *Nozioni sui quadripoli e teoria delle linee di trasmissione*; Cap. 1°: Richiami fondamentali (p. 5); Cap. 2°: Unità di trasmissione (p. 9); Cap. 3°: Attenuazioni di un quadripolo (p. 21); Cap. 4°: Nozioni sui filtri elettrici (p. 35); Cap. 5°: Generalità sulla costituzione delle linee di trasmissione (p. 45); Cap. 6°: Costanti primarie delle linee omogenee a coppie simmetriche (p. 52); Cap. 7°: Costanti primarie delle coppie coassiali (p. 62); Cap. 8°: Costanti secondarie delle linee di trasmissione (p. 66); Cap. 9°: Le riflessioni (p. 79);

Parte II: *Apparecchi d'utente e commutazione telefonica* (p. 91); Cap. 1°: Richiami di acustica (p. 93); Cap. 2°: L'apparecchio telefonico (p. 104); Cap. 3°: Generalità sulle reti telefoniche urbane e interurbane (p. 125); Cap. 4°: Relé telefonici (p. 135); Cap. 5°: Commutazione manuale urbana e interurbana (p. 146); Cap. 6°: Sistemi di commutazione automatica a comando diretto (p. 163); Cap. 7°: Sistemi di commutazione automatica a comando indiretto (p. 183); Cap. 8°: Cenni sulla commutazione elettronica (p. 203); Cap. 9°: Particolarità degli apparati telefonici a bordo delle navi (p. 209).

Parte III: *Caratteristiche dei circuiti telefonici* (p. 215); Cap. 1°: Larghezza di banda ed equivalenti in una commutazione telefonica (p. 217); Cap. 2°: Le distorsioni (p. 231); Cap. 3°: Il rumore (p. 241); Cap. 4°: La diafonia (p. 253); Cap. 5°: Il piano regolatore telefonico (p. 262).

Parte IV: *Trasmissione telefonica a frequenze vocali* (p. 279); Cap. 1°: Linee telefoniche a coppie simmetriche (p. 281); Cap. 2°: Pupinizzazione delle linee a coppie simmetriche (p. 298); Cap. 3°: Amplificazione dei circuiti a frequenze vocali (p. 312); Cap. 4°: La diafonia nei circuiti a frequenze vocali. Bilanciamento (p. 325).

Parte V: *Trasmissione telefonica a frequenze portanti* (p. 337); Cap. 1°: Considerazioni generali (p. 339); Cap. 2°: La modulazione di ampiezza (p. 348); Cap. 3°: Il modulatore bilanciato (p. 363); Cap. 4°: I filtri nei sistemi telefonici a frequenze portanti (p. 373); Cap. 5°: Nozioni sulla segnalazione telefonica (p. 380); Cap. 6°: Complementi sulla realizzazione delle apparecchiature a frequenze portanti (p. 390); Cap. 7°: Sistemi a frequenze portanti su linee a coppie simmetriche (p. 404); Cap. 8°: Cavi coassiali terrestri (p. 424); Cap. 9°: Allocazione delle frequenze nei sistemi telefonici su cavi coassiali terrestri (p. 433); Cap. 10°: L'amplificazione intermedia nei sistemi telefonici multicanali (p. 445); Cap. 11°: Sistemi di trasmissione a frequenze portanti su cavi sottomarini (p. 461); Cap. 12°: La diafonia nei circuiti a frequenze portanti (p. 475); Cap. 13°: Sistemi di modulazione a codice di impulsi (p. 484); Cap. 14°: Caratteristiche delle apparecchiature a frequenze portanti (p. 503); Cap. 15°: Cenni sui fasci hertziani (p. 511); Cap. 16°: Cenni sulle telecomunicazioni spaziali (p. 525).

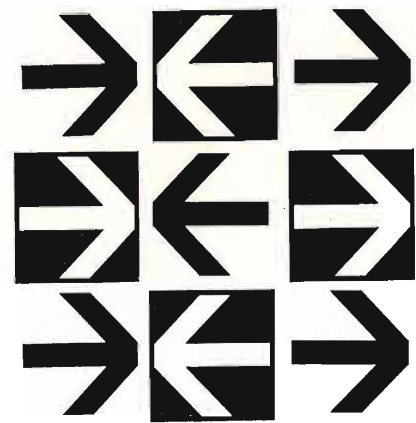
(1611) F. T.



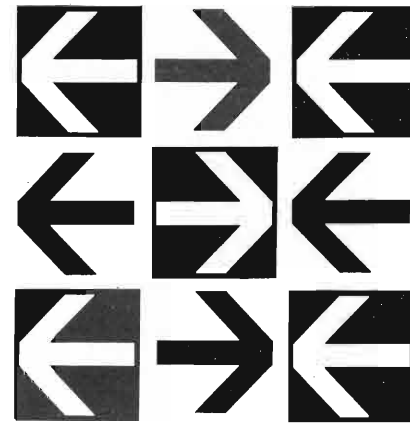
SIP Società Italiana per l'Esercizio Telefonico p.a.



le reti di telecomunicazioni per la elaborazione elettronica a distanza



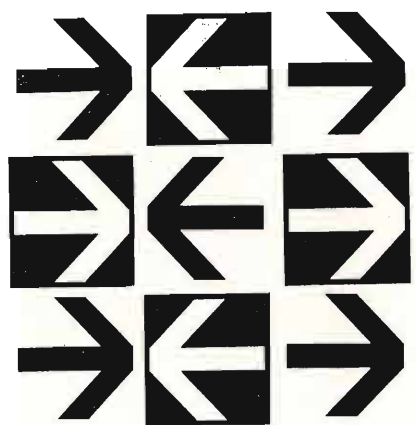
SER  
VI  
ZIO  
TRAS  
MIS  
SIONE  
DATI



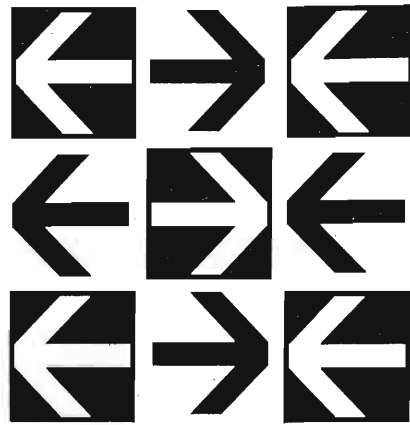
■ Scambio di informazioni a distanza ad alta velocità tra elaboratori e terminali per dati

■ Configurazione dei collegamenti secondo le diverse esigenze elaborative dell'utenza

■ Elaboratori di grande potenza raggiungibili ovunque istantaneamente da più utilizzatori



SER  
VI  
ZIO  
TRAS  
MIS  
SIONE  
DATI



le sedi della SIP sono a disposizione dell'utenza per  
informazioni preventivi progetti

IMPIANTO DOCUMENTAZIONE ADDEBITI  
per centrali telefoniche private



**...per dare  
un nome  
a chi telefona**

e per rilevare l'ora,  
il giorno, l'esatta determinazione  
dei costi di conversazione.  
L'impianto automatico  
per la documentazione degli addebiti,  
naturale complemento  
dei moderni impianti telefonici privati,  
consente infatti il rilevamento continuo  
del traffico urbano-interurbano.

Inoltre:

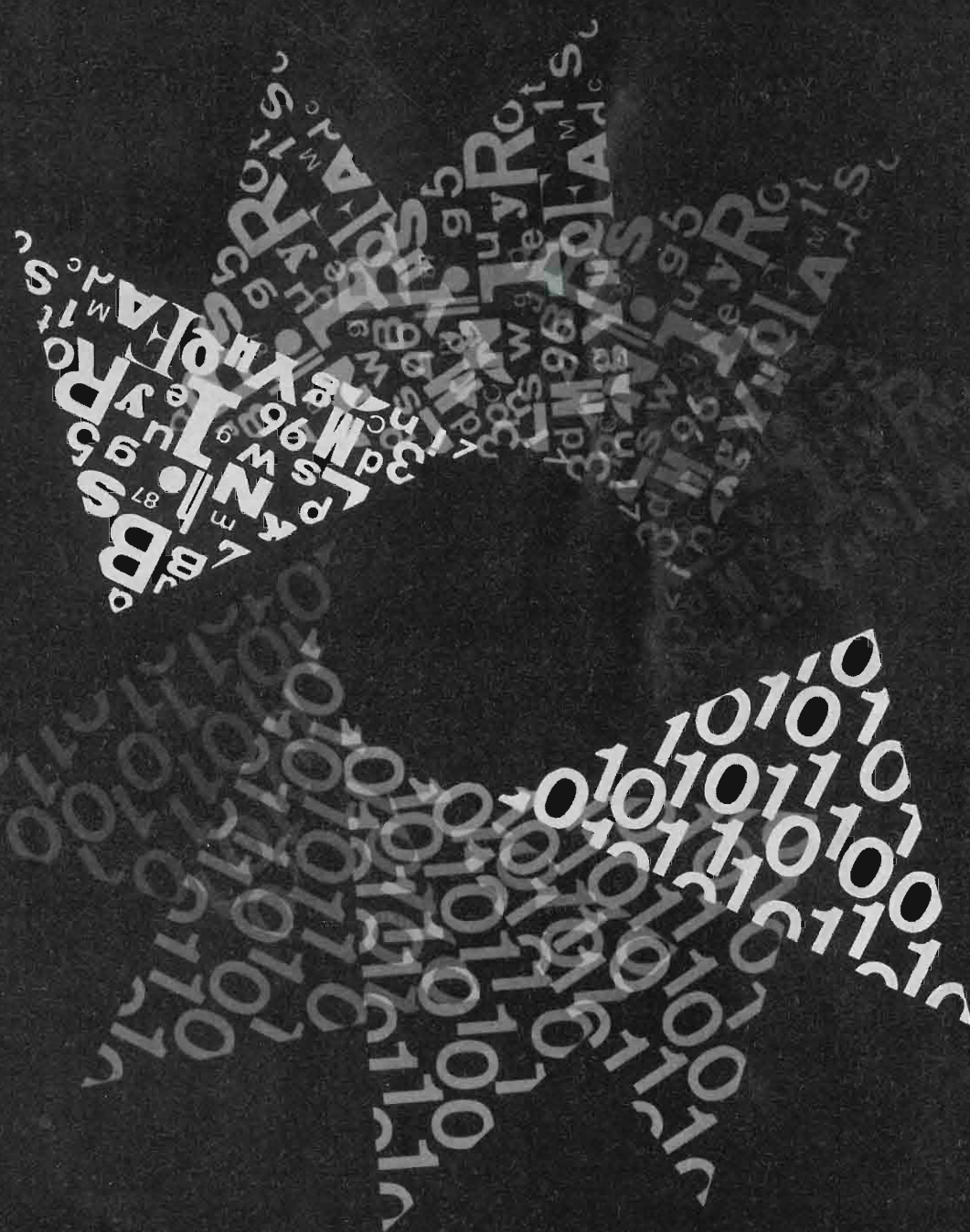
- traffico telefonico più spedito
- risparmio di posti d'operatrice
- maggior consapevolezza dei costi per le telefonate interurbane da parte degli utenti
- riduzione dei costi per le chiamate in teleselezione



SPS 283/02

**SOCIETA' ITALIANA TELECOMUNICAZIONI SIEMENS s.p.a.**  
20149 Milano - p.le Zavattari, 12 - tel. 4388





## MODEM

### per trasmissione dati

Velocità da 200 a 96000 bit/sec. ○ struttura unificata per utilizzazione da tavolo e da rack ○ unità di controllo separabile ○ interfaccia secondo norme CCITT ○ affidabilità estrema, garantita dall'impiego esteso di circuiti digitali e piastre di cablaggio. Cinque caratteristiche fra le molteplici che sono comuni a una gamma completa di modem realizzati - per soddisfare qualsiasi problema di trasmissione - dalla:

**SOCIETÀ ITALIANA TELECOMUNICAZIONI SIEMENS s.p.a.**  
20149 Milano - p.le Zavattari, 12 - tel. (02) 4388.1



SP5 123-05

# Superate il muro dell'aritmetica!

**Con tutta questa potenza in più!**

Logaritmi, funzioni trigonometriche, radici, esponenziali e altre funzioni complesse. L'HP-35 mastica ben più che semplice aritmetica.

Che siate un ingegnere o uno scienziato, un accademico, uno statistico o un topografo, l'HP-35 è il calcolatore che avete sempre sognato. Guardate un po' cosa sa fare.

**\*Molto di più che semplice aritmetica!**

Funzioni esponenziali e logaritmi: log, ln, e<sup>x</sup>, x<sup>y</sup>.  
Funzioni trigonometriche: sin, cos, tan, arc sin, arc cos, arc tan.  
Altre funzioni: 1/x, √x, π.  
Campo dinamico: 200 decadi (da 10<sup>-99</sup> a 10<sup>99</sup>).  
Velocità di calcolo: 60-500 millisecondi.  
Precisione: alla decima cifra.  
Punto decimale: risultati in virgola mobile o notazione scientifica, con passaggio automatico.



**\*Ha la potenza di 30.000 transistors.**

L'HP-35 è il risultato dell'esperienza tecnica dei laboratori centrali Hewlett-Packard, in California. E la Hewlett-Packard è la maggiore produttrice di apparecchiature elettroniche di precisione - con più di 2000 strumenti, compresi computers e calcolatori programmabili.

**\*Completo: pronto all'uso.**

L'HP-35 costa L. 270.000 + IVA 12%, completo di ricaricatore e batteria al nikel-cadmio, manuale per l'uso e custodia in pelle. Ed è garantito per un anno intero.

**\*Gratis-Lo studio sulle capacità dell'HP-35.**

Già più di 50.000 utenti soddisfatti risparmiano tempo, noie e denaro con questa piccola meraviglia. Compilate e spediteci subito il tagliando. Riceverete una documentazione completa sulle possibilità operative dell'HP-35 e istruzioni su come ordinarlo.

**\*Funziona dovunque e quando volete.**

Funziona sia a batteria che collegato alla presa di corrente. L'indicatore numerico ha le cifre formate da matrici di diodi luminosi allo stato solido: dieci per il risultato, due per l'esponente, una per il segno e un'altra per il punto decimale.

**\*Basta annotazioni!**

Risultati intermedi e costanti vengono richiamati automaticamente. L'HP-35 ha 5 registri-dati.

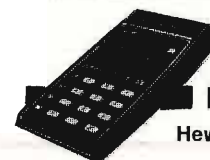
## Vorrei saperne di più!

Alla Hewlett-Packard Italiana S.p.A. - Via Vespucci, 2 - 20124 Milano - Tel. 6251.

Desidero ricevere gratuitamente una copia sullo studio delle possibilità operative dell'HP-35, e informazioni su come ordinarlo.

Nome .....  
Incarico .....  
Ditta .....  
Indirizzo .....

HEWLETT **hp** PACKARD



Hewlett-Packard Italiana S.p.A. - Via Vespucci, 2 - 20124 Milano - Tel. 6251.





Che ogni componente  
del sistema ESK 3000E sia stato studiato,  
realizzato e severamente collaudato  
al fine di offrirVi  
una centrale telefonica privata,  
altamente perfezionata...

## ...A VOI NON INTERESSA.

Mentre Vi interesserà sapere,  
per esempio, che la presenza di circuiti transistorizzati,  
nella parte di comando,  
diminuisce i tempi di impegno  
ed aumenta il rendimento del sistema.  
Oppure che la sua ampliabilità modulare di commutazione voce e dati  
le permette di adeguarsi alle esigenze di qualunque cliente.  
**Un sistema dunque che "cresce" con l'Azienda.**



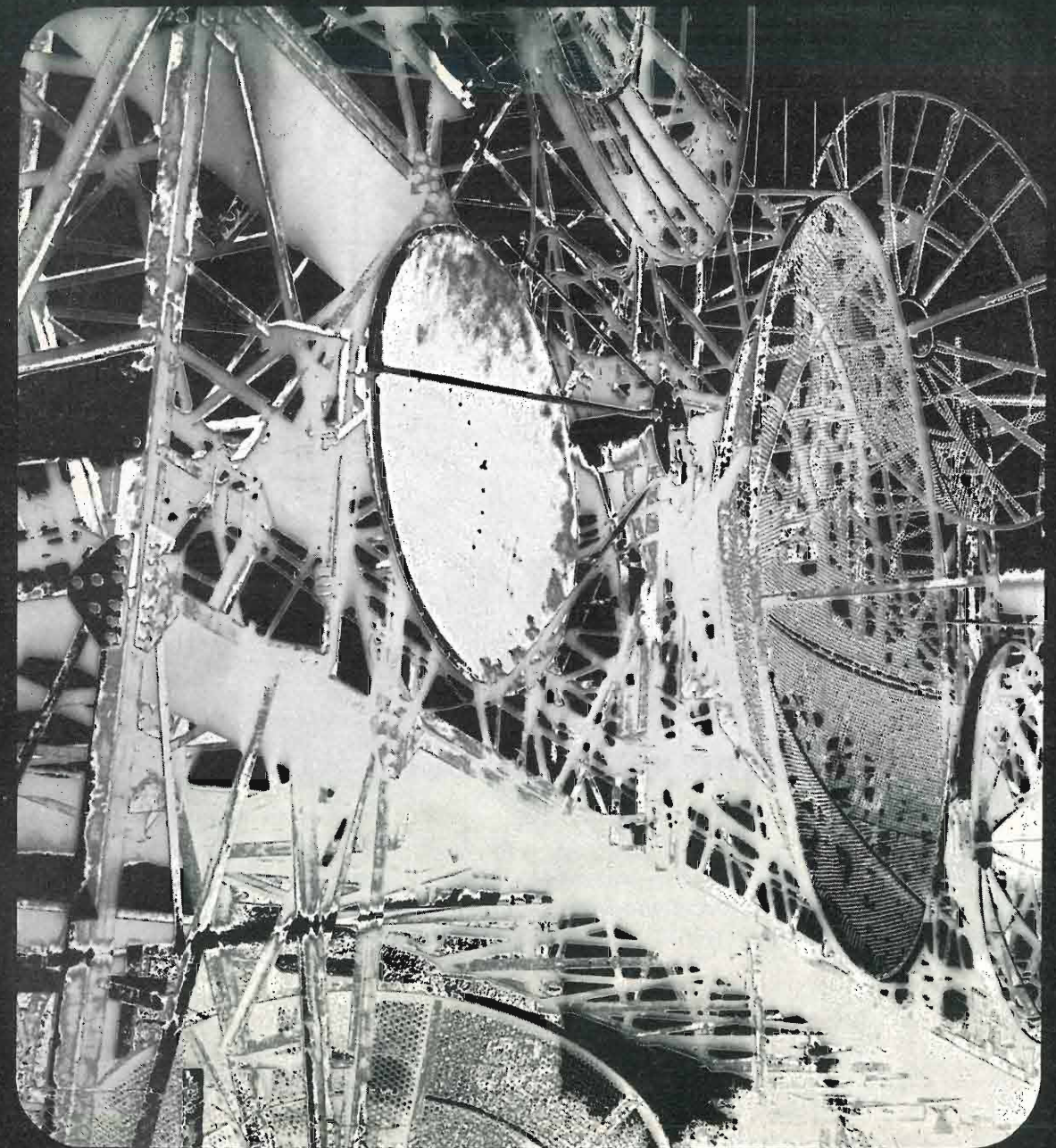
**SOCIETA' ITALIANA TELECOMUNICAZIONI SIEMENS s.p.a.**  
20149 Milano - p.le Zavattari, 12 - tel. (02) 4388.1

# selenia

INDUSTRIE ELETTRONICHE  
ASSOCIATE SpA.

Direzione - Progettazione, Studi e Ricerche  
00131 Roma, Via Tiburtina Km. 12,400  
Stabilimento di Produzione/80070 Fusaro (Napoli)

SISTEMI ELETTRONICI DI BORDO;  
SISTEMI DI ALIMENTAZIONE DI BORDO;  
SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI VIA SATELLITE;  
SISTEMI DI ANTENNE  
PER TELECOMUNICAZIONI DI BORDO;  
SISTEMI DI CONTROLLO AUTOMATICO A TERRA;  
PONTI RADIO A MICROONDE A PICCOLA,  
MEDIA E GRANDE CAPACITA';  
APPARATI AUSILIARI PER TELECOMUNICAZIONI;  
SISTEMI RADAR MULTIPLEX;  
SISTEMI DI TRASMISSIONE DI DATI;  
APPARATI PER TELESEGNALI,  
TELECOMANDI E TELEMISURE;  
RIPETITORI TELEVISIVI;  
STAZIONI DI TERRA PER COMUNICAZIONI SPAZIALI;  
PONTI RADIO MILITARI MOBILI E TRASPORTABILI.



DIVISIONE TELECOMUNICAZIONI E ATTIVITA' SPAZIALI



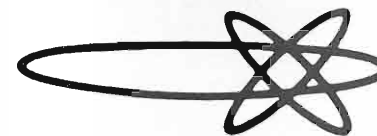


ricetrasmittitore 2700 canali CTR130

**GTE TELECOMUNICAZIONI S.p.A.**

Sistemi per ponti radio UHF (400-900 MHz) e SHF (2-4-6-7-8-11-13 GHz) allo stato solido per comunicazioni telefoniche (da 6 a 2700 canali) e televisive. Apparecchi VHF monocanali per collegamenti fissi e mobili. Apparecchiature multiplex FDM (fino a 2700 canali) e PCM. Sistemi per trasmissione di dati. Amplificatori parametrici. Apparecchiature per telecomunicazioni a mezzo di satelliti artificiali. Strumenti di misura speciali per telecomunicazioni.

Sede: 20060 Cassina de' Pecchi (Milano) - telefono 95.199  
 20158 Milano - via Bernina 6-12 - telefoni 69.62 - 60.01.51  
 00153 Roma - piazza Albania 10 - telefono 57.84.44  
 16128 Genova - corso Andrea Podestà 8 - telefono 58.04.72

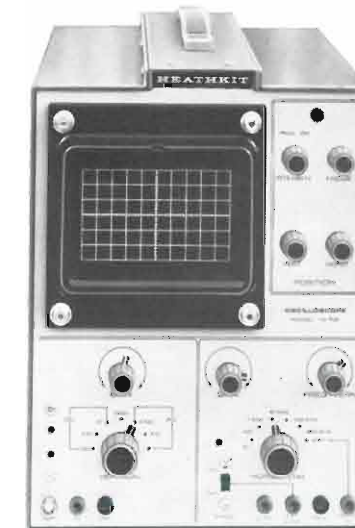


**HEATHKIT®**

**OSCILLOGRAFO DA 5" MOD. IO-102**

Se eravate alla ricerca di un eccezionale oscillografo generale a prezzo giusto, l'avete trovato nel mod. IO-102. Risponso a larga banda di —5MHz in c.c.; circuito FET ad alta impedenza per ridurre al minimo il carico Sweep esterno e ingressi sincro; alimentazione regolata a mezzo Zener.

Caratteristiche: Canale verticale - Sensibilità: 30 mV/cm non tarati. Risponso della frequenza: c.c. —5MHz, ± 3 dB. Tempo di salita: 80 nano-secondi. Impedenza d'ingresso: 1 Mohm in parallelo a 35 pF. Attenuatore: a 3 posizioni, a frequenza compensata, x1, x10, x100. Alimentazione: 220 V, 50 Hz, 35 W. Dimensioni: 32 x 23 x 41 cm. Peso: 14 kg.



IO - 102



IO - 105

**OSCILLOGRAFO DA 5" MOD. IO-105**

A doppia traccia con meno di 5° di spostamento di fase; larghezza di banda c.c. di 15 MHz con tempo di salita di 24 nano-secondi. Schermo piatto da 8 x 10 cm.

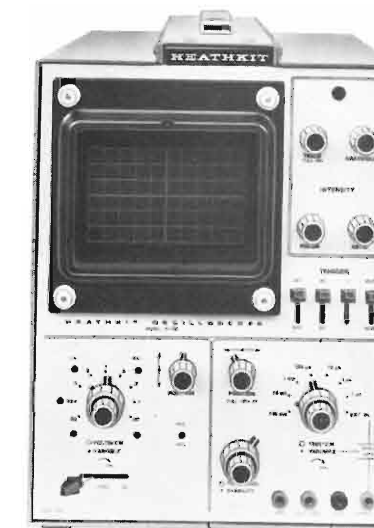
Caratteristiche: Canale verticale - Sensibilità: 0,05 mV/cm. Risponso della frequenza: 15 MHz, 3 dB con 4 cm di deflessione. Impedenza d'ingresso: 1 Mohm in parallelo a 35 pF. Attenuatore a 9 posizioni. Alimentazione: 220 V, 50 Hz, 60 W. Dimensioni: 31 x 27 x 38 cm. Peso: 18 kg.



**OSCILLOGRAFO DA 5" MOD. IO-103**

Schermo da 6 x 10 cm; regolatore di sweep a 7 stadi, da 100 millesimi di secondo a 100 nano-secondi per centimetro.

Caratteristiche: Canale verticale - Sensibilità: 50 mV/cm. Risponso della frequenza: a 10 MHz, ± 3 dB con 3 cm di deflessione; a 8 MHz, ± 3 dB con 6 cm di deflessione. Impedenza d'ingresso: 1 Mohm in parallelo a 30 pF. Tempo di salita: inferiore a 50 nano-secondi. Attenuatore a 9 posizioni. Alimentazione: 220 V, 50 Hz, 35 W. Dimensioni: 32 x 23 x 41 cm. Peso: 17 kg.



IO - 103



**INTERNATIONAL S.P.A. ■ AGENTI GENERALI PER L'ITALIA**

20129 MILANO - VIALE PREMUDA, 38/A - TEL. 795.762 - 795.763 - 780.730





PHILIPS



# quando parte un impulso...

... se è Philips sapete sempre che arriverà e che svolgerà il compito assegnatogli. Perché un impulso Philips è fedele e preciso, sia quando lo si incarichi di eseguire un intero processo produttivo controllato elettronicamente, sia quando gli si faccia compiere un delicato esperimento spaziale a 400.000 chilometri dalla terra. L'assoluta precisione dei suoi «ordini» riflette la fermezza delle vostre dita sui comandi del generatore di impulsi Philips.



PM 5712 e PM 5715 - Generatore di impulsi / 50 MHz / 4 ns / Doppio impulso / Doppia uscita 10 V / Offset + 2 V, - 5 V.

**Ovunque, un'onda Philips.**