

# ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

REC. 27 AGO 1973  
RESP.

A CURA DELLA RAI E DELLA STET - EDIZIONI ERI - ANNO XXII - NUMERO 4 - 1973 - L. 500

*MA*



Base mobile per il radiorilevamento delle prestazioni di autovetture (v. artic. p. 118).



# 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 !!!

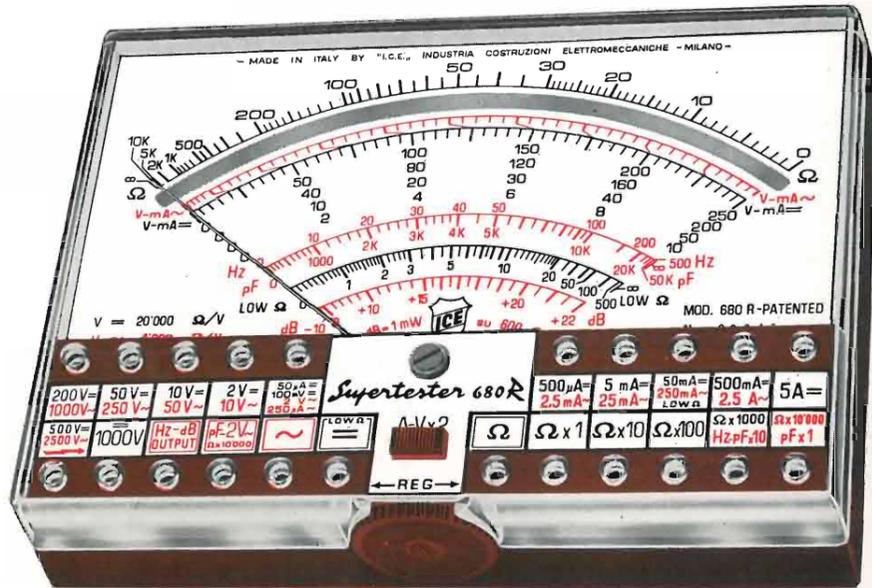
- VOLTS C.A.: 11 portate: da 2 V. a 2500 V. massimi.
- VOLTS C.C.: 13 portate: da 100 mV. a 2000 V.
- AMP. C.C.: 12 portate: da 50 µA a 10 Amp.
- AMP. C.A.: 10 portate: da 200 µA a 5 Amp.
- OHMS: 6 portate: da 1 decimo di ohm a Rivelatore di 100 Megaohms.
- REATTANZA: 1 portata: da 0 a 10 Megaohms.
- CAPACITA': 6 portate: da 0 a 500 pF - da 0 a 0,5 µF e da 0 a 50.000 µF 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 misurazioni: I<sub>ceo</sub> (I<sub>co</sub>) - I<sub>ces</sub> (I<sub>eo</sub>) - I<sub>ceo</sub> - I<sub>ces</sub> - I<sub>cer</sub> - V<sub>ce sat</sub> - V<sub>be</sub> hFE (β) per i TRANSISTORS e V<sub>f</sub> - I<sub>r</sub> 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 transistor 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**  
**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.



**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.

**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

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 SOCIETA

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: G.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



Fig. 6 - Oscilloscopio



Fig. 7 - Misuratore di isolamento tascabile



Fig. 8 - Ponte per misure d'ammiettanza VHF



Fig. 9 - Misuratore di terre ad asseramento

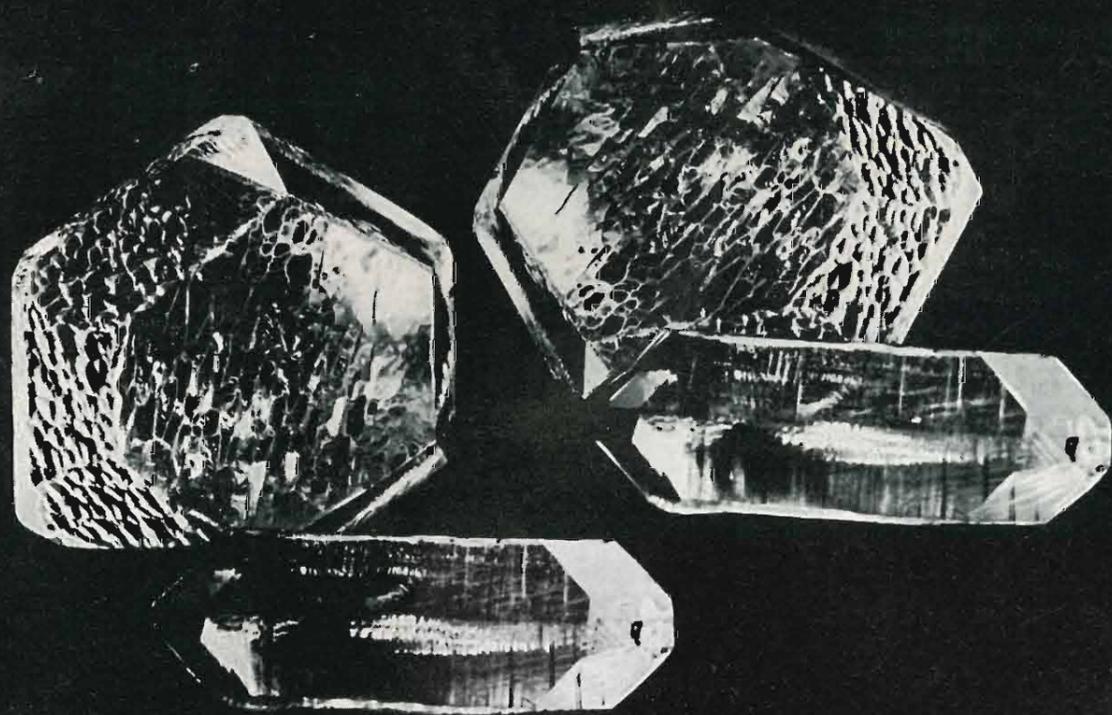


Fig. 10 - Ponte universale per misure di resistenza



Fig. 11 - Milliampmetro registratore

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

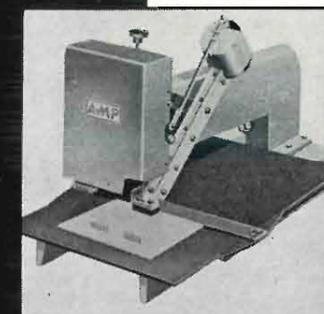
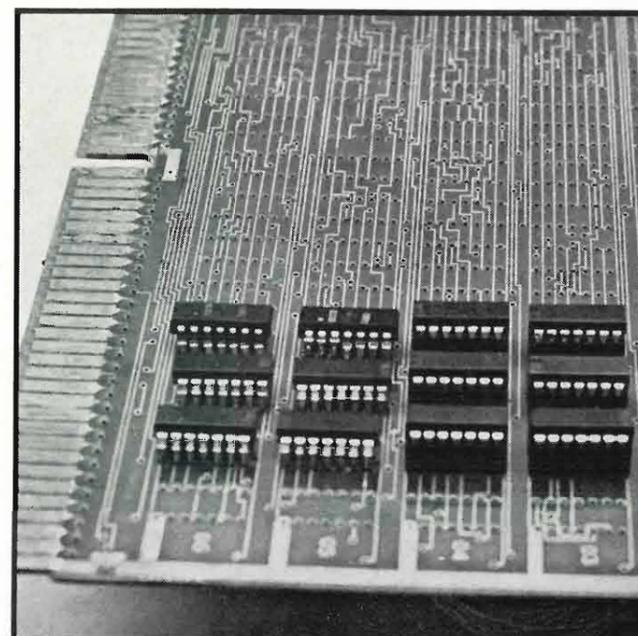


Esportatore:

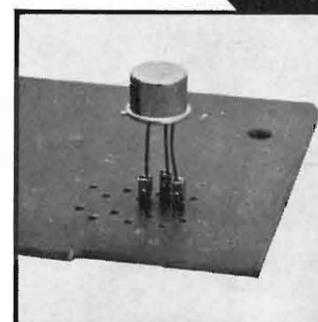
**ALMAZJUVELIREXPORT**

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

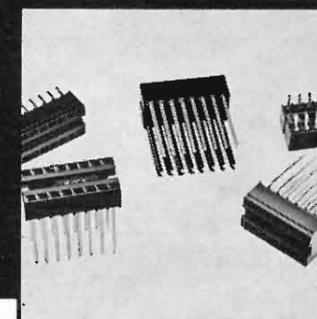
# DIP HEADERS: AFFIDABILITA'!



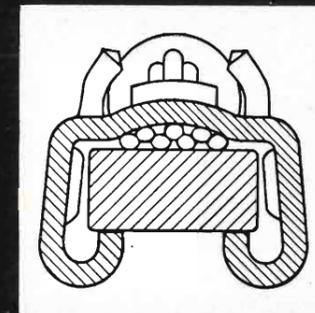
Macchina inseritrice



Zoccoli per transistor



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



Il sensore del nuovo Sistema Hewlett-Packard di misura a microonde è probabilmente il più piccolo che abbiate mai visto. Comunque è certamente il più preciso: R.O.S., da 30 MHz a 12,4 GHz, inferiore a 1,2; fino a 18 GHz, inferiore a 1,3.

Tutto questo grazie a una termocoppia da 1 mm<sup>2</sup> radicalmente nuova, che è parente stretta di un transistor. Come un transistor, infatti, è robusta e sensibile, minuscola e precisa.

Il sensore inoltre ha un amplificatore chopper a FET, con alta uscita e bassissimo consumo di potenza. Così si possono usare cavi lunghi fino a 70 metri, ed è possibile l'alimentazione a batteria. Caratteristiche conformi a quelle dettate dal National Bureau of Standard (1 mW ± 0,7% a 50 MHz). Incertezza

di misura inferiore a ±1%. E per avere l'azzeramento automatico è sufficiente premere il pulsante posto sul pannello frontale.

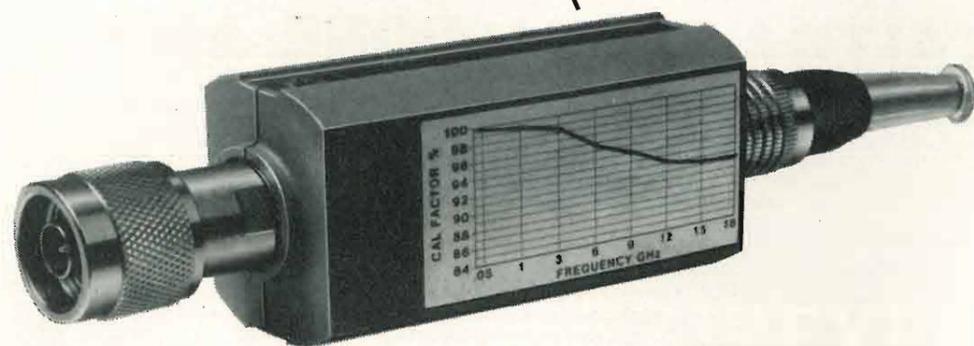
Il fattore di calibrazione può essere cambiato per compensare le variazioni di efficienza del sensore alle diverse frequenze. Ogni sensore è accompagnato da un grafico del fattore di calibrazione e del coefficiente di riflessione in corrispondenza di 17 frequenze. Così non ci saranno più incertezze dovute a disaccoppiamento.

Preciso, conveniente, pratico, portatile: il nuovo Sistema di misurazione a microonde Hewlett-Packard è l'ideale per ogni applicazione, sia in laboratorio che in esterno.

HEWLETT **hp** PACKARD

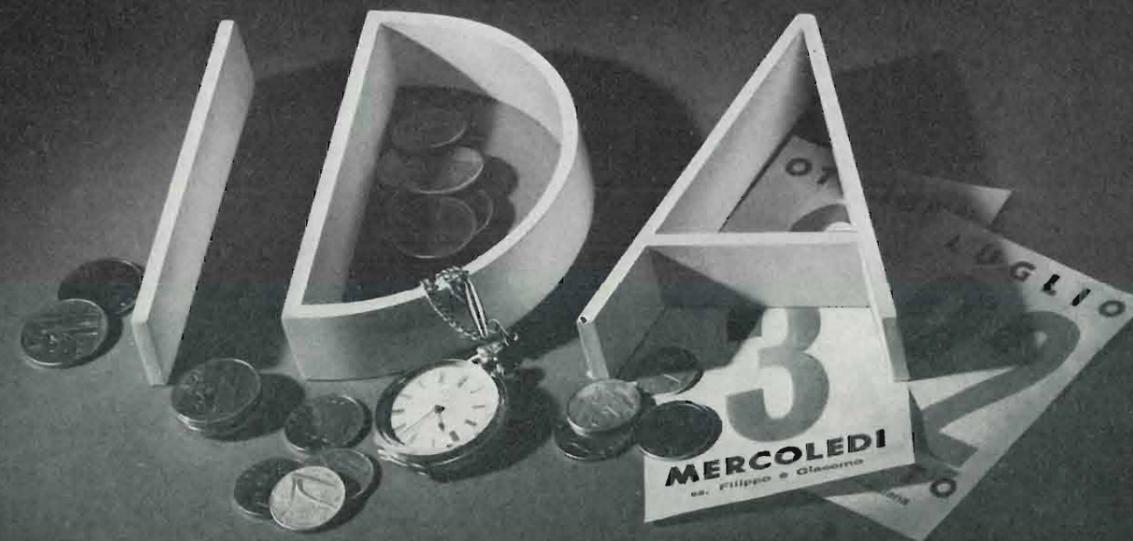
Assistenza di 172 centri di servizio e vendita in 65 paesi nel mondo.

**Grandezza naturale!**



**Dovete saperne di più:** Per avere tutti i dettagli sul Misuratore di Potenze 435 e per il sensore 8481, scrivete o telefonate a: Hewlett-Packard Italiana S.p.A. - Via A. Vespucci, 2 - 20124 Milano - Tel. 6251.

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:

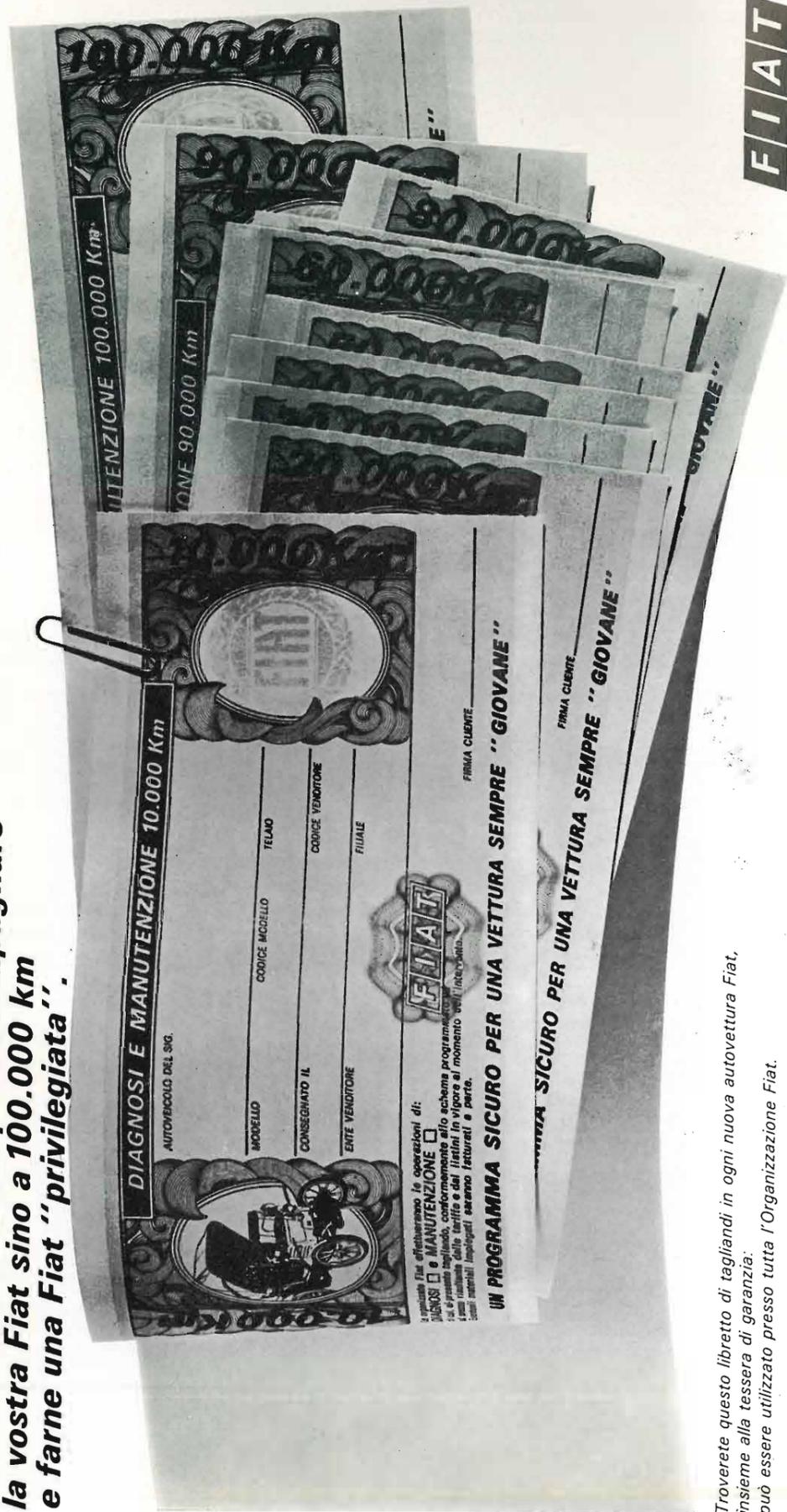
- traffico telefonico più spedito
- risparmio di posti d'operatrice
- maggior consapevolezza dei costi per le telefonate interurbane da parte degli utenti
- riduzione dei costi per le chiamate in teleselezione



SPS 283/02

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

Se volete che  
la vostra Fiat sia  
sempre in ottimo stato,  
non vi dia mai sorprese, duri ancora di più,  
mantenga alto il suo valore nel tempo,  
utilizzate questo libretto:  
è il piano di diagnosi e manutenzione  
che abbiamo studiato per accompagnare  
la vostra Fiat sino a 100.000 km  
e farne una Fiat "privilegiata".



Troverete questo libretto di tagliandi in ogni nuova autovettura Fiat, insieme alla tessera di garanzia. può essere utilizzato presso tutta l'Organizzazione Fiat.

NUMERO **4** LUGLIO  
AGOSTO 1973  
ANNO XXII DA PAGINA 117  
A PAGINA 156

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



La copertina rappresenta il contenitore attrezzato da base mobile per il radiorilevamento delle prestazioni su strada di una autovettura. Tale base mobile comprende un sistema interferometrico per la misura della velocità del veicolo ed un sistema numerico di trasmissione dati. Nella stessa immagine è visibile il sistema automatico di sollevamento e puntamento dell'antenna con palo telescopico ed una vettura attrezzata per l'esecuzione delle misure (vedi articolo a pag. 118).

# ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Sommario:

pagina

Una base mobile per il radiorilevamento delle prestazioni su strada di un'autovettura su banda S (M. Boella, C. Cugiani, C. Piazza) 118

Descrizione di un'apparecchiatura installata su un contenitore che funge da base mobile, comprendente un sistema interferometrico per la determinazione dello spazio percorso e delle velocità della vettura, ed un sistema numerico di trasmissione dati. Sono inoltre presentati i risultati e le prestazioni ottenute.

Apparecchiatura per elaborazioni di immagini televisive (G. Bavosi, A. Racciu) ..... 123

Una speciale interfaccia collega, in tempo reale, una telecamera con un calcolatore e genera immagini televisive numeriche. L'interfaccia usa una norma televisiva ridotta e consente di prelevare una «finestra» del quadro televisivo di dimensioni variabili in altezza e larghezza. Serve, fra l'altro, per lo studio della riduzione di banda dei segnali video numerici.

Requisiti e prestazioni dei sistemi di alimentazione dei satelliti per telecomunicazioni (G. Quaglione) ..... 127

Considerazioni di meccanica celeste e caratteristiche ambientali che influiscono sulle prestazioni dei sistemi di alimentazione dei satelliti in orbita geostazionaria; schemi a blocchi di tali sistemi e dimensionamento dei pannelli di celle solari.

Il sistema di segnalazione CCITT N. 6 (M. Vanin) 137

Genesi e caratteristiche del sistema di segnalazione CCITT n. 6 funzionante su canale separato; programma delle prove internazionali; lavori della CEPT per l'utilizzazione del sistema n. 6 modificato per scopi regionali e nazionali; programmi di studio futuri.

## Notiziario:

- Controllo dei passaporti mediante computer • Plasma alla temperatura del sole contro l'usura dei metalli • Flussometro a vortice di nuova concezione • Generatore di segnali di deflessione orizzontale e verticale per ricevitori TV ..... 149
- Misure dell'inquinamento dell'aria e dell'acqua ..... 150
- Il regolo calcolatore elettronico • Terminale grafico video .... 151
- Gli amplificatori ibridi per la «Main Aerial Television» • Campione numerico di tensioni • Scarti dei segnali di tempo dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale (IEN) ..... 152

## Libri e pubblicazioni:

- Andronico A., Bozzo U., De Giorgio A., Galligani I., Marconi R., Nervegna E., Provenzano G., Refice M.: Principi di informatica • Andronico A., Belsky V., Bozzo U., De Giorgio A., De Prà R., Galligani I., Marconi R., Nervegna E., Provenzano G., Refice M.: Scienza degli elaboratori • Dupraz J.: Theorie de la communication ..... 156

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 6-11-1971  
TUTTI I DIRITTI RISERVATI  
LA RESPONSABILITÀ DEGLI SCRITTI: FIRMATI AI SINGOLI AUTORI  
© 1973 BY ERI - EDIZIONI RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA

INSERZIONI: ALFACAVI - ALMAZJUVELIREXPORT - AMP - BELOTTI - ERI - FIAT - GTE - ICE - HEWLETT PACKARD - LARIR - ROJE OSCAR - SELENIA - SIAE - SIEMENS - SIP - TECHSNABEXPORT - THOMPSON

# UNA BASE MOBILE PER IL RADIORILEVAMENTO DELLE PRESTAZIONI SU STRADA DI UN'AUTOVETTURA SU BANDA S

MARIO BOELLA, CORRADO CUGIANI, COSTANTINO PIAZZO (\*)

**SOMMARIO** — Viene descritto un sistema, installato in un contenitore che funge da base mobile, per il radiorilevamento delle prestazioni su strada di una autovettura. Tale base mobile comprende un sistema interferometrico per la determinazione dello spazio percorso e della velocità del veicolo, ed un sistema numerico di trasmissione dati. Dopo un cenno alle caratteristiche generali della base viene descritto il principio operativo del sistema di inseguimento (tracking) e del sistema di trasmissione dati; è inoltre descritto il modo con cui è organizzata la presentazione delle grandezze misurate e la modalità di esecuzione delle prove. Da ultimo è presentato un consuntivo delle prestazioni ottenute su una base stradale del sistema completo.

**SUMMARY** — A mobile base for finding out the performance of a car on a road by radio on S band. A radio system is described for the tracking of a motor car during road tests and the collection of data concerning its performance. The system consists of a transmitting-receiving master station mounted in a container which is placed at one end of the road, and a coherent transponder and data transmitter placed on the car. The tracking device acts on the base of an interferential range measuring system. The data transmission from the car to the master station is actuated by means of a PCM/FSK system. In the master station a computer is used for the elaboration of the data and for the presentation of the results. An example of the results obtained during a trial is given and the versatility of the system to ascertain all the aspects of the performance of a car is evident.

## 1. Caratteristiche principali del sistema.

Il sistema di radiorilevamento che viene qui descritto è stato progettato e realizzato per la rilevazione a distanza di vari elementi caratterizzanti la prestazione di un autoveicolo in prova su strada, quali la velocità istantanea, l'accelerazione, i tempi di percorrenza di spazi predeterminati, le temperature di particolari punti motore, i consumi, gli istanti di cambio marcia, ecc.

Il sistema è costituito da una centrale operativa fissa, disposta ad un estremo del percorso rettilineo di prova, e da un transponder installato sulla vettura. La prima comprende le apparecchiature radio di ricezione, un calcolatore da processo per elaborazione dati, un tracciatore (plotter), registratori e tele-scrittori per la presentazione dati; tali apparecchiature sono installate a bordo di un contenitore (container) di 18 piedi, autonomo e trasportabile, a seconda delle esigenze, su basi di prova diverse; in particolare l'antenna è stata installata sul contenitore mediante un sistema di sollevamento a palo telescopico con comando idraulico e puntamento rapido.

Tra la centrale operativa ed il transponder di bordo si stabilisce in permanenza un collegamento radio con due distinti canali di informazione. Il primo, attuato su due diverse portanti nei due sensi, realizza un sistema di inseguimento (tracking) interferometrico e consente di valutare con grande precisione la posizione del veicolo ad ogni istante e quindi la sua

velocità istantanea, mediante operazione di derivazione. Il secondo invece effettua solamente il collegamento nel senso dalla vettura in prova alla base operativa, su di una terza portante, e reca l'informazione di un certo numero di grandezze analogiche e di eventi casuali (segnali on/off), mediante un procedimento di modulazione ad impulsi a codice (PCM).

La messa in opera del sistema richiede solamente la sistemazione, a bordo della vettura in prova, del transponder ed ovviamente dei trasduttori per il rilevamento delle grandezze desiderate. Le modalità di esecuzione delle prove sono state automatizzate, attribuendo al collaudatore che è a bordo della vettura la responsabilità ed il compito di dare inizio alla misura, nell'istante che egli giudica più opportuno, ed eliminando ogni altro intervento esterno. In particolare appare di grande interesse la caratteristica del sistema di non richiedere alcuna speciale preparazione della pista di prova, tranne il trasporto ed il piazzamento del contenitore « in loco ».

Le prove di collaudo del sistema sulla pista di prova della FIAT a Marene hanno indicato una portata del sistema di inseguimento di circa 4.000 metri e di 2.000 metri quella del sistema di trasmissione dati, che impiega una sorgente di minore potenza.

## 2. Determinazione di posizione e velocità.

La determinazione della velocità istantanea del veicolo ed i tempi di percorrenza in corrispondenza a spazi prefissati è fatta utilizzando un principio interferometrico (1); in base ad esso è possibile generare un

(1) BOELLA M., CUGIANI C., PIAZZO C., VILLA A., ZICH R.: *Interferential range measuring system as a tracking device for car trials*. «Alta Frequenza», n. 8, XXXIX, 1970, pagg. 685-688.

impulso elettrico ogni volta che la vettura ha percorso uno spazio pari a mezza lunghezza d'onda della portante a RF impiegata nella direzione vettura-postazione fissa. In particolare per l'installazione qui descritta sono state impiegate frequenze in banda S (circa 2,15 GHz), di modo che l'unità elementare di spazio è di circa 6,94 centimetri. Tale scelta è stata in primo luogo suggerita dalla opportunità di avere una definizione sufficientemente elevata della posizione del veicolo; in secondo luogo essa è stata convalidata da un insieme di numerose misure di propagazione con le quali si è accertata l'idoneità di tale banda UHF per stabili radiocollegamenti con mezzi in moto ed in vista ottica, su basi stradali, con sufficiente protezione dagli errori per cammini multipli di propagazione, portati da corpi diffrangenti quali paline, guard-rails, viadotti, gruppi di alberi.

Data l'elevata risoluzione di spazio ottenibile con questo sistema si è deciso di assumere come base per il calcolo della velocità istantanea, ottenuta quale rapporto incrementale  $\Delta s/\Delta t$ , un passo di 18 mezza lunghezze d'onda, pari a 1,25 metri. La scelta di questo valore è nata come compromesso tra l'opportunità di ridurre, con una media, l'effetto delle incertezze di fase della propagazione per cammini multipli, e la necessità, d'altro canto, di limitare il passo  $\Delta s$  in modo che il rapporto incrementale si identifichi praticamente con la velocità istantanea, in relazione con la legge del moto del veicolo ed in particolare con la variazione di velocità nel tempo, cioè la sua accelerazione.

D'altra parte detta scelta deve essere anche posta in relazione con il grado di definizione dell'intervallo di tempo  $\Delta t$ . Essendosi scelta come base di tempo una successione di impulsi a 4 kHz ed essendo  $\pm 1$  impulso l'indeterminazione massima nella conoscenza di  $\Delta t$ , la corrispondente imprecisione nella misura della velocità cresce col crescere di quest'ultima, se resta invariato il passo. Così, con passo di 1,25 metri, tale contributo di imprecisione nella misura della velocità è inferiore al  $\pm 0,2\%$  fino a velocità di 35 km/h. Per non superare tale limite di imprecisione per velocità superiori, il calcolatore è programmato in modo da effettuare il calcolo della velocità su un incremento di spazio pari a successivi multipli del passo elementare di 1,25 metri, via via che la velocità del veicolo supera multipli di 35 km/h.

Questa procedura è pienamente soddisfacente nelle prove di accelerazione e di velocità del veicolo. Può non esserlo altrettanto nelle prove di frenata a partire da condizioni di elevata velocità, poiché nei primi istanti la decelerazione può raggiungere valori di 0,8 g. Tenuto conto di queste varie esigenze, il calcolatore memorizza tutti i tempi di percorrenza dei successivi passi di 1,25 metri. Li utilizza poi singolarmente o a gruppi di due o più per il calcolo della velocità, a seconda del valore di questa, come si è visto essere opportuno per le prove di accelerazione. Tuttavia, quando sia necessario, i tempi dei singoli passi possono essere richiamati dalla memoria e utilizzati singolarmente.

La misura dell'intervallo di tempo  $\Delta t$  corrispondente al passo di 1,25 metri viene effettuata da un contatore che è comandato dalla base tempi ed il cui contenuto è trasferito nel calcolatore all'inizio di ogni intervallo di spazio ed è immediatamente dopo azzerato dal contatore. È importante osservare che il contatore può essere letto mentre sta contando, poiché

la lettura viene comandata dall'impulso di spazio, ma questo viene memorizzato e reso effettivo solo all'arrivo del successivo impulso di tempo, con un ritardo di 300 nanosecondi, necessario per l'assestamento del contatore. L'azzeramento del contatore segue la lettura con un ritardo dello stesso ordine di grandezza che è molto inferiore al periodo di conteggio. Anzi, sotto questo punto di vista, il sistema consentirebbe una frequenza di conteggio molto superiore, ma essa è stata limitata a 4.000 Hz per evitare un eccessivo ingombro in memoria alle basse velocità dell'autovettura.

## 3. Sistema di telemetria.

Per completare la presentazione dei dati illustranti il comportamento della vettura in prova, l'impianto è stato corredato di un sistema telemetrico di trasmissione dati nella direzione vettura-base fissa, fondato sul principio della modulazione ad impulsi a codice (PCM) (2).

Con la frequenza di ripetizione dei bit che è stata scelta, il sistema è in grado di trasmettere una grandezza analogica, che è in genere l'accelerazione longitudinale del veicolo, con la precisione dello 0,2% ed una banda di 20 Hz, ed altre quattro grandezze analogiche con la precisione dell'1% e banda di 5 Hz (queste possono ad esempio essere le temperature di vari punti del motore). Vi è inoltre la possibilità di trasmissione di due segnali « on/off » per la segnalazione di due sequenze di eventi casuali, ciascuno con un ritardo massimo di 10 msec (ad esempio il segnale di inizio prova e di apertura farfalla nella prova di accelerazione da 30 km/h), e di altre sequenze di eventi, con un ritardo massimo di 40 msec (quali ad esempio gli istanti di cambi marcia, di inizio frenata, gli impulsi di un contatore di carburante).

La sequenza dei bit prevede l'inserzione di un bit di parità avente lo scopo di impedire la ricezione di un'informazione errata se è intercorso un errore nel canale di trasmissione.

L'accelerazione longitudinale della vettura viene rilevata per mezzo di un servoaccelerometro il quale deve essere sistemato su una piattaforma inerziale per mantenere durante la prova un assetto longitudinale perfettamente orizzontale e non risentire di una componente dell'accelerazione di gravità nelle oscillazioni di beccheggio della vettura. La piattaforma inerziale è stata attuata con un giroscopio il quale, dopo l'azzeramento iniziale, mantiene la sua orizzontalità per almeno 4 minuti nonostante il moto di precessione imposto dagli attriti dei cuscinetti della sospensione cardanica, sollecitata dalle oscillazioni della vettura.

## 4. Presentazione dei dati.

Gli organi periferici di uscita dal calcolatore sono: — un tracciatore XY (plotter) che fornisce il diagramma della velocità in funzione dello spazio percorso per una tratta di 1.000 metri; — una telescrivente che compila una tabella contenente i tempi parziali, i tempi progressivi ed i valori della velocità istantanea per prefissati incre-

(2) Il progetto e la realizzazione del sistema di multiplex e demultiplex numerico sono stati eseguiti dalla ditta S.I.E.L., Torino.



Fig. 1. — Vista d'insieme delle apparecchiature poste all'interno del contenitore: (1) trasmettitore; (2) condizionatore; (3) gruppo FI del sistema di inseguimento; (4) gruppo FI del sistema di telemetria; (5) registratori a carta; (6) tracciatore XY; (7) calcolatore; (8) telescrivente; (9) convertitore numerico-analogico; (10) alimentatori calcolatore; (11) alimentatori gruppi RF.

menti di spazio entro una tratta di 2.000 metri; inoltre sono forniti i valori della velocità media sui 1.000 e 2.000 metri.

La tabella redatta dalla telescrivente contiene anche alcuni dati di identificazione della prova aggiornati automaticamente dal calcolatore e comprendenti l'ora, la data, il numero della vettura ed il tipo di prova in corso. Quest'ultimo dato è selezionato direttamente dal collaudatore che prova la vettura e viene trasmesso alla base fissa sul canale di telemisura.

La limitazione a 1.000 metri del campo operativo per il tracciatore è imposta dalla attuale capacità di memoria del calcolatore. Questa tuttavia è notevolmente inferiore alla potenzialità massima di quel tipo di calcolatore (Digital PDP 8E) ed un aumento della sua capacità di memoria non presenterebbe difficoltà tecniche.

La precisione delle grandezze fornite dal sistema di inseguimento, in base alle risultanze fornite dalle prove fino ad ora eseguite, è indicata nella seguente tabella:

errore massimo nella misura di	
1.000 metri .....	+ 0,002 %
	- 0,008 %
stabilità della base tempi .....	± 0,005 %
errore massimo nella misura dei	
tempi .....	+ 0
	- 1 nominale della
	base tempi (250 μs)
errore massimo nel computo della	
velocità istantanea .....	± 0,6 %
portata di funzionamento sulla	
base di Marene .....	4.000 m

Esiste anche la possibilità di eseguire prove di frenata; in tal caso il collaudatore a bordo della vet-

tura agisce su un commutatore il quale trasmette sul canale di telemisura l'informazione che predispose il calcolatore per lo svolgimento della prova di frenata. Il programma di calcolo risulta così automaticamente modificato in modo da arrestare la tabella di decelerazione all'istante di arresto della vettura e fornire il dato di « spazio di frenata » a partire dall'istante di inizio della prova.

La presentazione dei dati teletrasmessi viene fatta per mezzo di registratori. Attualmente il contenitore è corredato con due registratori, ognuno munito di due penne per la registrazione di grandezze analogiche, e di due indicatori di eventi (marker).

### 5. Particolari tecnici del sistema.

Come si è già detto all'inizio, il complesso delle apparecchiature della base fissa è stato montato all'interno di un contenitore di 18 piedi il quale funge da centrale operativa. L'allestimento del contenitore è stato fatto in modo da garantire la sua completa autonomia ed un elevato grado di funzionalità; ciò è inteso nel senso che, dopo il trasporto sulla base, si possa dare inizio alle prove nel più breve tempo possibile senza preventive attrezzature della pista stessa.

Il vano a disposizione nell'interno del contenitore è stato suddiviso in due parti: da un lato, per circa 2/3 della lunghezza, è stato allestito un locale abitabile con il complesso delle apparecchiature di misura (fig. 1); il restante terzo è invece un locale di servizio ove sono alloggiati il palo telescopico di sollevamento dell'antenna, il relativo impianto di manovra ed il gruppo diesel-elettrico (fig. 2).

Il palo telescopico a funzionamento oleodinamico è costituito da tre sfilate di cilindri che innalzano l'antenna fino a 7,50 metri dal pavimento del contenitore; in corrispondenza del palo, sul soffitto, sono stati ricavati due portelli ad apertura automatica ed a tenuta di pioggia che si alzano quando viene azionato il comando di sollevamento del palo. L'apertura dei por-

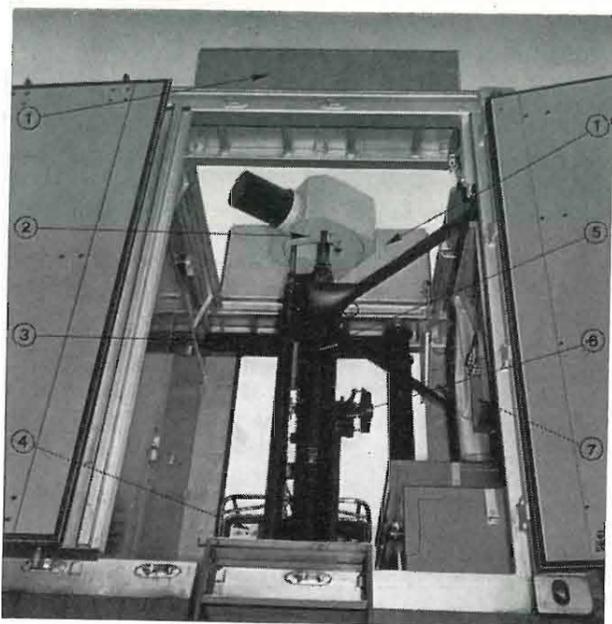


Fig. 2. — Vista d'insieme del locale di servizio: (1) portelli ad apertura automatica; (2) antenna orientabile; (3) paranco sollevamento gruppo diesel-elettrico; (4) gruppo diesel-elettrico; (5) palo telescopico; (6) avvolgitore cavo RF; (7) pannello di comando.

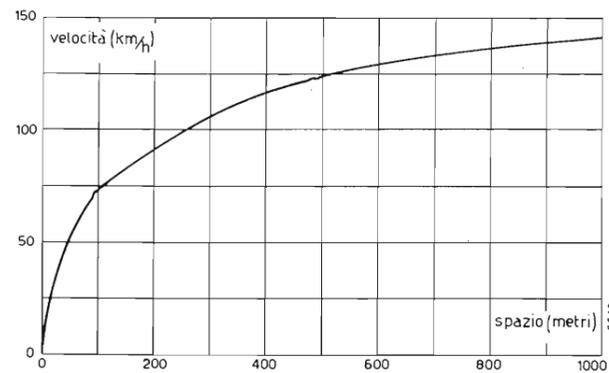


Fig. 3. — Diagramma velocità-spazio di una prova di accelerazione con partenza da fermo eseguita da una vettura a trasmissione automatica. A circa 70 km/h e 120 km/h si notano le discontinuità dovute ai cambi di marcia.

telli ed il sollevamento del palo sono comandati da un circuito di elettrovalvole che rispetta una determinata sequenza, per impedire che manovre errate possano provocare danni. Il successivo puntamento nella direzione desiderata viene eseguito ruotando, per mezzo di motore elettrico, la piattaforma che porta l'antenna in testa al palo telescopico.

Il cavo di alimentazione del motore di rotazione dell'antenna ed il cavo coassiale a basse perdite che connette l'antenna alle apparecchiature si avvolgono e svolgono automaticamente col sollevamento del palo, essendo avvolti su tamburi rotanti contrastati da molle antagoniste.

Il gruppo diesel-elettrico da 3,5 kW, che è in grado di alimentare le apparecchiature in sostituzione della tensione di rete, è alloggiato nel locale di servizio solo se inattivo; per il funzionamento è previsto invece che esso venga spostato ad una ventina di metri dal contenitore (essendo su un carrello a ruote), perché la sua rumorosità non disturbi.

MARTEDI 20 MARZO 1973.  
BASE DI MARENE  
ORE: 0939  
PROVA DI ACCELERAZIONE.  
VETTURA NUMERO 0

SPAZIO M	TEMPO PROG. SEC	TEMPO PARZ. SEC	VELOCITA' KM/ORA	V. MEDIE KM/ORA
0000	0000,000	0000,000	0000,000	
0005	0001,735	0001,735	0018,050	
0015	0003,201	0001,466	0029,030	
0025	0004,288	0001,087	0035,960	
0050	0006,320	0002,031	0051,130	
0075	0007,894	0001,574	0061,960	
0100	0009,236	0001,342	0072,090	
0150	0011,564	0002,328	0081,940	
0200	0013,546	0002,081	0090,900	
0250	0015,556	0001,910	0097,640	
0300	0017,339	0001,782	0103,640	
0350	0019,020	0001,681	0109,750	
0400	0020,624	0001,603	0114,460	
0450	0022,166	0001,541	0118,610	
0500	0023,657	0001,490	0122,030	
0550	0025,117	0001,460	0124,350	
0600	0026,551	0001,434	0126,530	
0650	0027,961	0001,410	0128,570	
0700	0029,349	0001,388	0130,430	
0750	0030,716	0001,367	0132,350	
0800	0032,066	0001,349	0134,070	
0850	0033,397	0001,331	0135,840	
0900	0034,711	0001,314	0137,660	
0950	0036,007	0001,295	0139,630	
1000	0037,285	0001,278	0141,730	
1100	0039,793	0002,508	0145,385	0096,552
1200	0042,240	0002,447	0148,216	
1300	0044,629	0002,389	0152,400	
1400	0046,967	0002,338	0155,531	
1500	0049,261	0002,296	0158,410	
1600	0051,516	0002,255	0161,808	
1700	0053,725	0002,209	0164,138	
1800	0055,900	0002,175	0166,381	
1900	0058,054	0002,154	0168,530	
2000	0060,177	0002,123	0171,608	0119,647

Fig. 4. — Tabella stampata dalla telescrivente durante la prova di accelerazione.

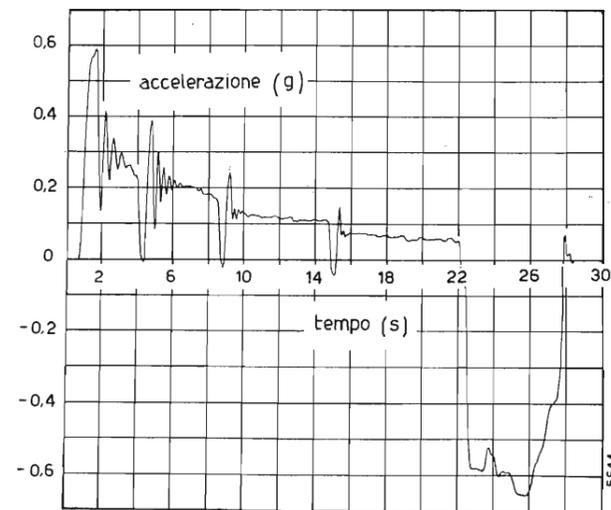


Fig. 5. — Grafico accelerazione-tempo di una vettura appositamente preparata per accentuare i fenomeni di « seghettamento ».

### 6. Modalità di esecuzione delle prove.

In condizioni normali di funzionamento l'operatore, seduto alla telescrivente, non interviene ed ha quindi solo una funzione di controllo e sorveglianza. L'esecuzione delle prove e la presentazione dei risultati sul tracciatore, sui registratori e sulla telescrivente è automaticamente comandata dal calcolatore dopo che il collaudatore a bordo della vettura ha dato inizio alla prova.

È da osservare che l'impulso di partenza (start), trasmesso sul canale di telemetria, dà luogo ad un azzeramento iniziale del divisore per 18 degli impulsi di spazio, riducendo così a 6,94 cm l'indeterminazione sulla posizione iniziale del veicolo.

Il calcolo della velocità viene fatto quasi in tempo reale, utilizzando tutti i tempi memorizzati relativi a passi di 1,25 metri, con un certo ritardo rispetto al moto effettivo della vettura. Ciò ha una duplice ragione: da un lato infatti l'inerzia meccanica del pennino del tracciatore non gli consente di seguire con sufficiente fedeltà il moto della vettura in tempo reale; dall'altro lato il programma viene iniziato con un certo ritardo rispetto all'impulso di partenza per dare modo al collaudatore di annullare la prova e ripeterla se la partenza non è stata soddisfacente; in tal caso il calcolatore non dà inizio al programma di calcolo e trascura i dati iniziali ricevuti.

### 7. Esempio di prestazioni ottenute.

A titolo di esempio delle prestazioni che l'apparecchiatura è in grado di dare si riportano qui appresso i risultati di alcune prove effettuate su autovetture.

Nella figura 3 è riportato il diagramma velocità-spazio ottenuta in una prova di accelerazione con partenza da fermo eseguita da una vettura a trasmissione automatica; nella figura 4 è riprodotta la tabella stampata dalla telescrivente e contenente i tempi progressivi, i tempi parziali, le velocità istantanee in corrispondenza di spazi prefissati e le velocità medie sui 1.000 e 2.000 metri.

La figura 5 illustra la registrazione del grafico accelerazione-tempo, ricavata dal servoaccelerometro installato sulla piattaforma inerziale, e trasmessa via-radio dal sistema di telemetria durante una prova di

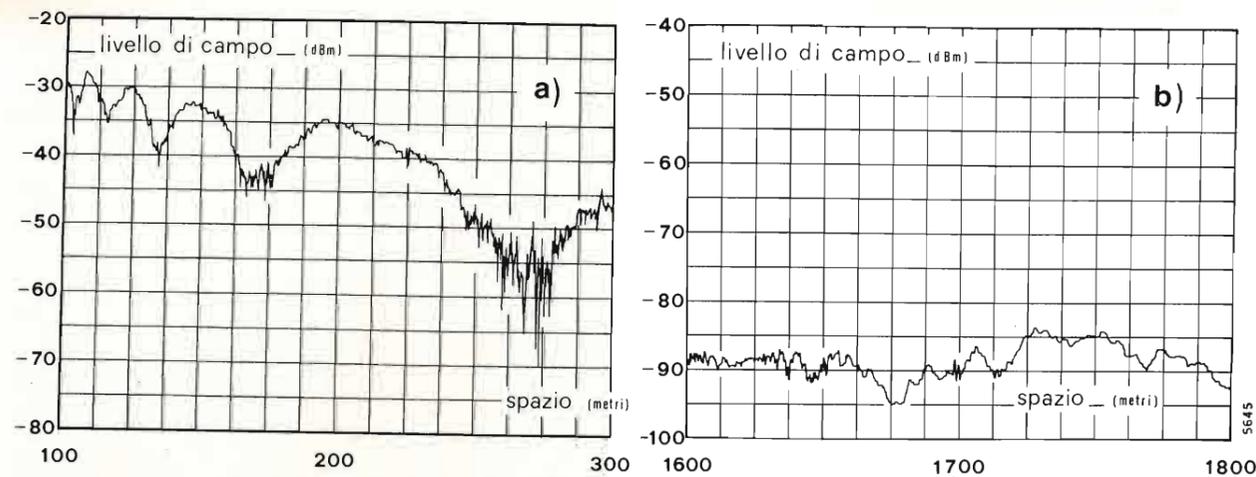


Fig. 6 a), b). — Spezzoni significativi del diagramma del livello di campo sulla tratta di prova.

accelerazione con partenza da fermo, cambi marce e successiva frenata. Si fa notare che per questa prova la vettura usata è stata appositamente preparata per accentuare i fenomeni di « seghettamento » in corrispondenza dei cambi marce.

8. Conclusioni e commenti.

L'aspetto generale che si può desumere dalla descrizione precedente mostra la rapidità di installazione e la flessibilità di operazione del sistema per lo svolgimento di prove su autoveicoli, su una qualsiasi base che non richiede precedente posa in opera di attrezzature. A questo riguardo occorre tuttavia precisare che tutti i risultati riportati precedentemente si riferiscono alla pista di prova della base FIAT di Marene. Poiché il sistema è fondato su un principio che fa ricorso alla propagazione delle onde elettromagnetiche,

si dovrà avere cura, nella scelta di una nuova base di prova, che le condizioni di propagazione siano sufficientemente buone; è indispensabile perciò che la base si presenti, oltre che in traiettoria rettilinea e piana, libera da ostacoli di grandi dimensioni, quali filari di alberi di alto fusto e fabbricati notevoli posti lateralmente alla pista, per non pregiudicare il corretto funzionamento dell'apparecchiatura.

Per quello che riguarda i cavalcavia che attraversino la pista, l'esperienza fatta dimostra che, se sono posti a sufficiente distanza dalla stazione fissa (circa 500 metri), il funzionamento dell'apparecchiatura non ne risulta pregiudicato. Ciò dipende dalle caratteristiche dell'apparecchiatura e particolarmente dell'ampia dinamica che essa tollera nel segnale all'entrata dei ricevitori. Infatti l'influenza dei cavalcavia sulle condizioni di propagazione è chiaramente visibile nelle misure di campo effettuate preliminarmente

ed è interessante il confronto tra queste e le corrispondenti registrazioni velocità-spazio di un'autovettura (figg. 6 e 7) che non risentono delle attenuazioni di segnale.

In particolare nella figura 6 b), cioè fra 1.600 e 1.800 metri dalla base, il segnale risulta considerevolmente attenuato rispetto a quello che si ha fra 100 e 300 metri dalla base cioè ~ -90 dBm anziché -30 ÷ -60 dBm come in figura 6 a). In essa si nota una ulteriore attenuazione (~ 5 dBm) in corrispondenza del primo cavalcavia (a circa 1.670 metri dalla base).

L'energico filtraggio effettuato dal sistema ad aggancio di fase (phase-lock) sui disturbi provocati dalle interferenze per cammini multipli di propagazione (che provocano modulazioni di fase ed ampiezza sul segnale ricevuto), si è rivelato efficace e rende le prestazioni del sistema praticamente indipendenti dal livello di segnale ricevuto e dalle variazioni di livello anche rapide. Ciò è globalmente dimostrato dalla portata di oltre 4.000 metri ottenuta per il sistema di inseguimento.

(1586)

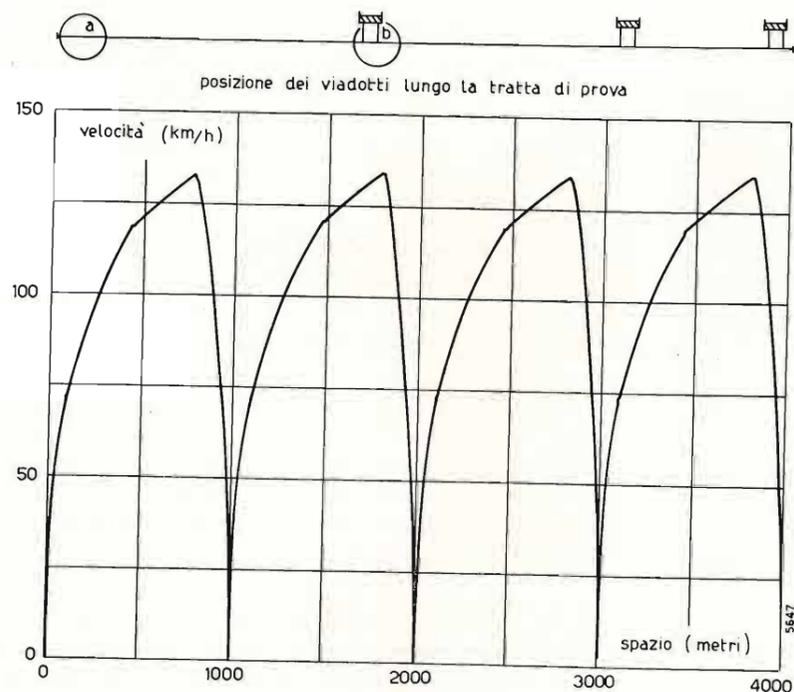


Fig. 7. — Quattro diagrammi velocità-spazio ricavati in successione sui 4 km della tratta di prova. In figura è pure riportata la posizione dei viadotti lungo la tratta di prova ed i cerchi contrassegnati con le lettere a e b si riferiscono alle registrazioni di livello di campo rispettivamente di fig. 6 a) e 6 b).

# APPARECCHIATURA PER ELABORAZIONE DI IMMAGINI TELEVISIVE

## COLLEGAMENTO IN TEMPO REALE DI UNA TELECAMERA E DI UN MONITORE CON UN CALCOLATORE NUMERICO

GIORGIO BAVOSI, ANTONIO RACCIU (\*)

**SOMMARIO** — Una telecamera, collegata in tempo reale, attraverso una interfaccia speciale appositamente progettata, con un calcolatore da processo, costituisce un generatore tipico e comune di immagini elettroniche numeriche. Tale interfaccia presenta le seguenti caratteristiche: 1) viene impiegata una norma televisiva ridotta; 2) si può prelevare una porzione di quadro televisivo, detta « finestra », di dimensioni variabili dal punto singolo fino a 192 x 208 punti con altezza e larghezza variabili indipendentemente; 3) la finestra può essere collocata a piacere nel quadro. Un'applicazione tipica di questa interfaccia è lo studio sulla riduzione di banda di segnali videotelefonici numerici.

**SUMMARY** — Computer interface for television system in digital image processing. A television camera represents a standardized on-line input system of electronically numerical images into computer. To achieve the high speed conversion a special computer interface has been developed. The specifications of this interface can be summarized as follows; 1) reduced standard television is employed; 2) sampled area of each television field, called the "window", can be varied in size from a single point up 192 x 208 points with height and width independently variable; 3) window can be positioned horizontally and vertically over the desired area. The main application for such an on-line interface is the bandwidth reduction study of numerical videotelephone signals.

1. Introduzione.

Nella tecnologia di elaborazione di immagini, quali ad esempio il filtraggio numerico, la riduzione di rumore, la correzione di distorsioni, il riconoscimento di caratteri, la riduzione di ridondanza, viene sempre usato un calcolatore numerico associato a sistemi che convertono l'immagine da studiare in forma numerica con un buon grado di risoluzione spaziale (bibl. 1, 2, 3).

A tale scopo sono stati sviluppati in passato metodi di esplorazione e di conversione dell'immagine molto costosi, seguendo la strategia di costruire sistemi specifici a scansione lenta (tipo facsimile) che si adattassero a normali canali di entrata di calcolatori numerici. La strategia inversa, cioè quella di usare sistemi di scansione più diffusi in unione a sistemi di interfaccia specifici adattabili a entrata di calcolatori numerici più veloci, è stata per molto ignorata (bibl. 4).

È ben noto come il sistema di scansione più diffuso sia quello televisivo, che presenta parecchi vantaggi non senza qualche inconveniente. I vantaggi della scansione televisiva possono essere così elencati:

- 1) Si usa un trasduttore poco costoso e molto diffuso.
- 2) Il sistema di scansione televisivo è un dispositivo in tempo reale tale da permettere la conversione immediata di scene in movimento che un sistema a scansione lenta non può accettare.

(\*) Dott. ing. Giorgio Bavosi e dott. ing. Antonio Racciu, dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris », Centro di Studio per la Televisione del C.N.R., Torino.

Dattiloscritto pervenuto il 4 maggio 1973.

- 3) L'immagine elaborata può essere restituita ad un monitor, con lo stesso criterio con cui è stata inviata al calcolatore, permettendo così un'immediata visualizzazione dei risultati dell'elaborazione.

Il maggiore inconveniente è dovuto alla caratteristica intrinseca della scansione televisiva che, già nella versione usuale usata nella radiodiffusione televisiva, è a risoluzione spaziale limitata, rispetto ai sistemi di scansione lenta, per cui in alcuni casi particolari la risoluzione è decisamente insufficiente.

Scopo di questo articolo è quello di descrivere un sistema completo di interfaccia, in tempo reale, di una telecamera e di un monitor a norma televisiva ridotta, con un calcolatore numerico da processo.

2. Caratteristiche del sistema.

Nel sistema illustrato nella fotografia di figura 1 e schematizzato in figura 2, viene impiegata, come trasduttore di entrata, una telecamera speciale (1) a norma ridotta con 192 righe al quadro e 50 quadri al secondo, non interlacciata e con una banda del segnale di uscita di 1 MHz; il dispositivo di uscita è invece costituito da un monitor (2) con la stessa norma.

Il segnale analogico all'uscita della telecamera è campionato alla frequenza di 2 MHz e convertito in forma numerica da un convertitore analogico-numerico A/N (3) — il modello 5810 della Computer Labs. — con una definizione di 256 livelli di grigio corrispondenti a 8 bit.

Le caratteristiche indicate per i dispositivi di entrata-uscita implicano perciò una frequenza di ripeti-

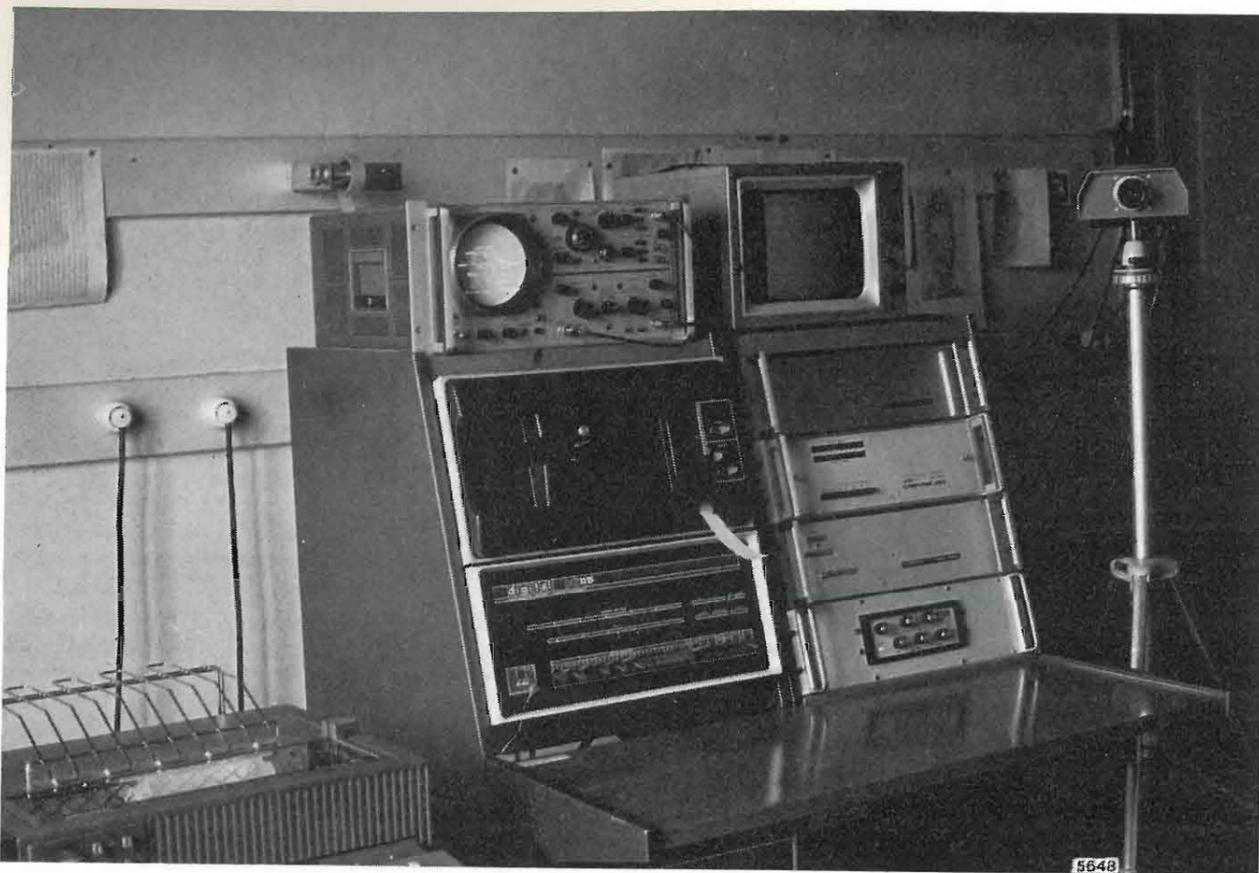


Fig. 1. — Sistema di interfaccia completo.

zione dei dati da inviare al calcolatore numerico (4), attraverso il sistema di comando (5) di cui si parlerà più avanti, di 16 Mbit/s. Il calcolatore — il modello PDP 11/15 della Digital — possiede un canale di accesso diretto in memoria con velocità di 1 Mparole/s, ciascuna parola essendo di 16 bit; può quindi accettare dati alla velocità di cui sopra.

Per poter acquisire l'intero quadro è necessario inoltre che il calcolatore possieda una memoria di 20 kparole da 16 bit. Il canale di uscita dal calcolatore possiede le stesse caratteristiche di velocità di quello

di entrata; in tal modo il monitor può visualizzare, alla velocità della norma televisiva indicata, l'immagine numerica contenuta in memoria e convertita in forma analogica dal convertitore numerico-analogico N/A (6) — il modello HS 2810 della Computer Labs. — attraverso il sistema di comando (5). Il generatore di sincronismo (7) pilota tutte le parti componenti il sistema.

Il sistema suddetto può acquisire, o l'intero quadro televisivo, oppure sue più ridotte porzioni, di dimensioni variabili; tali porzioni possono inoltre essere prelevate a piacere nel quadro, per analizzare ad esempio particolari di una data immagine, come illustrato dalle fotografie di figura 3.

### 3. Descrizione e funzionamento del sistema di comando.

#### 3.1. GENERALITÀ.

In figura 4 è illustrato lo schema a blocchi dettagliato del sistema di comando ed in figura 5 è indicata la posizione di una qualsiasi porzione o «finestra» di quadro relativamente agli assi di riferimento  $x$  e  $y$ , tracciati idealmente sullo schermo del monitor, con l'origine coincidente con l'inizio del quadro le cui dimensioni complete sono di  $N$  punti  $\times$   $M$  righe.

Tutta la gestione dell'acquisizione e della restituzione di immagini viene comandata da un programma interattivo tra calcolatore e circuiti esterni. Senza entrare nei particolari di detto programma, si considerano soltanto i comandi che dal calcolatore fluiscono

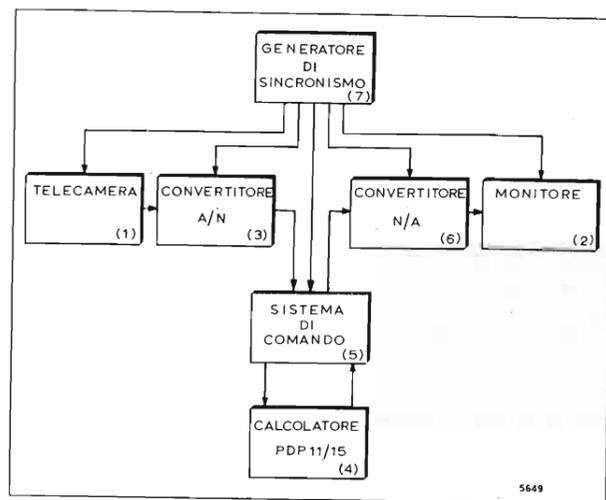


Fig. 2. — Schema a blocchi del sistema di interfaccia.



Fig. 3. — Tipi di «finestre».

verso i circuiti esterni e viceversa, intendendo che tali comandi sono la conseguenza diretta di specifiche istruzioni contenute nella memoria del calcolatore.

#### 3.2. FLUSSO DEI SEGNALI TRA CALCOLATORE E CIRCUITO DI COMANDO.

Su comando proveniente dal calcolatore vengono attivate le linee S0 ed S1, indicate in figura 4, che predispongono i circuiti di selezione (3) in modo che le linee di uscita dei dati dell'accesso diretto in memoria (2) vengano connesse con il registro «RA» (4), consentendo il caricamento in detto registro del numero di righe  $A$  indicate in figura 5. In una fase successiva le linee S0 e S1 predispongono i circuiti di selezione (3) al caricamento dei registri «RB» (5) ed «RC» (6) con il numero di punti  $B$  e  $C$  indicati in figura 5, mentre nei circuiti dell'accesso diretto in

memoria (2) viene caricato un registro a scalamento «CP» con un numero pari ai punti contenuti nella porzione di quadro che si vuole trasferire in memoria ( $a$  righe  $\times$   $b$  punti di fig. 5).

Su comando proveniente dal calcolatore vengono attivate la linea CT di comando di trasferimento di immagini in memoria e le linee S0 e S1 che predispongono la connessione tra le linee provenienti dal convertitore analogico-numerico (12) e le linee di entrata dati E dell'accesso diretto in memoria (2); in seguito a ciò l'impulso di quadro IQ proveniente dal generatore di sincronismo (16) abilita, attraverso la linea AQ, l'inizio del conteggio degli impulsi di riga IR da parte del contatore di righe (8); quando il contenuto del contatore di righe (8) uguaglia il contenuto del registro «RA» (4), il comparatore «CA» (9) permette, attraverso la linea AT, che gli impulsi di punto IP giungano al contatore di punti (10).

L'uguaglianza tra il contenuto del contatore di punti (10) e il contenuto del registro «RB» (5), dà luogo, da parte del comparatore «CB» (11), all'inizio dei trasferimenti in memoria dei punti appartenenti al segmento di riga P1-P2 di figura 5, attraverso la linea ITR; la fine di detto trasferimento ha luogo nell'istante in cui si ha la uguaglianza tra il contenuto del contatore di punti (10) ed il contenuto del registro «RC» (6); il comparatore «CC» (11') abilita di conseguenza la linea FTR.

Durante il trasferimento dei punti del segmento P1-P2, il registro a scalamento «CP», contenuto nell'accesso diretto in memoria (2), viene decrementato di un numero pari ai  $b$  punti di figura 5.

Questi trasferimenti continuano nelle righe successive, fino a quando il contenuto del registro a scalamento «CP» non è uguale a zero, cioè quando sono stati trasferiti tutti i punti contenuti nella finestra di figura 5.

In conseguenza di ciò l'immagine compresa nella porzione di quadro scelta è contenuta nella memoria del calcolatore e può essere sottoposta ad un qualsiasi trattamento numerico.

Quando si vuole rivedere l'immagine elaborata, la successione dei segnali di dialogo tra calcolatore e circuito di comando è analoga a quella descritta per l'acquisizione, con la sola differenza che le linee S0 ed

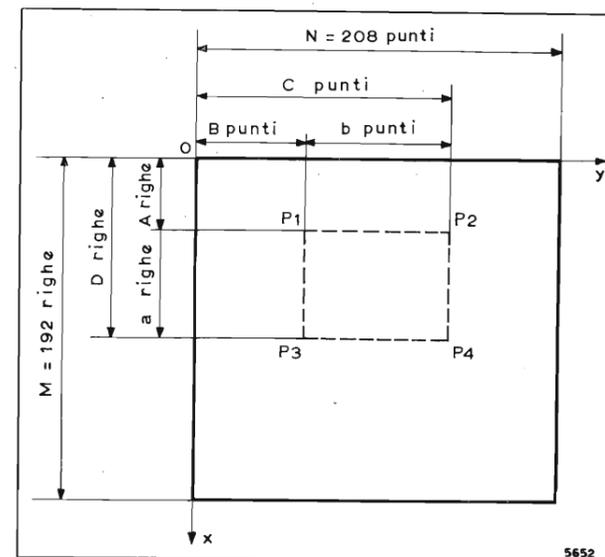


Fig. 5. — Assi di riferimento per il posizionamento della «finestra».

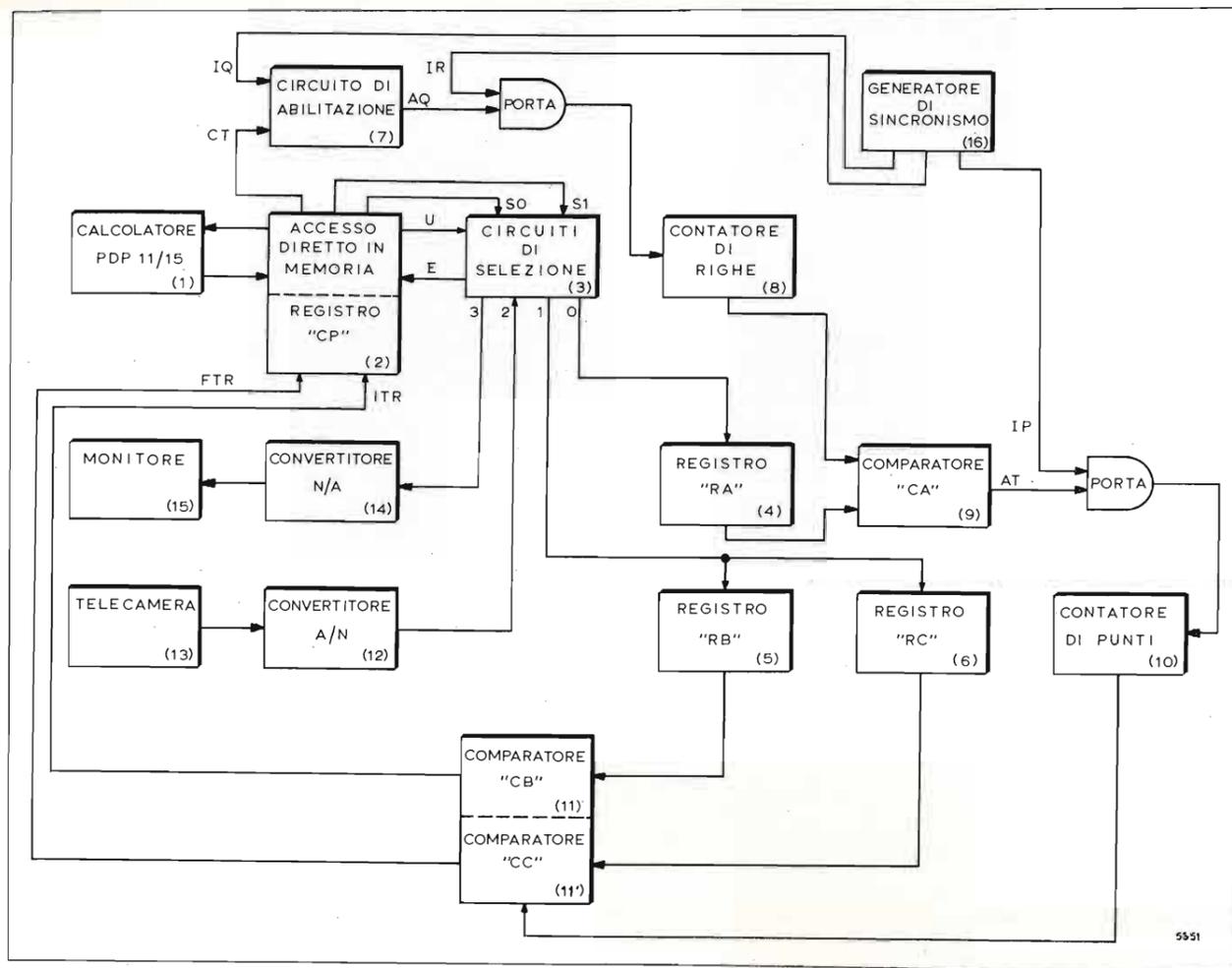


Fig. 4. — Schema a blocchi del sistema di comando.

Si vengono attivate ora in modo tale da collegare le linee di uscita dei dati U dell'accesso diretto in memoria (2) con il convertitore numerico-analogico (14), la cui uscita alimenta il monitor (15).

Questa volta la sequenza descritta si ripete ciclicamente alla frequenza di quadro per consentire la visualizzazione continua dell'immagine sul monitor (15).

#### 4. Applicazioni.

Il sistema descritto può trovare diverse applicazioni sia nel campo della ricerca applicata sia in quello industriale (bibl. 5, 6, 7).

Presso il Centro di Studi per la Televisione del CNR, dove l'apparecchiatura è stata costruita, l'uso principale è orientato verso la riduzione e la compressione dell'informazione associata ad un segnale video-telefonico e di ciò si tratterà in un prossimo articolo. A tale scopo si stanno esaminando tutte le tecniche oggi in uso per la trasmissione di detti segnali, dalle trasformate bidimensionali di Fourier e di Hadamard (bibl. 8) alle più raffinate trasformazioni lineari di Karhunen-Loève, al filtraggio numerico; si stanno inoltre sviluppando tecniche di riduzione di banda analizzando a fondo il movimento di immagini e studiando sistemi di interpolazione non lineare.

(1592)

#### BIBLIOGRAFIA

1. - MALCOM S. A.: *Real-time digital data acquisition from a video display*. M. Eng. thesis, Dept. Elec. Eng., Nova Scotia Technical College, Halifax, N.S., Canada, 1968.
2. - *Real-time digital facsimiles of video images of physiological events*. Proc. 21st Ann. Conf. on Engineering in Medicine and Biology (Huston, Tex.), novembre 20-23, 1968.
3. - WIGGINS B. W. E.: *Pictorial data input to digital computers*. Quart. Bull. Comp. Soc. Can., Vol. 18, 1968; pagg. 14-19.
4. - GRATTONI P., RACCIU A.: *Interfaccia di una telecamera con un calcolatore per lo studio di immagini televisive*. «Alta Frequenza», Vol. XLI, n. 7, luglio 1972.
5. - SANDLER H., DODGE H. T.: *The use of single plane angiocardigrams for calculations of left ventricular volume in man*. Amer. Heart. J., Vol. 75, 1968; pagg. 325-334.
6. - WOOD E. H., STURM R. E., SANDERS J. J.: *Data processing in cardiovascular physiology with particular reference to roentgen videodensitometry*. Mayo Clinic Proc., Vol. 39, novembre 1964; pagg. 849-865.
7. - SELZER R. H.: *Digital computer processing of X-ray photographs*. NASA Tech. Rept. 32-1028, 15 novembre 1966.
8. - ALBERICO F., BOVE F.: *La trasformata di Hadamard nella trasmissione numerica di immagini*. «Elettronica e Telecomunicazioni», N. 3, maggio-giugno 1973; pagg. 97-109.

## REQUISITI E PRESTAZIONI DEI SISTEMI DI ALIMENTAZIONE DEI SATELLITI PER TELECOMUNICAZIONI

GIUSEPPE QUAGLIONE (\*)

**SOMMARIO** — Dopo l'esame delle considerazioni di meccanica celeste che influiscono sulle prestazioni dei sistemi di alimentazione dei satelliti in orbita geostazionaria (variazioni della distanza Terra-Sole e dell'inclinazione dei raggi solari nel corso dell'anno, periodi e durate delle eclissi dovute al cono d'ombra della Terra) e dell'influenza delle caratteristiche ambientali incontrate dal satellite in orbita geostazionaria e nelle orbite di trasferimento, vengono esaminate le caratteristiche tipiche e gli schemi a blocchi dei sistemi di alimentazione con tensione di distribuzione non regolata e completamente regolata. Quindi si passa all'esame dei parametri caratteristici per il dimensionamento dei pannelli di celle solari in funzione della potenza richiesta dal carico ai solstizi e per il dimensionamento delle batterie per l'erogazione di energia in eclisse. Si conclude con una analisi panoramica delle prestazioni dei sottosistemi d'alimentazione per i satelliti di telecomunicazioni in orbita ed in progetto.

**SUMMARY** — *Requirements and performances of communication satellites power supply systems.* After the review of the celestial mechanics which affect the performances of the power supply systems for the satellites in the geostationary orbit (variations of the Earth-Sun distance and of the solar rays inclination during the year, periods and duration of the eclipses due to the earth shadow) and of the influence of the environmental characteristics encountered by the satellite both in the geostationary orbit and in the transfer orbits, the typical characteristics and the block diagrams of the power supply systems with unregulated main bus voltage distribution and fully regulated bus voltage are examined. Then the typical parameters used to size the solar arrays as a function of the solstice load requirements are examined together with the design criteria for determining the energy required from the battery in the middle of the eclipse season. The paper concludes with an overall analysis of the performances of the power supply subsystems for the telecommunication satellites in orbit or in the design stage.

#### 1. Introduzione.

Come è noto, uno dei sottosistemi più critici di un satellite per telecomunicazioni, ai fini della vita utile in orbita e del contributo al peso complessivo del carico pagante, è quello d'alimentazione. Infatti le severe condizioni ambientali cui il satellite è sottoposto, sia in orbita di trasferimento, sia in orbita geostazionaria, provocano inevitabili degradazioni delle prestazioni del sottosistema d'alimentazione nel tempo, mentre la frazione di peso da esso assorbita è tutt'altro che trascurabile, costituendo circa il 10% del carico pagante iniziale e quindi il 20% della massa del satellite in orbita geostazionaria (bibl. 1).

Nei paragrafi che seguono saranno quindi esaminate le condizioni operative, le caratteristiche tecniche, le prestazioni ed i principi di dimensionamento di questo importante sottosistema.

#### 2. Considerazioni di meccanica celeste.

Le caratteristiche orbitali del satellite ed il moto della Terra intorno al Sole, come è evidente, influiscono profondamente sulle prestazioni e sui requisiti del sottosistema di alimentazione.

(\*) Dott. ing. Giuseppe Quaglione della Telespazio - Direzione Centrale Tecnica.

Dattiloscritto pervenuto il 7 giugno 1973.

Questo articolo è basato principalmente su lavori svolti sotto il patrocinio del Consorzio Internazionale delle Telecomunicazioni via Satellite (Intelsat). Le opinioni espresse nell'articolo non sono necessariamente quelle dell'Intelsat.

Infatti la sorgente primaria di energia sul satellite, normalmente costituita da celle solari, eroga una potenza che è chiaramente funzione dell'inclinazione dei raggi solari e dell'intensità di questi ultimi, ambedue variabili nel corso dell'anno solare a causa del moto della Terra nella sua orbita intorno al Sole.

Supponiamo, con riferimento alla figura 1, di assumere un sistema di riferimento geocentrico equatoriale con un satellite geostazionario stabilizzato per rotazione (a « spin ») al posto della Terra (dal momento che la distanza satellite-Terra è trascurabile rispetto a quella Terra-Sole) ed indichiamo con S l'eclittica, cioè l'orbita apparente che il Sole descrive durante l'anno intorno alla Terra e con E l'intersezione del piano equatoriale terrestre (perpendicolare all'asse di rotazione del satellite) con la sfera celeste. Come è noto, la linea di intersezione del piano dell'eclittica con il piano equatoriale è una retta chiamata « linea dei nodi »; i due punti in cui la linea dei nodi interseca l'eclittica vengono chiamati equinozio di primavera (o punto  $\gamma$ ) ed equinozio d'autunno. Il punto B in cui il Sole raggiunge il punto più a Nord è chiamato solstizio d'estate, mentre il punto opposto B' rappresenta il solstizio d'inverno (bibl. 2). Inoltre, l'asse di rotazione terrestre mantiene un angolo di circa 23°30' rispetto alla perpendicolare all'eclittica (obliquità dell'eclittica).

È facile rendersi conto dalla figura 1 che i raggi solari raggiungono la massima obliquità rispetto al-

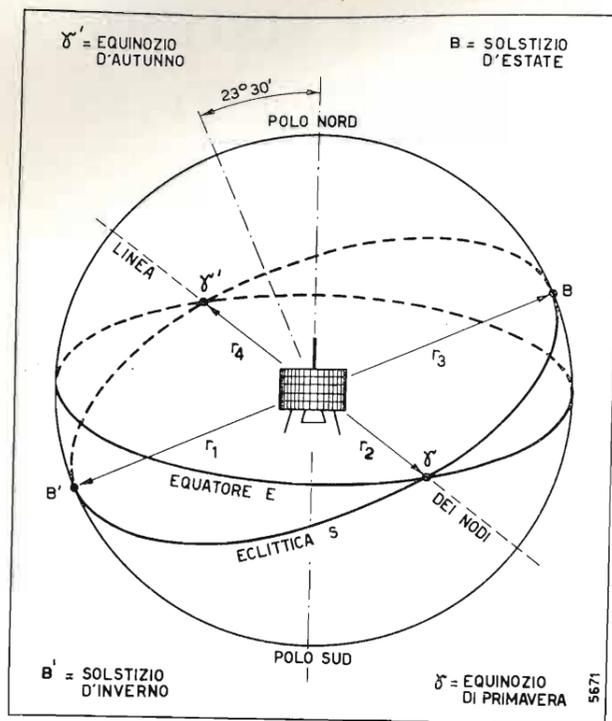


Fig. 1. — Sistema di riferimento geocentrico equatoriale.

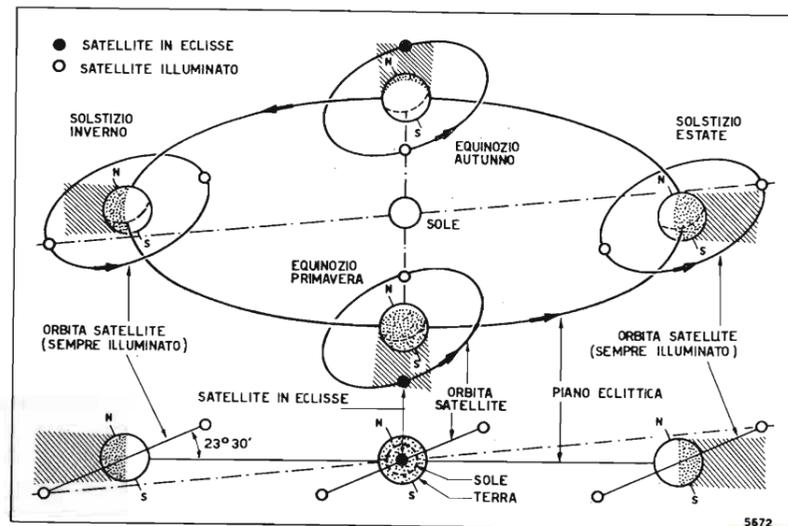
l'asse di rotazione del satellite ai solstizi; mentre risultano ad esso normali agli equinozi.

Inoltre la potenza erogata dalle celle solari raggiungerà un minimo al solstizio d'estate, poiché in tale epoca la Terra, nella sua orbita ellittica effettiva intorno al Sole, passa vicino all'afelio, (punto di massima distanza fra Sole e Terra) e quindi, agli effetti della massima inclinazione dei raggi solari, si aggiungono quelli della maggiore distanza dal Sole. Calcoliamo appunto la variazione di intensità luminosa dei raggi solari dal solstizio d'inverno a quello d'estate.

Ai solstizi l'inclinazione dei raggi rispetto alla normale ai pannelli di celle solari è uguale all'obliquità della eclittica e poiché l'intensità luminosa raccolta è proporzionale al coseno dell'inclinazione dei raggi solari, si ha una perdita di potenza di circa l'8% ( $\cos 23^\circ 30' = 0,917$ ) rispetto al caso dei raggi perpendicolari alle celle solari. Questa perdita di potenza si verifica in tutti e due i solstizi. La perdita addizionale d'energia al solstizio d'estate è dovuta alla maggiore distanza della Terra dal Sole ed è facilmente calcolabile tenendo presente che al solstizio d'inverno la Terra si trova spostata di un arco di  $10^\circ$  (contato dal fuoco dell'orbita) rispetto al perielio ed al solstizio d'estate di  $10^\circ$  rispetto all'afelio. Ricordando l'equazione polare dell'ellisse:

$$[1] \quad r = \frac{p}{1 + e \cos \psi}$$

Fig. 2. — Periodi di eclisse di un satellite geostazionario durante l'anno.



in cui le distanze sono espresse in U.A. (unità astronomiche: 1 U.A. =  $\sim 1,496 \cdot 10^8$  km) e dove:

- $r$  = distanza Terra-Sole,
- $p$  = ordinata del fuoco =  $(1-e^2).a$ ;
- $e$  = eccentricità dell'orbita terrestre = 0,0167;
- $a$  = semiasse maggiore dell'ellisse = 1 U.A.;
- $\psi$  = angolo del raggio vettore  $r$  rispetto all'asse maggiore dell'ellisse,

è possibile calcolare le distanze Terra-Sole ai solstizi ed agli equinozi. Si ottiene:

- solstizio d'inverno:  $r_1 \approx 0,985$  U.A.
- equinozio di primavera:  $r_2 \approx 1,005$  U.A.
- solstizio d'estate:  $r_3 \approx 1,018$  U.A.
- equinozio d'autunno:  $r_4 \approx 0,996$  U.A.

Assumendo quindi il fattore d'intensità dei raggi solari associato con le stagioni pari a 1 per l'equinozio di autunno, al solstizio d'estate la perdita di potenza dovuta alla maggiore distanza dal Sole è data dalla differenza fra i reciproci dei quadrati delle distanze in questione (infatti l'intensità luminosa è inversamente proporzionale al quadrato della distanza dal Sole) cioè:

$$\frac{1}{(0,996)^2} - \frac{1}{(1,018)^2} \approx 0,042$$

Quindi la perdita percentuale di potenza complessiva al solstizio d'estate rispetto all'equinozio d'autunno è:

$$4,2 + 8 = 12,2\%$$

Con calcoli analoghi si vede che al solstizio d'inverno l'effetto della distanza dal Sole provoca un aumento della potenza erogata dalle celle solari pari a circa il 2,2% rispetto all'equinozio d'autunno. Tuttavia, tale effetto, combinato con quello dovuto alla maggiore inclinazione dei raggi solari porta ancora ad una perdita percentuale di potenza rispetto all'equinozio d'autunno pari a:

$$8 - 2,2 = 5,8\%$$

Altro problema di estrema importanza per i requisiti del sottosistema d'alimentazione è quello legato ai

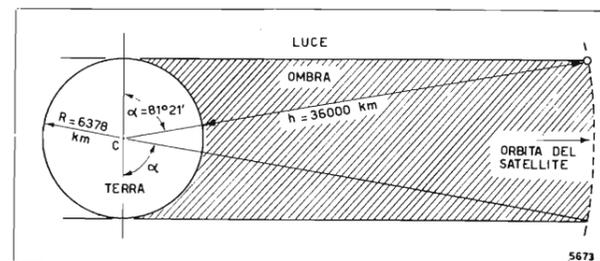


Fig. 3. — Durata massima della eclisse per un satellite in orbita geostazionaria.

fenomeni di eclisse del satellite che impediscono di usufruire dell'energia fornita dalle celle solari e impongono quindi il ricorso ad altre sorgenti d'energia (normalmente batterie chimiche). La figura 2 mostra la posizione di un satellite sincrono equatoriale rispetto al cono d'ombra della Terra durante l'anno.

Come è facile intuire e come si vede dalla figura 2, i periodi di eclisse occorrono intorno agli equinozi e la loro durata massima si può calcolare con riferimento alla figura 3. Infatti, poiché il Sole, durante gli equinozi si trova sul piano equatoriale (fig. 1), il satellite, a causa della sua altezza  $h$  dalla superficie della Terra, entra nel cono d'ombra della Terra con un ritardo, rispetto al subsatellite <sup>(1)</sup>, pari al tempo necessario affinché il satellite ruoti dell'angolo  $\alpha$  (fig. 3) ed esce dal cono d'ombra con un anticipo rispetto al subsatellite uguale al ritardo precedente ( $\alpha$ ). Dalla figura 3 si ha:

$$[2] \quad \cos \alpha = \frac{R}{R + h}$$

dove:

$R$  = raggio medio terrestre = 6.378 km;

$h$  = altezza di un satellite geostazionario  $\approx 36.000$  km; quindi:

$$\alpha = 81^\circ 21'$$

Il tempo che il satellite geostazionario e quindi la Terra impiega a percorrere tale angolo, nel suo moto di rotazione giornaliero è circa 5,4 ore. Poiché la durata della notte per il subsatellite agli equinozi è circa 12 ore il periodo di eclisse del satellite sarà:

$$12 - 5,4 \cdot 2 = 1,2 \text{ ore cioè } 72 \text{ minuti.}$$

La figura 4 mostra l'andamento dei periodi di eclisse nel corso dell'anno. Come si può osservare dalla figura, vi sono due periodi di eclisse significativi (cioè di durata superiore ai 20 minuti) di circa 45 giorni ciascuno, intorno agli equinozi di primavera e di autunno, che impongono quindi un totale di 90 cicli di scarica all'anno sulle batterie del satellite.

### 3. Influenza delle caratteristiche ambientali in orbita di trasferimento ed in orbita geostazionaria.

Un satellite in orbita geostazionaria si trova soggetto ad una vasta gamma di radiazioni elettromagnetiche e particellari che vanno dai raggi cosmici

<sup>(1)</sup> Si chiama «subsatellite» il punto di intersezione sulla superficie terrestre, della retta che unisce il centro della Terra con il satellite.

alle micrometeoriti e comprendono radiazioni ultraviolette, elettroni e protoni vaganti, e particelle emesse durante i periodi di tempeste solari (bibl. 3).

Inoltre, prima di raggiungere la sua orbita sincrona equatoriale, un satellite per telecomunicazioni può trascorrere un certo numero di ore o di giorni o addirittura di mesi nelle orbite di parcheggio e di trasferimento, ad altezze variabili tra i 200 km circa ed i 36.000 km, attraversando quindi a più riprese le cinture interna ed esterna di Van Allen le cui zone centrali sono dislocate ad altezze di 3.600 km e 16.000 km rispettivamente (bibl. 4). Mentre la cintura esterna di Van Allen è composta quasi esclusivamente di elettroni ad energia relativamente bassa (dell'ordine di 100 keV), la cintura interna è composta di elettroni a più alta energia e di protoni in numero molto maggiore. Gli effetti sul satellite di tutti gli altri tipi di radiazioni incontrate nelle orbite di trasferimento sono invece trascurabili grazie, sia al tempo relativamente breve trascorso in queste orbite, sia all'effetto schermante del campo magnetico terrestre alle basse altezze sui protoni originati dall'attività solare.

Quindi in definitiva le radiazioni più pericolose ai fini della previsione dell'effetto cumulativo di danneggiamento nel tempo sulle celle solari del satellite sono quelle dovute ad elettroni e protoni vaganti sia nelle orbite di trasferimento, sia in orbita sincrona e quelle associate con l'emissione di particelle durante le tempeste solari. Tali effetti possono essere fortemente ridotti con l'uso di opportuni rivestimenti protettivi delle celle solari. Tuttavia occorre porre estrema cura affinché l'intera superficie fotosensibile sia protetta poiché la diminuzione della tensione e quindi della potenza d'uscita dovuta alle radiazioni penetranti, non è funzione lineare dell'area superficiale esposta: cioè, una piccola area non ricoperta di strato protettivo può provocare una forte diminuzione della potenza di uscita.

Vari modelli analitici sono stati sviluppati, anche sulla base dei dati raccolti sperimentalmente da satelliti in orbita geostazionaria, per rappresentare i flussi [particelle/cm<sup>2</sup>/sec] medi nel tempo di elettroni e protoni nei diversi campi energetici. Questi contributi di flussi protonici ed elettronici a diverse energie possono quindi venire convertiti in un flusso equivalente di elettroni a 1 MeV con incidenza normale alla superficie, per mezzo di coefficienti di danneggiamento relativi ricavati sperimentalmente, anche in funzione dello spessore del «film» protettivo (bibl. 3). Il flusso totale equivalente di elettroni a 1 MeV può infine essere messo in correlazione con la degradazione percentuale di potenza dei pannelli di celle solari per mezzo di dati

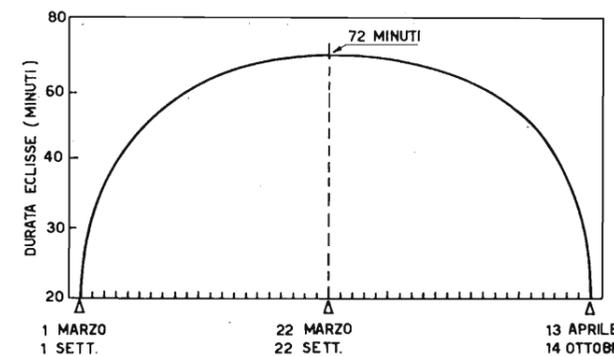


Fig. 4. — Andamento dei periodi di eclisse nel corso dell'anno.

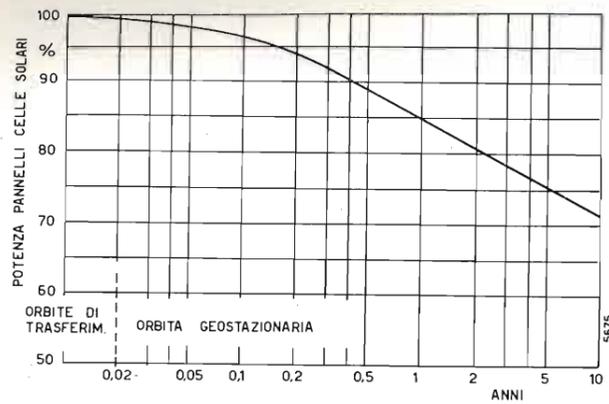


Fig. 5. — Andamento tipico della degradazione nel tempo della potenza delle celle solari.

empirici, consentendo quindi di prevedere, in fase di progetto, il margine di potenza necessario in funzione della vita utile del satellite.

Il grafico di figura 5 dà l'andamento tipico della degradazione della potenza fornita dai pannelli di celle solari di un satellite in orbita geostazionaria, per una durata della missione fino a 10 anni. Naturalmente i valori di degradazione percentuale possono variare sensibilmente a seconda del tipo di celle solari e dello spessore del rivestimento protettivo. Il grafico in questione vale per celle solari al silicio di tipo N-P con rivestimento protettivo di silice fusa da 0,03 cm di spessore (bibl. 5). Una variazione dello spessore del film protettivo da 0,015 cm a 0,07 cm può produrre una variazione della degradazione di potenza, alla fine di un periodo di 7 anni di vita utile, di circa il 12%.

La figura 5, pur nella sua validità limitata, può fornire alcune utili indicazioni di carattere generale. Osserviamo innanzitutto che già all'atto dell'iniezione del satellite nella sua orbita geostazionaria, si ha una perdita di potenza di circa lo 0,5%, per un numero di orbite di trasferimento pari a sei. Se invece le orbite di trasferimento sono due o dieci, la degradazione di potenza può variare dallo 0,2% all'1% circa, rispettivamente.

Altra considerazione interessante è che l'effetto maggiore di degradazione si ha nel primo periodo di vita del satellite: infatti, nel primo anno di vita si ha una perdita di potenza di circa il 15%, mentre intorno ai 4-5 anni di vita ed oltre, essa è solo dell'ordine dell'1%-2% all'anno.

4. Generalità e schemi a blocchi tipici dei sottosistemi di alimentazione.

Il sottosistema di alimentazione di un satellite per telecomunicazioni, destinato quindi ad un servizio continuativo, 24 ore su 24, ha due funzioni essenziali: generare potenza ed immagazzinare energia per i periodi di eclisse. Come già accennato, in tutti i satelliti per telecomunicazioni finora lanciati o allo studio, la sorgente primaria d'alimentazione è costituita da celle solari ad effetto fotovoltaico, mentre l'immagazzinamento d'energia è realizzato mediante batterie chimiche.

Le figure 6 e 7 rappresentano due schemi tipici

semplificati di sottosistemi d'alimentazione. Osserviamo subito che esistono due approcci fondamentalmente diversi di progetto a seconda che la tensione alle sbarre di distribuzione non sia regolata, oppure sia regolata (entro  $\pm 1\%$  circa). Ovviamente il secondo approccio (fig. 7) implica maggiori complessità di progettazione, mentre il primo (fig. 6) richiede l'uso di regolatori serie della tensione d'entrata ai convertitori in corrente continua che alimentano ciascun trasmettitore finale al tubo ad onde progressive (TOP) in modo da assicurare una dissipazione termica pressoché costante durante tutta la vita del satellite. Le penalità di peso e di efficienza connesse con l'uso di questi regolatori serie sono chiaramente funzione del numero di ripetitori (e quindi di TOP finali) e della durata della missione.

Tutte le generazioni dei satelliti del Consorzio Intelsat finora costruite sono basate sul tipo di schema con tensione di distribuzione non regolata, tranne la serie Intelsat III che dispone di un sistema a regolazione parziale della potenza erogata dalle celle solari per mezzo di un limitatore di tensione (bibl. 6). I sistemi con tensione completamente regolata (fig. 7) sono peraltro in fase di studio e sperimentazione per le prossime generazioni di satelliti e saranno quindi caratterizzati da un regolatore parallelo abbastanza complesso e da un regolatore di scarica della batteria (« boost regulator »). La funzione del regolatore parallelo è quindi quella di dissipare la potenza generata in eccesso dalle celle solari, rispetto ai requisiti dei carichi, all'inizio della vita e in particolare durante gli equinozi. Il regolatore di scarica della batteria entrerà in funzione solo durante i periodi di eclisse mentre resterà bloccato quando scorre corrente nel regolatore parallelo. Analogamente la corrente assorbita dal regolatore parallelo sarà bloccata durante le eclissi.

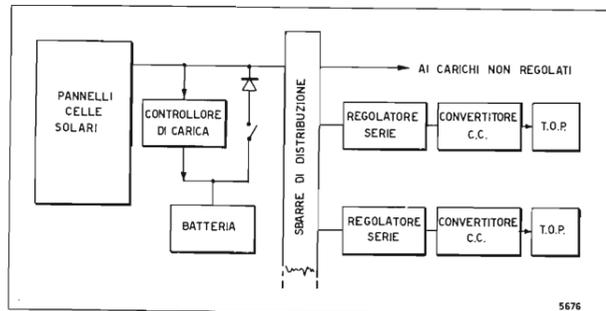


Fig. 6. — Schema di sottosistema d'alimentazione con tensione di distribuzione non regolata.

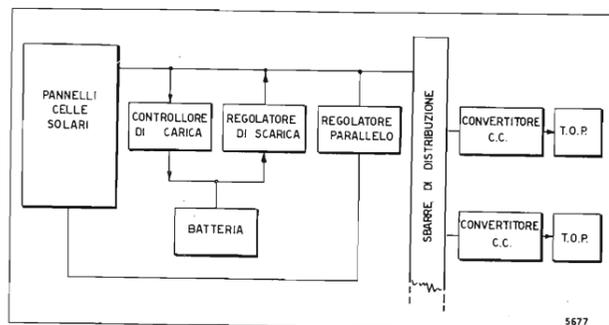


Fig. 7. — Schema di sottosistema d'alimentazione con tensione di distribuzione completamente regolata.

5. Caratteristiche dei pannelli di celle solari.

Ai paragrafi n. 2 e n. 3 abbiamo esaminato i fattori di riduzione della potenza generata dai pannelli di celle solari, dovuti ai movimenti di rotazione della Terra intorno al Sole ed alle radiazioni cui il satellite è soggetto nell'ambiente spaziale. Esaminiamo ora brevemente gli altri parametri caratteristici che influiscono sulla potenza utile generata dalle celle solari. Essi sono:

- il rendimento della cella solare;
- il fattore geometrico;
- il fattore di temperatura;
- il fattore costruttivo.

5.1 IL RENDIMENTO DELLA CELLA SOLARE

L'efficienza di conversione o rendimento di una cella solare, definita come rapporto tra la potenza elettrica generata per unità di superficie e l'intensità luminosa incidente, è una funzione complessa di diversi fattori, alcuni dei quali dipendono dalle caratteristiche fisiche del materiale scelto (perdite dovute a riflessione, incompleto assorbimento di energia, efficacia di raccolta) mentre altre sono fondamentalmente da mettere in relazione con la caratteristica corrente-tensione e dipendono dall'adattamento d'impedenza tra il carico elettrico e la cella solare (bibl. 7, 8).

In figura 8 è rappresentata la curva caratteristica corrente-tensione ( $I-V$ ) di una cella solare ad effetto fotovoltaico confrontata con quella di un generatore ideale per il quale la potenza elettrica  $P$  è data da:

$$[3] \quad P = I_{cc} \cdot V_{ca},$$

dove  $I_{cc}$  è la corrente di corto circuito e  $V_{ca}$  è la tensione a circuito aperto. Per una cella solare la massima potenza elettrica disponibile  $P_m$  è solo una frazione di quella del generatore ideale ed è data dalla espressione:

$$[4] \quad P_m = F \cdot I_{cc} \cdot V_{ca} = I_m V_m,$$

dove il fattore  $F$  è minore di uno e prende il nome di « fattore di riempimento » (fill factor) o « fattore di curva » (curve factor) a seconda che tenga conto o meno dell'effetto della resistenza-serie.

Per celle solari al silicio di tipo N-P si hanno valori pratici del fattore di riempimento  $F$  intorno a 0,72

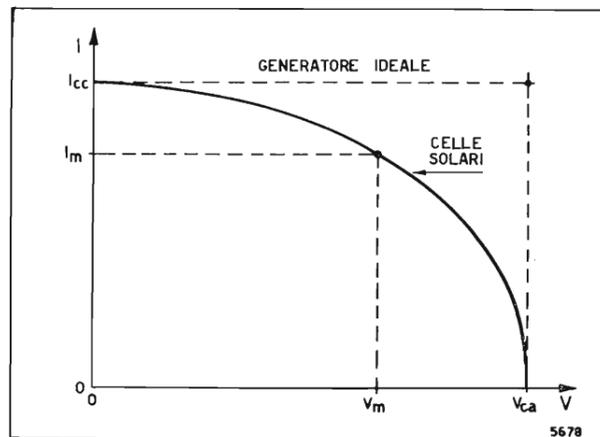


Fig. 8. — Caratteristica corrente-tensione di una cella solare.

(bibl. 9). Valori pratici dell'efficienza complessiva per celle solari al silicio di tipo N-P, nelle condizioni operative incontrate fuori dell'atmosfera, sono intorno al 9%-11% (bibl. 8, 10). Questo valore comprende di norma anche le perdite di trasmissione dovute al rivestimento di protezione dalle radiazioni.

5.2 IL FATTORE GEOMETRICO

Il fattore geometrico è ovviamente legato alla forma geometrica del satellite ed al suo sistema di stabilizzazione. I satelliti per telecomunicazioni finora lanciati sono tutti stabilizzati per rotazione (a « spin ») e di forma cilindrica con i pannelli di celle solari che ricoprono interamente la superficie esterna del corpo cilindrico del satellite.

Tale configurazione non consente di sfruttare appieno la superficie dei pannelli di celle solari, in quanto solo una parte di essa viene illuminata dal Sole durante la rotazione del satellite intorno al suo asse. Se quindi assumiamo pari ad uno la potenza generata dalle celle solari di un satellite stabilizzato a tre assi, per il quale è relativamente facile realizzare un pannello a superficie piana che rimanga costantemente orientato verso il Sole, l'analoga potenza elettrica generata da un pannello di celle solari cilindrico di area pari a quella di un pannello di satellite stabilizzato a spin sarà certamente minore di uno, a parità di altre condizioni (temperatura media, tipo di celle solari, ecc.). Supponiamo infatti che il satellite si trovi agli equinozi e che quindi i raggi solari siano normali all'asse di rotazione e definiamo una terna di riferimento come segue (fig. 9):

- l'asse  $z$  sia diretto secondo l'asse di rotazione del satellite;
- l'asse  $x$  sia diretto secondo la direzione dei raggi solari;
- l'asse  $y$  sia perpendicolare ai primi due;
- il centro  $O$  della terna di riferimento coincida con il centro del cerchio di base inferiore del corpo cilindrico del satellite.

L'elemento generico di superficie  $dS$  lungo l'altezza del satellite è evidentemente  $dS = r \cdot h \cdot da$ , dove  $r$  ed  $h$  sono rispettivamente il raggio e l'altezza del cilindro e  $da$  è l'angolo sotto cui viene visto l'elemento di superficie  $dS$  dal centro  $O$  della terna ortogonale di riferimento.

Indichiamo inoltre con  $\alpha$  l'angolo tra la direzione di provenienza dei raggi solari (asse  $x$ ) e la normale all'elemento di superficie  $dS$ . Se infine indichiamo con  $P_i$  la potenza incidente per unità di superficie, la potenza utile raccolta  $P_u$  complessivamente dal mezzo cilindro illuminato dal Sole, sarà:

$$[5] \quad P_u = 2 \int_0^{\pi/2} P_i \cos \alpha \cdot r h da = 2 P_i r \cdot h.$$

Quindi la potenza utile raccolta è uguale a quella incidente su una superficie rettangolare equivalente di dimensioni  $2r$  ed  $h$  disposta perpendicolarmente ai raggi solari. Un pannello piano di area pari a quella della superficie esterna del cilindro e perpendicolare ai raggi raccoglierebbe invece una potenza pari a  $2\pi r \cdot h \cdot P_i$ , cioè  $\pi$  volte maggiore di quella raccolta dal pannello cilindrico.

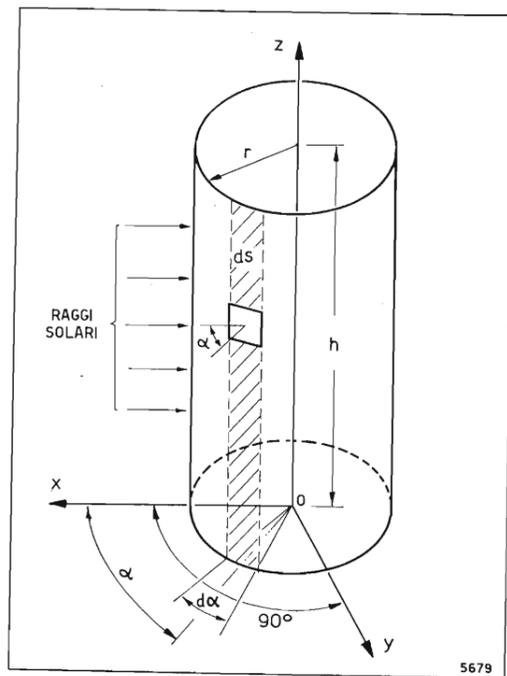


Fig. 9. — Geometria dei pannelli di celle solari di un satellite cilindrico stabilizzato a spin.

### 5.3 IL FATTORE DI TEMPERATURA

La tensione a circuito aperto di una cella solare decresce all'aumentare della temperatura con un andamento quasi lineare, pari a circa  $-2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  per celle al silicio di tipo N-P. La corrente di corto circuito invece è praticamente indipendente dalla temperatura, subendo solo aumenti di entità trascurabile al crescere della temperatura, dell'ordine di  $0,1 \text{ mA}/^\circ\text{C}$  (bibl. 7, 8). Quindi in definitiva per celle solari al silicio, del tipo di quelle impiegate nei satelliti della serie Intelsat IV, che forniscono  $125 \text{ mA}$  a  $445 \text{ mV}$  nelle condizioni operative incontrate fuori dell'atmosfera, per una temperatura media di  $25^\circ\text{C}$  (bibl. 11), si ha una diminuzione della potenza di uscita all'aumentare della temperatura ambiente, con andamento quasi lineare, pari a circa lo  $0,5\%/^\circ\text{C}$ .

Una ulteriore conseguenza delle posizioni relative assunte dalla Terra rispetto al Sole nel corso dell'anno, discusse al capitolo 2, è che al solstizio d'estate (che è vicino all'afelio) si raggiunge il più basso valore della temperatura dei pannelli di celle solari, mentre il valore più alto si raggiunge agli equinozi (purché non in condizioni di eclisse). I valori medi di temperatura assunti dai pannelli di celle solari, calcolati per i satelliti Intelsat IV, stabilizzati a spin, sono  $15,5^\circ\text{C}$  al solstizio d'estate e  $24^\circ\text{C}$  agli equinozi, con una differenza di temperatura tra le due condizioni di  $8,5^\circ\text{C}$  (bibl. 11). Questo effetto quindi consente di recuperare circa un  $2,25\%$  di potenza utile al solstizio d'estate che compensa in parte la perdita del  $12,2\%$ , calcolata al capitolo 2.

Dal punto di vista dell'effetto del fattore di temperatura sulle prestazioni delle celle solari, i satelliti stabilizzati a spin si trovano in condizione di vantaggio rispetto ai satelliti con stabilizzazione a tre assi, poiché per questi ultimi le temperature medie raggiunte dalle celle solari sono notevolmente più alte (dell'ordine dei  $60^\circ\text{C}$  agli equinozi).

### 5.4 IL FATTORE COSTRUTTIVO

Oltre ai fattori ambientali, geometrici e fisici discussi nei paragrafi precedenti, le prestazioni finali di un pannello di celle solari sono influenzate da una serie di altri fattori tecnologici legati alla particolare tecnica costruttiva impiegata per la realizzazione del pannello stesso. Tra essi i più importanti sono:

- il fattore di assemblaggio;
- il fattore di curvatura ai bordi;
- la caduta di tensione sui diodi di isolamento e sul cablaggio;
- il fattore di errore di strumentazione.

Il fattore di assemblaggio tiene conto delle perdite dovute alle interconnessioni delle singole celle solari in serie ed in parallelo fra loro per formare i moduli che vanno poi a costituire il pannello; il fattore di curvatura ai bordi serve per tener conto delle deviazioni dalla legge del coseno per le variazioni delle prestazioni delle celle solari in funzione dell'angolo di incidenza dei raggi solari. Gli altri due fattori sono di ovvia interpretazione.

La combinazione di tutti questi fattori, nella fase di progettazione dell'Intelsat IV, aveva portato ad una valutazione del fattore costruttivo complessivo intorno a  $0,86$  (bibl. 11). In effetti le prestazioni in orbita delle celle solari di questi satelliti si sono rivelate sensibilmente superiori alle previsioni, indicando un fattore costruttivo complessivo di circa  $0,93$ .

### 5.5 IL DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI DI CELLE SOLARI

La relazione fondamentale che consente di calcolare l'area necessaria per i pannelli solari in funzione dei requisiti di carico è la seguente:

$$[6] \quad P_c = \varphi_s \cdot A \cdot \eta_c \cdot F_s \cdot F_g \cdot F_c \cdot F_r \cdot \eta_a,$$

dove:

- $P_c$  = potenza richiesta dal carico ai solstizi, in watt;
- $\varphi_s$  = flusso dell'irradiazione solare, fuori dell'atmosfera, pari a  $1400 \text{ W}/\text{m}^2$ ;
- $A$  = area necessaria per i pannelli solari in  $\text{m}^2$ ;
- $\eta_c$  = efficienza delle celle solari comprensiva delle perdite di trasmissione dovute al rivestimento protettivo, alla temperatura media assunta dai pannelli agli equinozi;
- $F_s$  = fattore di riduzione della potenza utile raccolta al solstizio d'estate, comprensivo del fattore di temperatura;
- $F_g$  = fattore geometrico, pari ad uno per satelliti stabilizzati a tre assi con pannelli orientabili, e pari a  $1/\pi$  per satelliti stabilizzati a spin;
- $F_c$  = fattore costruttivo dei pannelli di celle solari;
- $F_r$  = fattore di degradazione per il danneggiamento da radiazioni, alla fine della vita utile prevista;
- $\eta_a$  = efficienza del sottosistema d'alimentazione, cioè efficienza di trasferimento d'energia dalla sorgente al carico (margine per le cadute di linea e la corrente di carica delle batterie).

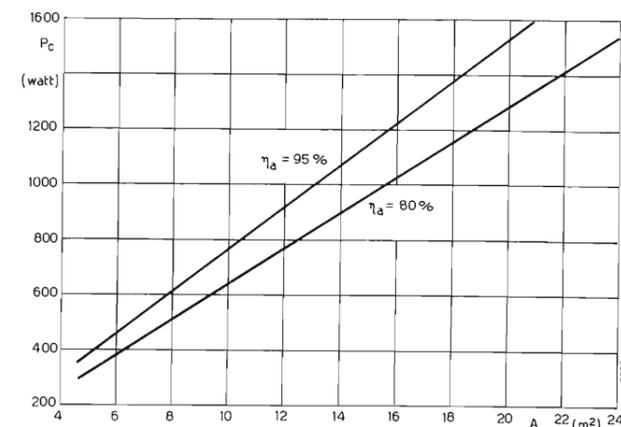


Fig. 10. — Area dei pannelli di celle solari in funzione dei requisiti di carico.

La figura 10 rappresenta l'area necessaria per i pannelli solari in funzione della potenza richiesta dal carico per due valori estremi di  $\eta_a$  assunti pari a  $0,80$  e  $0,95$ . Le altre assunzioni fatte, in linea con quanto discusso nei paragrafi precedenti, sono:

$$\eta_c = 10\% = 0,1;$$

$$F_s = 0,9;$$

$$F_g = 1 \text{ (stabilizzazione a tre assi);}$$

$$F_c = 0,86;$$

$$F_r = 0,74 \text{ (vita utile di 7 anni).}$$

## 6. Caratteristiche delle batterie.

### 6.1 CARATTERISTICHE TECNICHE E CONSIDERAZIONI SULLA VITA UTILE

Nei satelliti attivi di telecomunicazioni, le batterie chimiche, come già accennato, assolvono il compito di fornire l'energia elettrica necessaria durante le eclissi, quando non è disponibile l'energia solare, e di soddisfare i requisiti di picchi di potenza per brevi periodi di tempo, per esempio per l'attivazione dei propulsori per il controllo d'assetto.

Le caratteristiche tecniche di maggior rilievo per le batterie destinate a questo tipo di applicazione, sono:

- la capacità totale delle batterie, in ampere-ora;
- la densità d'energia, in watt-ora/kg;
- la profondità di scarica, in percentuale;
- il numero di cicli operativi di carica e scarica;
- la velocità ed il modo di carica;
- l'efficienza di carica e scarica;
- la capacità di corrente di sovracarica.

Esaminiamo brevemente il significato di queste caratteristiche e la loro interdipendenza.

Nelle applicazioni spaziali sono chiaramente di primaria importanza la densità d'energia ed il numero di cicli operativi. Infatti per limitare il contributo di peso delle batterie sarà importante cercare di ottenere valori il più possibile elevati per la densità d'energia, compatibilmente con i requisiti di vita utile del satellite in orbita.

Il numero di cicli operativi di carica e scarica dipende dall'altezza dell'orbita e, come si è già accennato, per l'orbita geostazionaria esso è pari a circa 90 cicli all'anno. Il modo più semplice di assicurare adeguate prestazioni delle batterie per quanto riguarda il numero di cicli operativi possibili è quello di sovradimensionare la capacità totale delle batterie rispetto ai requisiti del carico in modo che sia disponibile capacità sufficiente anche se la capacità iniziale risulta diminuita dai ripetuti cicli di carica e scarica.

Perciò mentre, per esempio, per una batteria al nichel-cadmio alla temperatura di  $26^\circ\text{C}$ , con una utilizzazione della capacità iniziale del solo  $10\%$ , è possibile effettuare  $10.000$  cicli, spingendo la profondità di scarica al  $50\%$ , la vita utile si può ridurre a meno di  $1000$  cicli (bibl. 7).

Esistono peraltro molti altri fattori che influiscono sulla vita utile di una batteria e pertanto non consentono una semplice correlazione tra la profondità di scarica ed il numero di cicli operativi. Per esempio una scarica profonda occasionale, seguita da un opportuno ciclo di ricarica, può consentire di riguadagnare parte della capacità persa a seguito di ripetuti cicli di scarica di modesta entità. Talvolta questa procedura può anche essere eseguita intenzionalmente e prende il nome di « piano di ripristino » (reconditioning plan). A questo scopo la carica delle batterie viene disattivata alla fine di ogni stagione di eclisse e viene riattivata con comando da terra circa 28 giorni prima degli equinozi.

Inoltre sia la capacità che la vita utile di una batteria aumentano sensibilmente con il diminuire della temperatura ambiente e della velocità di scarica. Spesso la capacità totale necessaria si ottiene mediante l'impiego di più batterie che si scaricano in parallelo: ciò fornisce una ridondanza intrinseca al sistema, in quanto l'eventuale avaria di una batteria provocherà soltanto un aumento della profondità di scarica massima in eclisse sulle restanti batterie.

Allo scopo di caricare una cella di batteria al nichel-cadmio si richiede una tensione superiore a quella di circuito aperto di  $1,33$  volt. In un satellite per telecomunicazioni, la batteria viene di solito caricata da un apposito pannello di celle solari, per cui si dispone di una corrente di carica ragionevolmente costante. In ogni modo la batteria deve essere opportunamente dislocata nel satellite e la velocità di carica deve essere controllata in modo da assicurare che la temperatura della batteria non diventi eccessiva all'approssimarsi dello stato di piena carica. Inoltre, quando una cella è completamente carica, la tensione di carica dovrebbe essere limitata a circa  $1,45$  volt allo scopo di evitare una corrente di sovracarica eccessiva, con conseguente elevata pressione interna del gas e valori di temperatura pericolosi (bibl. 7).

La velocità di carica o corrente di carica si indica in genere con il simbolo  $C/n$ , dove  $C$  indica la capacità della singola batteria ed  $n$  il numero di ore necessarie per raggiungere la piena carica; i valori di  $n$  normalmente adottati sono compresi tra  $6$  e  $12$ , allo scopo di minimizzare le dimensioni del pannello di celle solari destinato alla carica delle batterie, senza compromettere la capacità delle batterie a ricaricarsi entro le  $22,8$  ore disponibili dopo una eclisse della massima durata che come s'è visto è di  $72$  minuti.

Diversi metodi possono essere concepiti per contenere i valori di temperatura di funzionamento raggiunti dalle batterie e quindi per aumentare anche

l'efficienza di carica e scarica delle batterie (rapporto tra ampere ora di uscita e d'entrata). Tra questi ricordiamo le seguenti tre tecniche:

- 1) la carica ad impulsi per minimizzare la quantità di calore totale generata durante la sovraccarica;
- 2) sospensione della carica durante le stagioni di non eclisse per minimizzare le ore complessive di sovraccarica;
- 3) sensori di temperatura sulle batterie che trasmettono informazioni telemetriche a terra per disconnettere il circuito di carica se si raggiungono temperature troppo elevate.

Un altro metodo di carica è quello della cosiddetta « carica centellinare » (trickle charge) che consiste in una carica a velocità molto bassa, dell'ordine di  $C/100$ , con il vantaggio di richiedere un minore assorbimento di potenza dalla sorgente primaria d'alimentazione. Tuttavia questo modo di carica contribuisce sensibilmente all'usura delle celle delle batterie, attraverso lo sviluppo di ossigeno e calore e riduce sensibilmente l'efficienza di carica.

## 6.2 IL DIMENSIONAMENTO DELLE BATTERIE

La relazione fondamentale che consente di calcolare il peso delle batterie in fase di progetto si ricava facilmente se si considera che l'energia disponibile dalle batterie è pari alla densità d'energia moltiplicata per la profondità di scarica. Essa è:

$$[7] \quad W_B = \frac{P_{CN} \cdot T_{Nmax}}{\rho_E \cdot s} = \frac{P_{CN} \cdot T_{Nmax}}{\rho_E'}$$

dove:

$W_B$  peso delle batterie, in kg;

$P_{CN}$  potenza richiesta dal carico in eclisse, in W;

$T_{Nmax}$  durata massima della notte in orbita sincrona = 1,2 ore;

$\rho_E$  densità d'energia al 100% di profondità di scarica nominale ammessa, in Wh/kg;

$\rho_E'$  densità d'energia alla profondità di scarica nominale ammessa, in Wh/kg;

$s$  profondità di scarica nominale, in percentuale.

I valori di  $\rho_E$  normalmente ottenibili per batterie al nichel-cadmio vanno dai 20 ai 30 Wh/kg. Viceversa, note le caratteristiche delle batterie (peso, capacità, tensione nominale di distribuzione) si può calcolare la densità d'energia da esse fornite con la seguente relazione:

$$[8] \quad \rho_E' = \frac{C_t \cdot V \cdot T_{Nmax} \cdot s}{W_B}$$

dove:

$C_t$  capacità totale delle batterie in ampere-ora;

$V$  tensione di distribuzione, in volt.

La figura 11 rappresenta i requisiti di peso delle batterie in funzione della potenza richiesta dal carico in eclisse, per batterie al nichel-cadmio con un valore

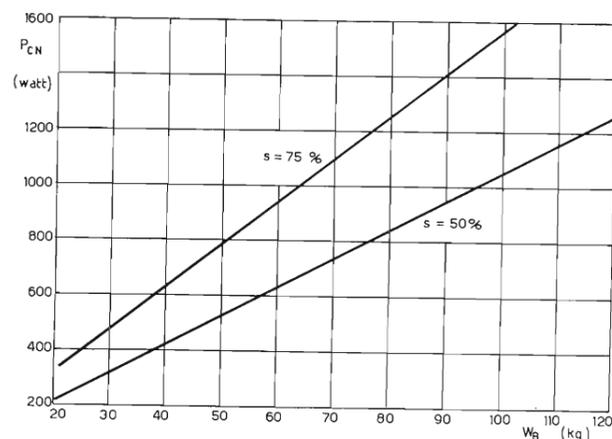


Fig. 11. — Peso delle batterie in funzione dei requisiti di carico.

di  $\rho_E = 25$  Wh/kg e per due valori di  $s$ , pari rispettivamente al 50% ed al 75%.

## 7. Analisi delle prestazioni dei sottosistemi d'alimentazione per i satelliti di telecomunicazioni in orbita ed in progetto.

La tabella 1 riassume i dati raccolti ed analizzati per i sottosistemi di alimentazione delle quattro generazioni di satelliti Intelsat in orbita, per i satelliti di tipo Intelsat IV A recentemente ordinati alla Hughes e per il satellite domestico canadese Telesat. Abbiamo anche riportato i dati preliminari relativi a due possibili modelli fra quelli allo studio per la successiva generazione dei satelliti Intelsat (l'Intelsat V).

I dati in tabella non necessitano di particolari commenti. Osserviamo soltanto come le prestazioni complessive del sottosistema d'alimentazione, significativamente espresse per mezzo dei rapporti watt in corrente continua/kg del sottosistema complessivo e  $W_{cc}/kg$  dei pannelli di celle solari alla fine della vita, non siano cambiate sensibilmente nel corso degli anni passati per le varie generazioni di satelliti messe in orbita. Notiamo invece come gli sviluppi tecnologici previsti nel prossimo futuro (vedi modelli Intelsat V), dovrebbero consentire notevoli miglioramenti, specie nel rapporto  $W_{cc}/kg$  dei pannelli di celle solari grazie anche all'introduzione della stabilizzazione a tre assi.

I modelli A e B riportati per l'Intelsat V infatti presuppongono ambedue l'impiego della stabilizzazione a tre assi con pannelli di celle solari orientabili verso il sole e realizzati con strutture di supporto meccanico flessibili a basso peso. I due modelli differiscono fra loro solo per quanto riguarda i dispositivi di immagazzinamento d'energia. Mentre infatti il modello A si basa sull'uso di batterie convenzionali al nichel-cadmio, il modello B ipotizza l'impiego di celle a combustibile.

Osserviamo peraltro che i miglioramenti del rapporto  $W_{cc}/kg$  dei pannelli di celle solari non si ripercuotono nella stessa proporzione sul rapporto  $W_{cc}/kg$  del sottosistema complessivo sia perché parallelamente è previsto un aumento del peso di altri componenti del sottosistema, quali i circuiti di controllo di carica e scarica delle batterie o di regolazione della tensione di distribuzione per ridurre i problemi di dissipazione

termica, sia perché l'incidenza del peso delle batterie al nichel-cadmio non cambia sostanzialmente finché non si passa ad altri sistemi (v. modello B di Intelsat V con celle ad elettrodo gassoso).

Osserviamo infine che i dati relativi alla penultima colonna della tabella 1 sulla densità di energia erogata

dalle batterie alla profondità di scarica massima prevista, sono stati calcolati in base alla relazione [8] del paragrafo precedente, mentre i dati della colonna successiva sulla densità d'energia minima delle batterie richiesta dal carico sono stati ricavati in base alla [7].

(1613)

TABELLA 1 - Prestazioni sottosistemi alimentazione.

	Potenza alimentazione all'inizio della vita (W) <sup>(1)</sup>	Potenza alimentazione alla fine della vita (W) <sup>(1)</sup>	Requisiti di carico cont. nominale in orbita (W) <sup>(2)</sup>	Requisiti di carico cont. massimo in eclisse (W)	Peso sottosistema alimentazione (kg)	Peso celle solari (kg)	Peso batterie (kg)	$W_{cc}/kg$ del sistema complessivo alla fine della vita	$W_{cc}/kg$ pannelli celle solari alla fine della vita	Capacità totale batterie (Ah)	Tensione nominale di distribuzione (V)	Profondità massima di scarica batterie (%)	Densità d'energia erogata dalle batterie (Wh/kg) <sup>(3)</sup>	Densità d'energia batterie richiesta dal carico (Wh/kg)
Intelsat I	45	40(+)	33	10(+)(4)	N. D.	4,1(*)	2,1(4)	N. D.	9,7(*)	1,5	24,5	31	6,5	4,2
Intelsat II	100	85	75	83(+)	N. D.	10,7(*)	11,4	N. D.	8(*)	9	24,5	40	9,3	8,8
Intelsat III	160	131	122	124	29,2	14,2(*)	10,3	4,5	9,2(*)	9	25	65	17	14,4
Intelsat IV	570	454	365	379	115	73	39	4,0	6,2	30	24,5	61	13,8	11,7
Intelsat IV A	643	502	462	473	123	73	46,8	4,1	6,9	36	24,5	61	13,8	12,1
Telesat	265	220	197	207(+)	54,5	33	18,6	4,0	6,7	14	24,5	66	14,6	13,3
Intelsat V Mod. A	1.500	1.200	1.100	750	170	60	65	7,0	20	20	50	75	13,9	13,9
Intelsat V Mod. B	1.500	1.200	1.100	750	110	60	30	11,0	20	50	25	70	35	30

N. D. = Non Disponibile; (+) Valori stimati; (\*) Senza la struttura di supporto meccanico;

(1) Potenza erogata dalle celle solari all'inizio (fine) della vita di progetto ed ai solstizi;

(2) Carico nominale continuo (senza carichi intermittenti) ai solstizi, compresa la potenza per la carica delle batterie;

(3) Alla profondità di scarica massima prevista;

(4) Le batterie dell'Intelsat I erano dimensionate solo per fornire l'energia ai ricevitori e decodificatori di telemetria per tutta la durata dell'eclisse ed al trasmettitore di telemetria per un periodo di 30 minuti.

## BIBLIOGRAFIA

1. - QUAGLIONE G.: *Evoluzione dell'ottimizzazione tecnico-economica dei satelliti per telecomunicazioni*. « Eletttronica e Telecomunicazioni », n. 1, 1973, pagg. 18-24.
2. - BLANCO V. M., MCCUSKEY S. W.: *Basic physics of the solar system*. « Ed. Addison - Wesley » Cap. 1.3.
3. - ROSTRON R. R.: *The space radiation environment at synchronous altitude and its effect on Communication satellite*. « AIAA 3rd Communications Satellite Systems Conference », Los Angeles, 6-8 aprile 1970, Memoria n. 70-481.
4. - FILIPOWSKY R. F., MUEHLDOERF E. I.: *Space Communications Systems*. « Ed. Prentice - Hall », Cap. 2.1.3.
5. - COHEN H. D. (TRW Systems): *Corrispondenza privata*.
6. - DUNLOP J. D.: *Communications satellite power con-*

*ditioning systems*. « IEEE Power Conditioning Specialists Conference Records », pagg. 5-12 - NASA GSFC, 20-21 aprile 1970.

7. - BALAKRISHNAN A. V.: *Space Communications*. « Ed. McGraw-Hill », cap. 11.4 e cap. 11.6.
8. - BROWN G. M.: *Space radio communication*. « Ed. Elsevier », pagg. 240-256.
9. - LINDMAYER J.: *Theoretical and practical fill factors in solar cells*. « Comsat Technical Review », vol. 2, n. 1, primavera 1972.
10. - STATLER R. L., CURTIN D. J.: *Radiation damage in silicon solar cells from low-energy protons*. « IEEE Transactions on Electron Devices », ED-18, n. 7, luglio 1971.
11. - OSUGI F. S.: *The Intelsat IV spacecraft - Electrical power subsystem*. « Comsat Technical Review », vol. 2, n. 2, autunno 1972.

# IL SISTEMA DI SEGNALAZIONE CCITT N. 6

MARIO VANIN (\*)

**SOMMARIO** — Nel presente lavoro si è cercato di illustrare la genesi e le caratteristiche del sistema di segnalazione CCITT N. 6, il primo sistema di segnalazione funzionante su « canale separato ». In particolare sono riportate le ragioni che indussero il CCITT a studiare tale nuovo sistema di segnalazione telefonica. Viene quindi esaminato il sistema nelle sue caratteristiche e viene brevemente illustrato il programma delle prove internazionali effettuate per verificarne il funzionamento. Sono accennati inoltre i risultati dei lavori della CEPT (Comunità Europea delle Amministrazioni P.T.) aventi come obiettivo l'utilizzazione del sistema N. 6, con opportune modifiche per scopi regionali e nazionali in Europa. Sono elencati infine quali sono i punti che il CCITT dovrà risolvere, nel presente quadriennio di studio, circa il sistema di segnalazione N. 6 e cioè: la segnalazione di gestione, la struttura della rete di segnalazione a canale separato e le norme della versione numerica del sistema medesimo.

**SUMMARY** — **CCITT Signalling System n. 6.** Purpose of this work is the study of the origin and characteristics of the CCITT Signalling System N. 6, the first common channel telephone signalling system. A particular care is given to the reasons which led CCITT to study this new telephone signalling system. The system and its characteristics are here analysed as well as the program of the international trials carried out to verify its operation. The results of the CEPT works (European P.T. Community) whose goal is the utilization, with suitable modifications of System N. 6, for regional and national purpose in Europe, are here illustrated. The problems risen by the Signalling System N. 6 and that CCITT shall have to solve in the present 4-year study period are the following: the management signals, the structure of the international common channel signalling network and the specifications of the digital version of the Signalling System N. 6.

## 1. Introduzione.

I servizi telefonici sono tuttora in una fase del loro sviluppo caratterizzato da una richiesta, sia nazionale sia internazionale, assai rapidamente crescente. L'elevato tasso d'accrescimento è da una parte manifestazione di un accresciuto bisogno di comunicare con il mezzo telefonico, dall'altra l'effetto di una disponibilità di mezzi tecnici più progrediti e di minor costo e quindi dell'apporto di servizi più soddisfacenti o di tariffe relativamente più basse.

Per quanto riguarda i mezzi tecnici, i progressi conseguiti negli ultimi 20 ÷ 30 anni, sia nel campo della trasmissione [sistemi via satellite, TASI (Time Assignment Speech Interpolation), cavi sottomarini, ecc.] sia in quello della commutazione (sistemi elettronici e semielettronici a programma registrato) sono stati tali da consentire servizi telefonici differenziati per modalità e trattamento tariffario, semiautomatici ed automatici, estesi all'intero globo terrestre.

Nell'esaminare le concrete prospettive di un'introduzione estesa dei nuovi mezzi di commutazione, i tecnici telefonici riconobbero la necessità di adeguare ai mezzi stessi ed ai nuovi servizi, che essi reputavano possibili, i sistemi di segnalazione in uso. Poiché tale necessità si avvertì più urgente per i servizi telefonici internazionali, ed in particolare per quelli intercontinentali, lo studio di un nuovo sistema di segnalazione si iniziò in seno al CCITT (Comitato Consultivo Internazionale Telegrafico e Telefonico). Tale sistema, denominato N. 6, prese le mosse da un riesame critico degli ultimi due raccomandati dallo stesso

(\*) Dott. ing. Mario Vanin della SIRTI, Roma. Dattiloscritto pervenuto il 17 febbraio 1973.

(1) Si dicono *segnali di linea*, chiamati anche di supervisione, i segnali utilizzati per la preparazione ed il controllo della connessione; si dicono *segnali di registro* i segnali utilizzati per la trasmissione di informazioni numeriche.

CCITT: i sistemi N. 4 e N. 5 ed in effetti la Questione 1/XI del quadriennio di studio 1965-1968 si riferiva ad « un sistema che non presentasse gli inconvenienti del N.5 ».

Nel corso dei suoi lavori, durati un intero quadriennio, il Gruppo di studio 1/XI, appositamente costituito, andò gradatamente allargando i suoi scopi, arrivando a specificare un sistema di concezione affatto nuova: non soltanto esente dai difetti tipici dei sistemi precedenti, ma anche pienamente rispondente alle caratteristiche dei nuovi mezzi trasmissivi e di commutazione, capace di soddisfare le prevedibili esigenze di segnalazione per i servizi resi possibili dai nuovi mezzi ed inoltre facilmente ed economicamente adattabile al servizio telefonico nazionale.

Le specifiche del sistema N. 6 furono approvate nel 1964 dall'Assemblea Plenaria del CCITT, che chiese di sottoporre il sistema stesso a prove internazionali di funzionamento. Le prove hanno avuto effettivamente luogo nel quadriennio 1969-1972 e le specifiche rivedute, nel corso delle prove, sono state approvate dall'ultima Assemblea Plenaria.

Solo fra qualche anno si potranno avere informazioni certe sull'effettiva diffusione del nuovo sistema, ma fin d'ora non sembra azzardato affermare che i principi informativi del sistema N. 6 sono destinati a caratterizzare i sistemi del prossimo futuro.

## 2. Richiami sui sistemi di segnalazione N. 4 e N. 5.

### 2.1. SISTEMA N. 4.

Tale sistema, normalizzato dal CCITT, per i servizi automatici e semiautomatici, utilizza, per la segnalazione, due frequenze nella banda fonica (2.040 e 2.400 Hz) sia per i segnali di linea sia per quelli di registro (1).



## 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:

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



Per i segnali di registro si adotta un codice binario a quattro elementi, costituiti dalla presenza di una o l'altra delle due frequenze (la durata degli impulsi di frequenza è di  $35 \pm 7$  ms, pari all'intervallo tra gli stessi). Ogni centrale uscente, prima di inviare un segnale numerico successivo al primo, deve aver ricevuto un segnale di riconoscimento dalla centrale entrante.

Per i segnali di linea si adotta un codice composto da emissioni, brevi o lunghe, di una delle due frequenze, precedute da un prefisso costituito da un miscuglio delle stesse, aventi rispettivamente la durata: emissione breve =  $100 \pm 20$  ms; emissione lunga =  $350 \pm 70$  ms; prefisso =  $150 \pm 30$  ms.

Il prefisso è utile per i segnali di linea, in quanto questi possono essere suscettibili di imitazione da parte delle correnti foniche, per cui è più difficile l'imitazione di un miscuglio di due frequenze (che inoltre occupano, nella banda fonica, una posizione a cui corrisponde, nella voce umana, un contenuto energetico basso).

Il tempo di riconoscimento degli elementi dei segnali di registro, nelle centrali entranti, è di  $10 \pm 5$  ms; ma lo stesso vale per gli intervalli di silenzio. I tempi di riconoscimento degli elementi dei segnali di linea sono: per il prefisso  $80 \pm 20$  ms, per le emissioni brevi  $40 \pm 10$  ms, per le emissioni lunghe  $200 \pm 40$  ms.

Il sistema N. 4 è un sistema lento, per cui non è utilizzabile per le comunicazioni via satellite e per quelle intercontinentali in genere. Inoltre non può essere utilizzato per i sistemi TASI poiché, a causa del tempo necessario, da parte del rilevatore TASI, a riconoscere la presenza del segnale, questo sarebbe trasmesso con una durata ridotta e quindi con la conseguente perdita di alcuni segnali in ricezione.

## 2.2. SISTEMA N. 5.

Tale sistema fu studiato dal CCITT per superare gli inconvenienti presentati dal sistema N. 4, soprattutto per quanto riguarda l'utilizzazione del TASI. Questa divenne possibile scegliendo per i segnali di linea (tranne per che per il segnale «forward transfer») una segnalazione di tipo non impulsivo, ma di tipo asservito. In tal modo i segnali di linea possono essere ritardati, ma non perduti a causa del TASI (il tempo di riconoscimento per i segnali di linea è di  $125 \pm 25$  ms).

Il sistema N. 5 utilizza per la segnalazione di linea due frequenze in banda (2.400 e 2.600 Hz) che possono essere inviate individualmente o in combinazione, e per i segnali di registro sei frequenze, sempre in banda, con codice 2 su 6 (700, 900, 1.100, 1.300, 1.500 e 1.700 Hz). La durata dei segnali di registro è di  $55 \pm 5$  ms, intervallati da tempi di  $55 \pm 5$  ms. La successione dei segnali di registro, relativi ad una chiamata, è rispettivamente preceduta e seguita da un segnale di inizio e da uno di fine indirizzamento.

L'uso della segnalazione impulsiva, per i segnali di registro, non offre difficoltà nei riguardi del TASI, poiché le successioni di brevi impulsi intervallati da brevi pause non sono interrotte dal sistema medesimo.

Si fa presente inoltre che il sistema N. 5 è stato il primo sistema definito dal CCITT, con la possibilità di usare in modo bidirezionale i circuiti di conversazione, migliorando quindi il rendimento degli stessi.

## 2.3. COMMENTI AI SISTEMI N. 4 E N. 5.

Come già si è visto, il sistema N. 4 non è adatto per le comunicazioni intercontinentali a causa della sua lentezza.

Parlando di «lentezza» di un sistema di segnalazione ci si riferisce soprattutto a due parametri: il ritardo del segnale di risposta ed il ritardo post-selezione. Tali due parametri se di durata eccessiva, possono causare inconvenienti ed in particolare, mentre il primo può provocare l'aggancio prematuro da parte dell'utente chiamato (nelle relazioni sia automatiche, sia semiautomatiche) il secondo può causare l'aggancio prematuro dell'utente chiamante (nelle relazioni automatiche). Un qualsiasi utente, infatti, si comporta, di volta in volta, da chiamante e da chiamato, inoltre, dal punto di vista telefonico, è educato in un certo modo, per cui, specialmente nelle relazioni intercontinentali a lunga distanza, in cui sono interessate anche le code nazionali dei due paesi estremi, può avvenire l'aggancio prematuro, se i ritardi di cui sopra sono di entità notevolmente superiore a quelli ottenibili entro le rispettive aree nazionali.

L'utente chiamante aggancia prematuramente quando il ritardo post-selezione è troppo lungo: in questo caso la chiamata non è soggetta ad addebito poiché, in genere, l'addebito inizia quando la centrale uscente riceve, a ritroso, il segnale di risposta; l'utente chiamato, invece aggancia prematuramente quando il ritardo del segnale di risposta è troppo lungo, poiché non percepisce la voce del chiamante: in questo caso, essendo stato ricevuto dalla centrale uscente il segnale di risposta, la chiamata è soggetta ad addebito per il chiamante. Quest'ultimo inconveniente si verifica soprattutto per i collegamenti più lunghi e quindi di tariffazione maggiore.

In ogni caso il riaggancio prematuro da parte degli utenti crea un traffico artificiale del tutto controproducente per lo svolgimento del servizio, anche perché, a brevi intervalli di tempo, può essere ripetuta più volte, dallo stesso utente, la stessa chiamata, con lo stesso esito negativo.

Oltre all'inconveniente della lentezza, il sistema N. 4 non è utilizzabile con il TASI. Per le ragioni sopra esposte (velocità del sistema e utilizzazione del TASI) fu studiato dal CCITT il sistema N. 5.

Esso rese possibile il TASI mediante una segnalazione di tipo asservito che però, come tipo di segnalazione, provoca ritardi troppo onerosi per quanto riguarda l'uso dei circuiti via satellite. Per cui, anche il nuovo sistema N. 5 non è completamente idoneo alle relazioni internazionali, soprattutto per il servizio automatico.

Ovviamente, ai ritardi introdotti dal sistema di segnalazione internazionale, vanno aggiunti quelli delle code nazionali.

## 3. Studio del sistema N. 6.

La situazione sopra descritta è quella che si presentò, circa dieci anni or sono, per la telefonia mondiale, per cui il CCITT decise di affrontare lo studio di un nuovo sistema di segnalazione.

Nel 1964, in occasione della III Assemblea Plenaria del CCITT fu infatti definita una nuova questione (Questione 1/XI - Studio del Sistema CCITT N. 6) per studiare le caratteristiche di un sistema di segna-

lazione (chiamato N. 6) che non presentasse gli inconvenienti del N. 5 per quanto riguarda il servizio automatico (2).

Nell'impostazione della questione il CCITT stabilì quali dovessero essere le caratteristiche del nuovo sistema di segnalazione e cioè:

- avrebbe dovuto permettere l'utilizzazione di circuiti equipaggiati col TASI e di circuiti via satellite;
- avrebbe dovuto permettere lo scambio di segnali non previsti dagli altri sistemi, come ad esempio segnali relativi alla categoria del chiamante, alle condizioni della linea dell'utente chiamato o a condizioni di congestione;
- avrebbe dovuto permettere lo scambio di segnali relativi alla gestione della rete;
- avrebbe, soprattutto, dovuto evitare gli inconvenienti dei sistemi N. 4 e N. 5, nei riguardi del ritardo del segnale di risposta e del ritardo post-selezione.

Il CCITT si rese ben conto che per ottenere le prestazioni di cui sopra, avrebbe dovuto studiare un sistema basato su principi completamente nuovi. Infatti, per rendere il sistema più veloce, non vi era altro modo che quello di sfruttare le possibilità offerte dalla trasmissione dei dati. Per cui fu posta, come base dello studio, la soluzione che i segnali di registro fossero trasmessi sulle vie di conversazione, come per i precedenti sistemi di segnalazione, mentre i segnali di linea, unitamente ai segnali di gestione della rete, fossero trasmessi su una via separata, comune a più vie di conversazione. Su tale via separata, mediante terminali di segnalazione centralizzati (abbinati ad elaboratori a programma registrato), sarebbe stata possibile l'utilizzazione della trasmissione dei dati, ottenendo quindi per i segnali di linea una velocità nettamente superiore a quella dei precedenti sistemi.

Lo studio del nuovo sistema fu quindi iniziato per ragioni di natura esclusivamente tecnica e fu attuato negli anni 1965-1968. Il sistema N. 6 fu normalizzato dalla IV Assemblea Plenaria del CCITT a Mar del Plata.

Durante lo studio, una delle prime scelte fu quella di trasferire completamente la segnalazione (sia i segnali di linea sia quelli di registro) sul canale separato. Tale soluzione, oltre ad essere il mezzo di dialogo più ovvio tra centri con elaboratore a programma registrato, ha offerto indubbiamente certi vantaggi, quali, ad esempio, il risparmio dei registri nelle centrali di commutazione, ma ha introdotto anche complicazioni non presentate dagli altri sistemi tradizionali. Infatti, il trasferimento di tutta la segnalazione sul canale separato, ha reso necessaria, prima di ogni chiamata, l'effettuazione di una prova di continuità dei circuiti di conversazione interessati, per avere la sicurezza del

(2) Vedere anche: NATALI A., RIZZO G.: *Sistemi di segnalazione telefonica per traffico internazionale con particolare riferimento al sistema CCITT N. 6*. «Elettronica e Telecomunicazioni», N. 3, 1971, pag. 95.

(3) Un centro di trasferimento dei segnali è un centro che tratta ed inoltra segnali telefonici da un circuito di segnalazione ad un altro nel caso in cui la segnalazione funzioni in modo non associato. L'elaborazione dei messaggi di segnalazione è minima in tali centri. Un centro di transito dei segnali, invece, esegue una elaborazione completa dei segnali, per poter effettuare un'appropriata azione di commutazione.

loro funzionamento. Tali prove non sono necessarie con altri sistemi di segnalazione poiché, in tal caso, prima della fase di conversazione, sui circuiti, viene trasmessa la segnalazione.

A causa dei principi del tutto rivoluzionari del sistema, il relativo studio presentò problemi e difficoltà notevoli, convincendo il CCITT ad effettuare prove internazionali per verificarne il funzionamento. Le prove sono state effettuate negli anni 1969-1972 ed hanno dimostrato la piena funzionalità del sistema, le cui specifiche, peraltro, avevano subito varie modifiche, a causa di inconvenienti riscontrati durante le prove stesse. Le specifiche definitive del «Sistema di Segnalazione CCITT N. 6» sono state quindi approvate dalla V Assemblea Plenaria del CCITT (Ginevra, dicembre 1972).

## 4. Descrizione del sistema di segnalazione CCITT N. 6.

### 4.1. GENERALITÀ.

Il sistema di segnalazione N. 6 può essere impiegato per tutti i tipi di circuiti internazionali, ivi compresi i circuiti TASI ed i circuiti via satellite, sia per il traffico internazionale automatico, sia per quello semiautomatico. Può essere usato, inoltre, anche per applicazioni regionali e nazionali. La possibilità di utilizzare il sistema anche in ambito regionale e nazionale è stata introdotta, ad un certo punto dello studio, riservando a tali scopi una parte della capacità di segnalazione, di cui una quota parte, oggi non utilizzata, è disponibile per scopi internazionali futuri.

La segnalazione è trasmessa interamente su un circuito di segnalazione comune, escludendola dalla via di conversazione. Un certo numero di tali circuiti sono interconnessi mediante un certo numero di centri di transito e di centri di trasferimento dei segnali (3), formando quindi una rete di segnalazione che può trasferire tutti i segnali relativi ai circuiti di conversazione entro l'area di quella rete.

Tali segnali servono al controllo della commutazione dei circuiti fonici, alla gestione della rete di conversazione, ed alla gestione della rete di segnalazione.

Per l'esame del funzionamento del sistema verranno qui di seguito illustrate, con opportuni commenti, le sue caratteristiche principali e cioè:

- modi di operazione;
- circuito di segnalazione;
- messaggi di segnalazione;
- controllo degli errori;
- procedure di correzione;
- sicurezza del canale separato;
- messaggi di segnalazione a più unità;
- inserzione.

### 4.2. MODI DI OPERAZIONE.

Il sistema di segnalazione può funzionare sia in modo associato, sia in modo non associato. Operando in modo associato, i segnali sono trasferiti tra le due centrali, che sono i punti estremi di un fascio di circuiti di conversazione, su un circuito comune di segnalazione che termina alle stesse centrali. Operando in modo non associato, i segnali sono trasferiti tramite

due o più circuiti comuni di segnalazione in serie, associati con altri fasci di circuiti ed i segnali vengono elaborati e trasmessi mediante una o più centrali intermedie che agiscono come centro di trasferimento dei segnali.

Le strutture associate sono adatte per fasci di molti circuiti di conversazione, mentre quelle non associate sono economicamente adatte ad essere utilizzate per fasci di pochi circuiti, suddividendo la capacità di un circuito di segnalazione tra vari fasci.

Il sistema di segnalazione CCITT N. 6 prevede, come utilizzazione, solo un tipo particolare di non associazione e cioè le strutture quasi-associate. Con il funzionamento quasi-associato i segnali vengono trasferiti tra le due centrali su due o più circuiti di segnalazione comune in serie, ma solo su percorsi predeterminati. L'uso di strutture quasi-associate porta di conseguenza che vengano a coesistere due reti distinte: una rete di conversazione ed una rete di segnalazione. I circuiti di segnalazione quasi-associati offrono, tra l'altro, la possibilità di essere usati quali riserva del circuito di segnalazione regolare associato, quando il medesimo sia interessato da situazioni di disservizio.

4.3. CIRCUITO DI SEGNALAZIONE.

Il circuito separato comune di segnalazione è costituito da normali canali telefonici sia da 4 che da 3 kHz. Le informazioni di segnalazione sono trasmesse, mediante dati seriali, da un circuito all'altro, solo dopo aver subito un'elaborazione. I dati vengono trasmessi ad una velocità di 2.400 bit al secondo, con il metodo di modulazione a quattro fasi, e vengono trasferiti in linea in parole di 28 bit ciascuna, chiamate unità di segnalazione ed in blocchi di 12 unità di segnalazione ciascuno (di cui l'ultima dedicata alla procedura di correzione di eventuali errori).

La scelta del formato dell'unità di segnalazione di 28 bit, dei blocchi di 12 unità di segnalazione e della velocità di 2.400 bit al secondo, sono risultati dalle considerazioni seguenti:

— Al tempo in cui fu eseguito lo studio del sistema (anni 1960-1964), sembrò, in base a ricerche effettuate tra le varie Amministrazioni, che, per i circuiti internazionali, ed in particolare per quelli in cavo sottomarino con banda fonica di 3 kHz, non si potesse accettare una velocità di trasmissione dei dati superiore a 2.400 bit/sec.

— Tale dato, unitamente all'ipotesi che il canale di segnalazione comune avrebbe dovuto gestire le comunicazioni per un certo numero di circuiti di conversazione (il numero massimo, teorico, dei circuiti che possono essere gestiti dal canale comune è circa 2.000; praticamente però tale numero è compreso tra 700 e 1.500 circa, a seconda dei casi, e cioè in funzione del tipo di traffico, della durata media di conversazione, del numero dei transiti, ecc.), determinò per l'unità di segnalazione (pacchetto elementare di bit in linea) un formato ottimo di 28 bit (20 di informazione oltre ad 8 di controllo).

— Le unità di segnalazione vengono raggruppate in blocchi di 12, di cui l'ultima unità è relativa a procedure di controllo da eventuali errori e quindi è priva di informazioni di segnalazione telefonica.

4.4. MESSAGGI DI SEGNALAZIONE.

Tutte le informazioni portate dal canale comune sono trasferite mediante messaggi consistenti di una o più unità di segnalazione.

Un messaggio ad una unità è un messaggio che è trasmesso interamente entro una unità di segnalazione. Un messaggio a più unità consiste di un numero di unità di segnalazione, in serie, compreso tra 2 e 6. Esso serve a trasmettere un numero di informazioni affini. Qui di seguito sono illustrati i formati dei messaggi ad una ed a più unità: secondo l'ultima normalizzazione che differisce da quella inizialmente adottata (v. figg. 3, 4).

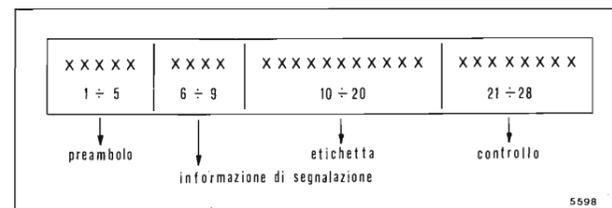


Fig. 1. — Formato basilare di un messaggio ad una unità, chiamato anche unità di segnalazione isolata (nuova norma).

Un messaggio a più unità è formato da un'unità iniziale di segnalazione, avente formato uguale a quello di un messaggio ad una unità (fig. 1) seguito da un certo numero di unità successive di segnalazione (da 1 a 5) con un formato illustrato in figura 2.

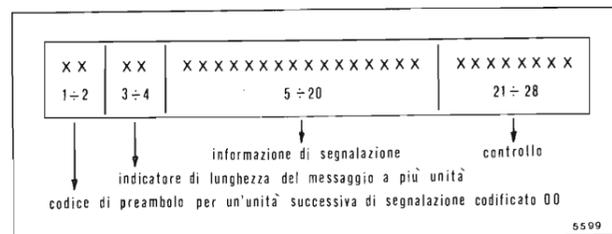


Fig. 2. — Formato di un'unità successiva di segnalazione di un messaggio a più unità (nuova norma).

L'interpretazione di un messaggio dipende dal fatto che questo è diviso in varie parti codificate. I messaggi relativi ad un circuito di conversazione (o ad un fascio di circuiti di conversazione) portano un'etichetta per definire quel circuito (o fascio di circuiti). Si usa un'etichetta per ogni messaggio. Per identificare un fascio di circuiti si usa un numero di 7 bit. Per identificare un circuito all'interno di un fascio si usa un codice addizionale di 4 bit. Ciò fornisce un totale di 11 bit che possono essere usati per identificare 2.048 circuiti di conversazione.

L'etichetta è usata nei messaggi di segnalazione ad una unità e nell'unità iniziale di segnalazione dei messaggi a più unità. Non è usata nelle unità successive di segnalazione di un messaggio a più unità, in quanto queste sono relative allo stesso circuito definito nell'unità iniziale di segnalazione.

Nel sistema di segnalazione sono previsti tre tipi fondamentali di messaggi:

- a) messaggi telefonici;
- b) messaggi di controllo del sistema di segnalazione;
- c) messaggi di gestione.

I messaggi telefonici portano informazioni relative all'effettuazione delle chiamate.

I messaggi di controllo e di gestione non sono correlati alle informazioni dei messaggi telefonici, ma sono relativi, com'è ovvio dalla loro definizione, al controllo del sistema di segnalazione ed alla gestione della rete.

4.5. CONTROLLO DEGLI ERRORI.

Il controllo degli errori, necessario per un circuito comune di segnalazione, è basato sulla rivelazione degli errori mediante codifica e sulla correzione degli stessi mediante ritrasmissione.

La rivelazione di errori si basa sulla decodifica dei bit di controllo compresi in ogni unità di segnalazione e sulla rivelazione di avaria della portante dati. In caso di guasto o di eccessivo tasso di errore, è previsto lo scambio automatico su un altro circuito.

Gli 8 bit di controllo sono generati mediante un codice rivelatore ciclico. Tali codici offrono un'ottima garanzia da eventuali errori non rivelati, hanno però il difetto di offrire una protezione inferiore, qualora si presentino uno scorrimento nel sincronismo.

Nel sistema N. 6 si è ottenuta una precauzione da tale inconveniente invertendo, in trasmissione, prima dell'invio in linea, i bit di controllo, ed invertendoli di nuovo, in ricezione, prima di controllare la loro coerenza con i bit di informazione a cui si riferiscono. Per cui, qualora si presentino uno scorrimento nel sincronismo, l'inversione dei bit, in ricezione, è applicata ad una sequenza di bit non corretta e produce l'inversione di un numero di bit dell'unità di segnalazione pari al numero di bit di scorrimento.

4.6. PROCEDURE DI CORREZIONE.

La procedura di correzione adottata è quella della rivelazione degli errori, in ricezione, con successiva richiesta di ritrasmissione dei messaggi errati. Tale richiesta si ottiene dedicando la dodicesima ed ultima unità di segnalazione di ogni blocco (v. 4.3.) al sistema di correzione. Infatti, il centro che ha rilevato un errore in un'unità di segnalazione ricevuta comunicherà, al centro che ha inviato quella unità, che è presente l'errore, codificando opportunamente un bit nella dodicesima unità di segnalazione del blocco che sta trasmettendo verso quel centro. In ognuna di tali unità sono presenti 11 bit relativi alle unità del blocco ricevuto (per comunicare situazioni di errore), oltre all'identificazione del numero del blocco ricevuto, a cui si riferiscono gli 11 bit indicatori, ed all'identificazione del numero del blocco completato dall'unità di segnalazione di correzione medesima.

Le indicazioni dei numeri dei blocchi sono necessarie affinché un centro che riceve una richiesta di ritrasmissione possa stabilire quale unità di segnalazione deve ritrasmettere.

Non è possibile invece, per il centro ricevente, ristabilire in modo semplice l'esatta posizione delle unità di segnalazione ricevute in ritardo, rispetto alla sequenza originaria, a seguito di una richiesta di ritrasmissione. Ciò poiché le unità di segnalazione relative ad una stessa chiamata non sono numerate in ordine cronologico (nei riguardi delle varie fasi della chiamata), per cui, per ristabilire l'esatta sequenza in ricezione, sono necessarie opportune elaborazioni.

A tale proposito si fa presente che, a causa della possibilità che un messaggio errato non sia riconosciuto come tale e che quindi venga accettato come corretto, è necessario verificare, per ogni messaggio ricevuto, se questo sia coerente con quelli, relativi alla stessa chiamata, già ricevuti e trasmessi. Ciò è possibile con l'uso delle « Tavole di controllo di ragionevolezza » che il CCITT ha definito durante lo studio del sistema, per stabilire tutte le successioni possibili di fasi, attraverso le quali può passare una chiamata.

Il metodo scelto per la correzione si basa, come è già stato esposto, su un codice a rivelazione d'errore e sull'uso delle Tavole di Ragionevolezza. Ovviamente non è il solo metodo utilizzabile. Si sarebbe potuto usare un diverso codice a correzione d'errore o addirittura una diversa procedura di correzione. Il CCITT ha deciso di adottare il metodo esposto, ritenendolo abbastanza sicuro e semplice. Peraltro, il lato negativo di esso è l'appesantimento delle procedure di elaborazione causate dalle « Tavole di Ragionevolezza ».

Per tale ragione la CEPT, che ha allo studio un sistema di segnalazione europeo su canale comune, pur avendo accettato il Sistema CCITT N. 6, opportunamente ampliato come numero di segnali, ha raccomandato alle Amministrazioni europee, di approfondire lo studio di alcuni argomenti, tra cui quello delle procedure di correzione.

4.7. SICUREZZA DEL CANALE SEPARATO.

Poiché un canale di segnalazione comune porta segnali relativi a molti circuiti di conversazione, sono previsti opportuni provvedimenti per assicurare il servizio di segnalazione. In particolare alcuni circuiti di segnalazione di riserva consentono di instradare su di essi il traffico in presenza di situazioni di disservizio.

I circuiti di segnalazione di riserva possono essere:

- circuiti di segnalazione quasi associati;
- circuiti di segnalazione destinati a riserva;
- circuiti, normalmente usati per conversazione, da usarsi, quando richiesto, come circuiti di segnalazione.

4.8. MESSAGGI DI SEGNALAZIONE A PIÙ UNITÀ.

Tali messaggi, composti di un numero di unità compreso tra 2 e 6, sono usati per inviare in modo efficiente informazioni affini, relative alla stessa unità iniziale di segnalazione. Un esempio tipico è il messaggio iniziale di indirizzamento che viene inviato quale primo messaggio per l'effettuazione di una chiamata e che contiene tutte le informazioni necessarie, per la successiva centrale internazionale, all'instradamento della chiamata.

I messaggi multipli non possono essere interrotti, nella loro sequenza, da altre unità di segnalazione. Unica eccezione è la dodicesima unità di un blocco, qualora il messaggio multiplo si trovi parte in un blocco e parte in un altro.

4.9. INSERZIONE (BREAK-IN).

Un costante pensiero del CCITT è sempre stato quello di progettare il sistema di segnalazione N. 6 con il più basso possibile valore del ritardo del segnale di risposta. Infatti, come s'è detto (paragr. 2.3.) una delle ragioni che determinarono lo studio del si-

stema N. 6, fu proprio tale parametro oltre al ritardo post-selezione.

In particolare, le specifiche prevedono che il segnale di risposta possa introdursi in un multimessaggio telefonico e che un messaggio telefonico ad una o più unità possa introdursi in un messaggio di gestione della rete a più unità. Tale possibilità, introdotta nella prima versione delle specifiche (1968) e confermata dalla recente Assemblea Plenaria, non è utilizzabile per le prime applicazioni del sistema, ma solo per il futuro.

In ogni caso l'inserzione sarebbe attualmente possibile solo per il segnale di risposta, poiché i messaggi di gestione della rete non sono ancora stati definiti dal CCITT e saranno oggetto di studio nel presente quadriennio (1973-1976).

Poiché però le sperimentazioni del sistema, condotte durante le prove, hanno fornito, per il ritardo del segnale di risposta, risultati soddisfacenti e cioè valori inferiori a quelli ottenibili, a parità di condizioni, con altri sistemi, è probabile che, per quanto riguarda il segnale di risposta, il break-in non venga usato in futuro. Inoltre il problema dell'inserzione di un messaggio telefonico in un altro di gestione sarà risolto dal CCITT durante lo studio di questi segnali.

In linea di massima si può prevedere che, se per tali messaggi verrà scelta una lunghezza non eccessiva (4 o 5 unità di segnalazione), probabilmente non ci sarà bisogno del break-in, invece, se tale lunghezza fosse maggiore, l'uso del break-in potrebbe esser utile.

5. Commenti al sistema N. 6.

Il sistema di segnalazione N. 6 è notevolmente diverso rispetto da quelli che lo hanno preceduto. Studiato per superare certe difficoltà di quelli (lentezza del sistema, veloce trasmissione del segnale di risposta, utilizzazione del TASI), il sistema N. 6 offre numerosi altri vantaggi, alcuni dei quali, non previsti all'inizio dello studio, si sono delineati durante l'arco di tempo necessario alla sua definizione.

I vantaggi principali del sistema, oltre a quelli già esaminati e cioè: possibilità di usare il TASI, veloce trasmissione del segnale di risposta e ritardo post-selezione limitato, sono:

- l'eliminazione delle possibilità di imitazione dei segnali da parte delle correnti foniche, con conseguente risparmio dei circuiti di guardia;
- la possibilità, nei collegamenti via satellite, di usare come circuito di segnalazione un cavo terrestre, a tempo di propagazione minore;
- una capacità di segnalazione ampia con un codice semplice e con una parte della capacità stessa destinata a riserva;
- la possibilità di trattare segnali di gestione;
- la possibilità di usare semplici mezzi per la rivelazione degli errori;
- la possibilità, ottenuta in modo semplice ed economico, di misure di traffico telefonico, dall'esame delle informazioni trasmesse dai circuiti di segnalazione, nonché la possibilità di registrazione di vari parametri nei terminali (tale comportamento è ovviamente possibile per la presenza di elaboratori a programma registrato);

— la possibilità di apportare modifiche al sistema di segnalazione variando, entro certi limiti, soltanto i programmi del calcolatore;

— la possibilità di usare il sistema anche per scopi regionali e nazionali, oltre che internazionali.

Inoltre un grosso punto a favore del sistema N. 6, rispetto ai precedenti, è di natura economica: l'eliminazione, nelle centrali di commutazione, dei singoli apparati di segnalazione necessari per ogni circuito di conversazione e dei registri, compensa infatti largamente la spesa dei terminali di segnalazione (centralizzati) e del collegamento di segnalazione, e questo vale per ogni tipo di collegamento, compresi quelli intercontinentali su cavo sottomarino (nei quali il costo dei canali telefonici è notevole), come è stato dimostrato dal CCITT.

Sono altresì presenti altri vantaggi indiretti, sempre di natura economica, come può dedursi dalle considerazioni seguenti. Il sistema N. 6 ha terminali di segnalazione centralizzati. Ogni terminale può gestire le chiamate per molti circuiti e per più direzioni. Quindi un incremento del numero dei circuiti di conversazione di un fascio non rende necessario l'incremento del numero degli apparati di segnalazione, in quanto un circuito comune di segnalazione può gestire fino a 2.000 circuiti di conversazione. Soltanto qualora venga superato tale numero è necessario incrementare gli apparati di segnalazione, destinando alla direzione interessata più di un circuito di segnalazione. Gli aspetti qui esaminati offrono quindi il vantaggio economico di poter incrementare i fasci senza incrementare gli apparati di segnalazione.

Oltre a questo, la modularità, la flessibilità e le elevate prestazioni tecniche del sistema, quali la velocità e l'ampia capacità di segnalazione, sembrano destinare al N. 6 una lunga vita, limitando quindi l'ammortamento degli impianti e le spese di studio di nuovi sistemi.

Come punti a sfavore del sistema N. 6 si possono citare le necessarie apparecchiature di interfaccia verso altri sistemi (peraltro sempre presenti tra sistemi diversi), la necessità di maggiori spese per le apparecchiature di riserva e le notevoli spese ed il lungo tempo trascorso per sviluppare lo studio.

Tali svantaggi sono però di gran lunga superati dai punti a favore esaminati.

6. Variazioni apportate alle specifiche del sistema durante le prove internazionali del quadriennio 1968-72.

Le specifiche del sistema N. 6, quali sono oggi, contengono numerose variazioni rispetto a quelle normalizzate nel 1968 a Mar del Plata. Esse sono scaturite dal lavoro di uno speciale gruppo, creato dal CCITT e chiamato GM/FT6, per curare le prove internazionali del sistema di segnalazione e per apportare alle specifiche le variazioni ritenute necessarie a seguito delle prove stesse.

Le modifiche hanno interessato vari aspetti del sistema, quali la prova di continuità dei circuiti di conversazione, la procedura di sincronizzazione, l'introduzione di nuovi segnali, ecc., e molte parti sono state cambiate più volte per meglio adattarsi alla particolare filosofia adottata.

Tra gli argomenti più interessanti si possono citare

TABELLA 1 : Allocazione dei codici di preambolo e di informazione di segnalazione dei messaggi con etichetta nel formato precedente (figg. 3, 4).

Bit 17 - 20 \ Bit 13 - 16	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
										SAM1	SAM2	SAM3	SAM4	SAM5	SAM6	SAM7
0000									XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
0001					XX	XX	XX			digit 1						
0010					XX	XX	XX			2	2	2	2	2	2	2
0011					XX	XX	XX			3	3	3	3	3	3	3
0100					XX	XX	XX			4	4	4	4	4	4	4
0101					XX	XX	XX			5	5	5	5	5	5	5
0110					XX	XX	XX			6	6	6	6	6	6	6
0111					XX	XX	XX			7	7	7	7	7	7	7
1000					XX	XX	XX			8	8	8	8	8	8	8
1001					XX	XX	XX			9	9	9	9	9	9	9
1010						XX				0	0	0	0	0	0	0
1011						XX										
1100							XX									
1101							XX	XX								
1110					XX	XX	XX									
1111						XX				ST						

XX Codici utilizzati      □ Codici non utilizzati      ST Segnale di fine selezione

l'introduzione, nelle specifiche, delle Tavole di controllo di ragionevolezza e la variazione del formato di codifica.

6.1. TAVOLE DI RAGIONEVOLEZZA.

Le Tavole di ragionevolezza, un tempo non presenti nelle specifiche, sono state definite per controllare la sequenza dei segnali di ogni chiamata e per verificare l'esatta successione degli stessi. In particolare, sono necessarie per stabilire la posizione dei segnali ritrasmessi e per determinare la presenza di eventuali segnali irragionevoli o superflui (ad esempio originati a causa di errori non rilevati dal sistema di controllo).

6.2. FORMATO DEL SISTEMA N. 6.

Indubbiamente, la modifica più importante è quella della variazione del formato. Il formato attuale del sistema (figg. 1, 2) è differente da quello definito nel 1968 a Mar del Plata, che era, sinteticamente, come segue (v. lavoro citato nota 2, fig. 4). Il primo bit di

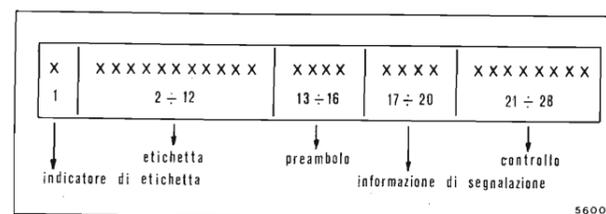


Fig. 3. — Formato di un messaggio ad un'unità ovvero dell'unità di segnalazione di un messaggio a più unità (vecchia norma).

ogni unità di segnalazione, chiamato « indicatore di etichetta », era utilizzato soltanto per indicare se nell'unità stessa fosse o non fosse presente l'etichetta ed era codificato, rispettivamente, come 1 o come 0.

Ad esempio, relativamente ad un messaggio telefonico, cioè riferito ad un circuito di conversazione, nella figura 3 viene mostrato com'era il formato di un messaggio ad una unità o di una unità iniziale di un messaggio multiplo.

Le unità successive di un messaggio a più unità, non contenendo l'etichetta, erano invece codificate come nelle figura 4.

Relativamente ai messaggi con etichetta, ad una o più unità, per distinguere i vari segnali tra loro (sia messaggi ad una unità sia unità iniziali di messaggi a più unità), si utilizzava, con riferimento al formato della figura 3, la diversa codifica risultante dalle combinazioni dei codici dei campi di preambolo e di informazione di segnalazione. Cioè si utilizzavano le combinazioni di 4 + 4 = 8 bit, per cui, essendo

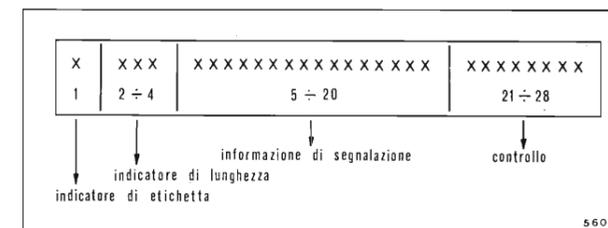


Fig. 4. --- Formato di un'unità di segnalazione successiva di un messaggio a più unità (vecchia norma).

TABELLA 2 : Allocazione dei codici di preambolo e di informazione di segnalazione nel formato presente (fig. 1).

Bit 6-9	0000x	0001x	0010x	0011x	0100x	0101x	0110x	0111x	1000x	10001	10010	10011	10100	10101	10110	10111	11000	11001	11010	11011	11100	11101	11110	11111								
0000									XX																							
0001									DIGIT						XX																	
0010	Riservato per la numerazione delle unità successive di un messaggio a più unità	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	2	2	2	2	2	2	2	XX															
0011										3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	XX	XX	XX	XX					
0100										4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	XX	XX			XX			
0101										5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	XX	XX			XX			
0110										6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	XX				XX			
0111										7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	XX				XX			
1000										8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	XX	XX						
1001										9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	XX							
1010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							XX										
1011																						XX	XX									
1100																						XX	XX									
1101																						XX	XX									
1110																						XX	XX									
1111																						XX	XX									

XX Codici utilizzati    □ Codici non utilizzati    ST Segnale di fine selezione

2<sup>8</sup> = 256, ne deriva che il numero massimo teorico dei messaggi con etichetta era pari a 256.

Come però si può vedere dalla Tabella 1, i codici di preambolo da 1001 a 1111 venivano usati per numerare i messaggi successivi di indirizzamento (SAM, v. Tab. 1) (4) ed il codice di preambolo 1000 veniva usato per identificare il messaggio iniziale di indirizzamento.

Quindi restavano disponibili, per i restanti segnali, solamente i codici da 0000 a 0111, con un numero massimo di segnali (con etichetta), ad una unità pari a 8 x 15, essendo 8 il numero dei codici di preambolo e 15 le combinazioni del campo informazione di segnalazione [destinato una di queste (0000) ad eventuali messaggi multipli]. Ne risultano 120 segnali con etichetta, oltre ai messaggi di indirizzamento. Alcuni di questi segnali erano già utilizzati, mentre altri erano di riserva come si può vedere dalla Tabella 1.

Per quanto riguarda i messaggi privi di etichetta, questi venivano individuati con speciali prefissi o speciali etichette.

Una critica al formato esposto è che il bit « indicatore di etichetta » veniva male utilizzato. Infatti, questo, per i segnali telefonici, era codificato sempre 1, tranne che nelle unità successive di un messaggio multiplo in cui era codificato 0. Essendo il numero dei segnali con etichetta di gran lunga maggiore di quelli senza etichetta, il contenuto informativo di tale bit era abbastanza modesto. Inoltre, il numero delle etichette utilizzabili per identificare i circuiti di conver-

(4) Ciò è necessario nel funzionamento in overlap, in cui si debbono inviare nel messaggio, l'etichetta, un dato per numerare in sequenza i segnali (4 bit) oltre ad una cifra di selezione (4 bit).

sazione era minore di 2<sup>11</sup> = 2048, poiché alcune speciali etichette venivano destinate per l'individuazione dei segnali di controllo e di gestione.

Il riconoscimento che il formato adottato al Mar del Plata non era certo il migliore, unitamente alla necessità manifestata da parte di varie Amministrazioni, di poter disporre di un notevole numero di segnali per gli scopi telefonici nazionali e regionali, hanno indotto il CCITT a modificare il formato dei codici.

Tale variazione è stata apportata, nel febbraio 1972, dalla Commissione XI del CCITT. Scartata la proposta, presentata nell'ambito della riunione, di incrementare il numero dei bit delle unità di segnalazione da 20 a 24, per migliorare le procedure di elaborazione (permettendo l'utilizzazione di alcuni bit per la numerazione progressiva dei segnali relativi alle singole chiamate) e per incrementare la capacità di segnalazione del sistema, il formato è stato modificato come nella Tabella 2.

Le modifiche sono state, principalmente, le seguenti:

- modifica del campo preambolo;
- modifica del campo etichetta;
- modifica del campo informazione di segnalazione;
- definizione di un formato generale per i segnali di gestione;
- destinazione di un certo numero di segnali per gli usi nazionali e regionali.

Per quanto riguarda il punto a), il campo preambolo è stato incrementato da 4 a 5 bit e portato nelle prime 5 posizioni dell'unità di segnalazione. Tale incremento è stato possibile poiché non è utilizzato il bit indicatore di etichetta.

Per quanto riguarda il punto c), il campo informazione di segnalazione è restato di 4 bit ed è stato allocato nelle posizioni da 6 a 9.

Per il punto b), il campo etichetta, sempre di 11 bit, è nelle posizioni da 10 a 20 anziché da 2 a 12 come nel formato precedente. Inoltre è stato diviso in due parti: numero di banda di 7 bit e numero di circuito di 4 bit (fig. 5).

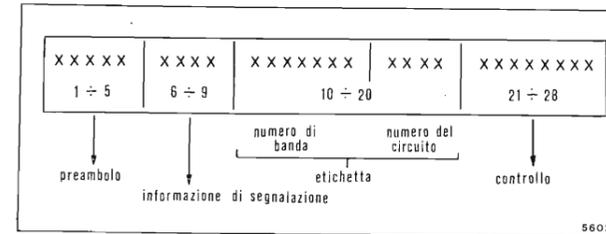


Fig. 5. — Formato di un'unità di segnalazione isolata ovvero dell'unità di segnalazione iniziale di un messaggio a più unità (v. anche fig. 1).

Le modifiche di cui sopra presentano i seguenti vantaggi:

- Incremento della capacità di segnalazione in quanto, con un campo di preambolo di 5 bit, si hanno più combinazioni possibili che con un campo di 4 bit. Infatti il bit indicatore di etichetta, nelle specifiche precedenti non era utilizzato al massimo poiché, dal suo esame, si deduceva solamente se, nell'unità di segnalazione, fosse presente o meno l'etichetta.
- Tutti i possibili codici del campo etichetta sono utilizzati per individuare i circuiti di conversazione, in quanto tutti i segnali del sistema o telefonici o di controllo o di gestione, sono distinti in base all'esame dei campi di preambolo ed informazione di segnalazione. Per cui si può utilizzare la capacità totale di 2.048 etichette.
- Con la divisione dell'etichetta in due campi è facilitata la traduzione di questa nei centri di trasferimento della segnalazione, con una conseguente riduzione della necessaria capacità di memoria negli elaboratori interessati. Infatti nella traduzione ci si può riferire alla banda stessa o ad un numero limitato di bande, per cui si debbono esaminare e tradurre soltanto alcuni bit. Inoltre con la divisione in banda e numero di circuito è possibile che i segnali di gestione della rete si riferiscano soltanto al numero di banda.

Per quanto riguarda il punto d) sono stati definiti i segnali di gestione che possono essere messaggi ad una o più unità.

Si può concludere che l'attuale formato del sistema di segnalazione N. 6 (fig. 5) offre un notevole incremento della capacità di segnalazione rispetto a quello precedente. Infatti, mentre è stato calcolato che con il formato precedente si poteva disporre di 120 segnali differenti (con etichetta), ad una unità, mediante un ragionamento analogo si può dedurre che l'attuale formato consente 195 segnali differenti ad una unità (comprendendo sia i segnali con etichetta sia quelli senza etichetta). Ciò ha reso possibile riservare un certo numero di segnali per uso nazionale ed uso regionale.

7. Prove internazionali del sistema di segnalazione CCITT N. 6.

Per sperimentare il nuovo sistema di segnalazione, il CCITT istituì, nel 1968, uno speciale gruppo, chiamato GM/FT6. Le prove relative, durate, tra organizzazione e realizzazione, un intero quadriennio, hanno impegnato varie Amministrazioni e Compagnie telefoniche private di tutto il mondo. Tali prove sono state divise in tre fasi distinte: A, B e C.

Durante la fase A sono state effettuate sperimentazioni soltanto sui collegamenti di segnalazione, senza interessare i circuiti di conversazione. Mediante traffico telefonico simulato, sono state provate sia le modalità di funzionamento del sistema, sia i relativi apparati. Inoltre, tale traffico comprendeva talvolta, errori iniettati artificialmente.

Durante la fase B, oltre a prove con traffico telefonico simulato, sono state effettuate sperimentazioni anche sui circuiti di conversazione, stabilendo chiamate commutate, sia manualmente, sia mediante apparecchi automatici di prova. Le prove di traffico reale commutato sono state effettuate in presenza di traffico simulato e di errori artificiali.

Durante la fase C sono state effettuate prove con traffico reale pagante.

I risultati di tutte le sperimentazioni condotte dai partecipanti alle prove hanno dimostrato la piena operabilità del sistema di segnalazione N. 6.

In particolare si riportano i risultati di alcune prove effettuate tra l'ITALCABLE (Acilia) e l'A.T. & T. (Columbus), eseguiti per paragonare i sistemi di segnalazione N. 5 e N. 6 dal punto di vista della velocità (documento temporaneo N. 8 del GM/FT6, Ginevra, settembre 1972).

Con il sistema N. 5 è stato effettuato un certo numero di chiamate, sia via cavo, sia via satellite, da Acilia a Columbus, verso un apparecchio di risposta automatica, situato in Columbus. L'instradamento includeva la giunzione nazionale New York-Columbus.

Con il sistema N. 6 è stato effettuato un certo numero di chiamate, sia mediante collegamenti di segnalazione via cavo, sia via satellite, da Acilia a New York, verso un apparecchio di risposta automatica situato a New York. L'instradamento includeva la giunzione nazionale Columbus-New York. Le prove sono state effettuate sia in presenza, sia in assenza di traffico telefonico simulato, sul collegamento di segnalazione. Per entrambi i sistemi è stato misurato il ritardo intercorrente tra la fine della selezione d'abbonato e la ricezione del segnale di risposta.

I valori medi dei ritardi misurati, espressi in secondi, sono riportati nelle Tabelle 3 e 4: essi offrono un chiaro raffronto della velocità dei due sistemi di segnalazione.

TABELLA 3

Valori medi dei ritardi misurati, tra la fine della selezione d'abbonato e la ricezione del segnale di risposta, per il sistema N. 5.

SISTEMA N. 5		
Circuiti di conversazione	ritardo misurato	numero dei tentativi
Via cavo	9,58 sec	56
Via satellite	10,20 sec	53

TABELLA 4

Valori dei ritardi misurati tra la fine della selezione d'abbonato e la ricezione del segnale di risposta, per il sistema N. 6.

SISTEMA N. 6				
Collegamento di segnalazione	Traffico simulato			
	0 Erlang	0.35 Erlang	0.7 Erlang	
Via cavo	3.44 sec	3.51 sec	3.66 sec	ritardi misurati
	47	56	52	numero dei tentativi
Via satellite	3.90 sec	4.00 sec	4.23 sec	ritardi misurati
	49	50	50	numero dei tentativi

8. Sistema di segnalazione a canale comune europeo.

La Comunità Europea delle Amministrazioni PT (CEPT) ha seguito con vivo interesse gli studi relativi al sistema di segnalazione N. 6. Uno dei motivi principali che hanno spinto il CCITT alla modifica del formato del sistema sono proprio i risultati degli studi condotti dalla CEPT.

Tale organizzazione già da tempo aveva esaminato la possibilità di definire un sistema di segnalazione, a canale comune, di tipo regionale e nazionale ed aveva concluso che il sistema N. 6 sarebbe stato idoneo a tale scopo qualora fosse stato possibile allocare in esso un certo numero di segnali, oltre a quelli già definiti dal CCITT per le necessità internazionali. Ciò è stato possibile a seguito della modifica apportata dal CCITT al formato del sistema, riservando una parte della capacità di segnalazione per gli usi regionali e nazionali.

Utilizzando tale capacità, la CEPT ha reso il sistema N. 6 utilizzabile anche per gli usi europei e lo ha raccomandato alle Amministrazioni. Anche se soltanto alcune di queste hanno dichiarato che useranno tale sistema nell'ambito della rete nazionale, tale possibilità dimostra la flessibilità del sistema capace di adattarsi a vari impieghi.

9. Questioni relative al sistema N. 6 ancora allo studio, da parte del CCITT, nel quadriennio 1973-76.

Nel corso del presente quadriennio di studio, il CCITT affronterà i seguenti problemi, relativi al sistema di segnalazione CCITT N. 6:

- a) lo studio della natura e dell'uso dei segnali per la gestione e la manutenzione della rete di conversazione;
- b) lo studio della struttura della rete internazionale di segnalazione a canale comune, con le relative regole per l'instradamento della segnalazione;
- c) la definizione delle specifiche per la versione numerica del sistema di segnalazione CCITT N. 6.

La risoluzione dei tre punti riportati completerà lo studio del sistema di segnalazione CCITT N. 6.

(1557)

BIBLIOGRAFIA

FALCOU G., NICOLAS J. Y., COURTEL D., PENN C.: *Essais internationaux du système CCITT N. 6.* « Commutation & Électronique », N. 36, gennaio 1972, pagg. 48-57.

JOUTY A., LE STRAT G.: *La signalisation téléphonique par voie sémaphore et le système CCITT N. 6.* « Commutation & Électronique », N. 34, luglio 1971, pagg. 48-57.

LUCAS P.: *Fiabilité des systèmes de signalisation.* « Annales des télécommunications », tome 27, N. 7-8 luglio-agosto 1972, pagg. 283-300.

NATALI A., RIZZO G.: *Sistemi di segnalazione telefonica per traffico internazionale con particolare riferimento al sistema CCITT N. 6.* « Elettronica e Telecomunicazioni », N. 3, 1971, pagg. 95-102.

VALLESE F.: *Elementi di segnalazione telefonica.* Ed. Siderea, Roma.

CCITT - Commissione XI, documenti temporanei e permanenti dei quadrienni 1961-1964, 1965-1968, 1969-1972.

CCITT - Libro bianco (1968). Volume VI.

CCITT - GM/FT6, documenti temporanei e permanenti 1969-1972.

ANTONINO LA ROSA

PRINCIPI DI TV A COLORI

pubblicazione in 3 volumi raccolti in cofanetto L. 14.000

L'Autore ha ritenuto opportuno dividere il lavoro in due parti: la prima riguardante i principi generali colorimetrici comuni a tutti i sistemi di trasmissione della TV a colori; la seconda, divisa in due volumi, riguardante in modo più specifico l'applicazione tecnica di tali principi ai tre sistemi NTSC, PAL, SECAM. L'insieme dei problemi tecnici comuni è stato esclusivamente considerato nel primo volume di questa seconda parte, che tratta anche del sistema NTSC. Nel secondo volume, sempre della seconda parte, sono state più particolarmente considerate le caratteristiche specifiche che distinguono gli altri due sistemi.

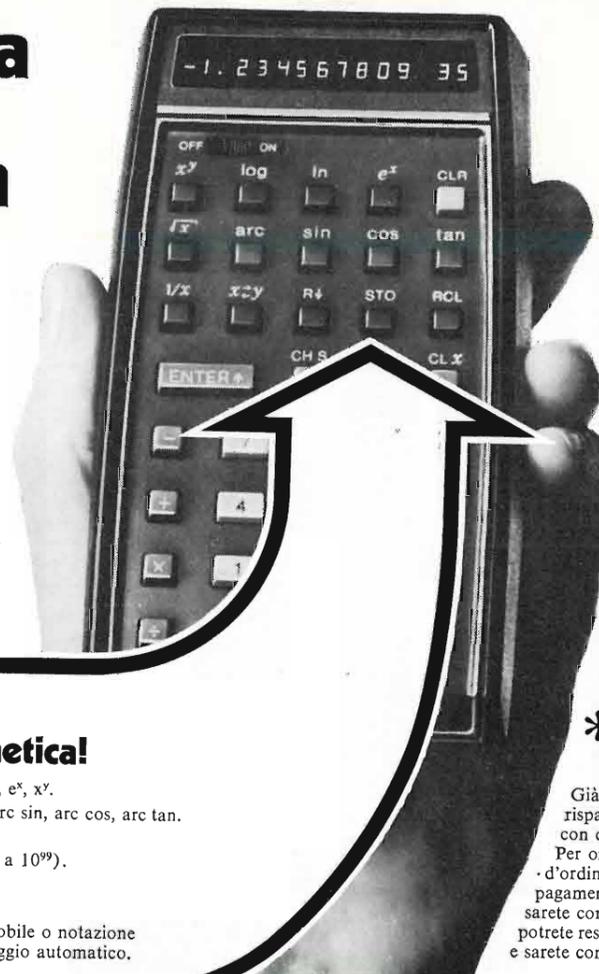
ERI - EDIZIONI RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA

via Arsenale 41 - 10121 Torino - via del Babuino 51 - 00187 Roma

# 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.



**\*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.200.000 + IVA 12%, completo di ricaricatore e batteria al nickel-cadmio, manuale per l'uso e custodia in pelle. Ed è garantito per un anno intero.

**\*10 giorni in prova, con sconto del 5%.**

Già più di 50.000 utenti soddisfatti risparmiano tempo, noie e denaro, con questa piccola meraviglia. Per ordinarlo, ritagliate il modulo d'ordine e scegliete le modalità di pagamento che preferite. Se non ne sarete completamente soddisfatti potrete restituire entro 10 giorni l'HP-35, e sarete completamente rimborsati.

**\*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.

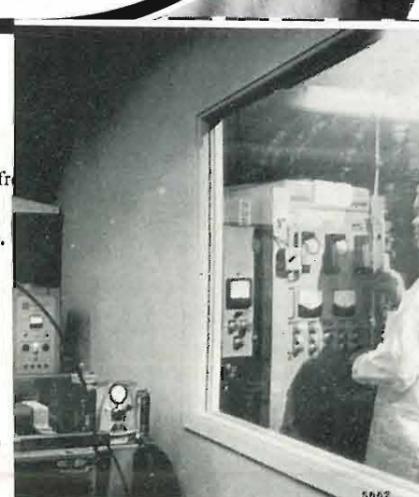
**\*Funziona dovunque e quando volete.**

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.

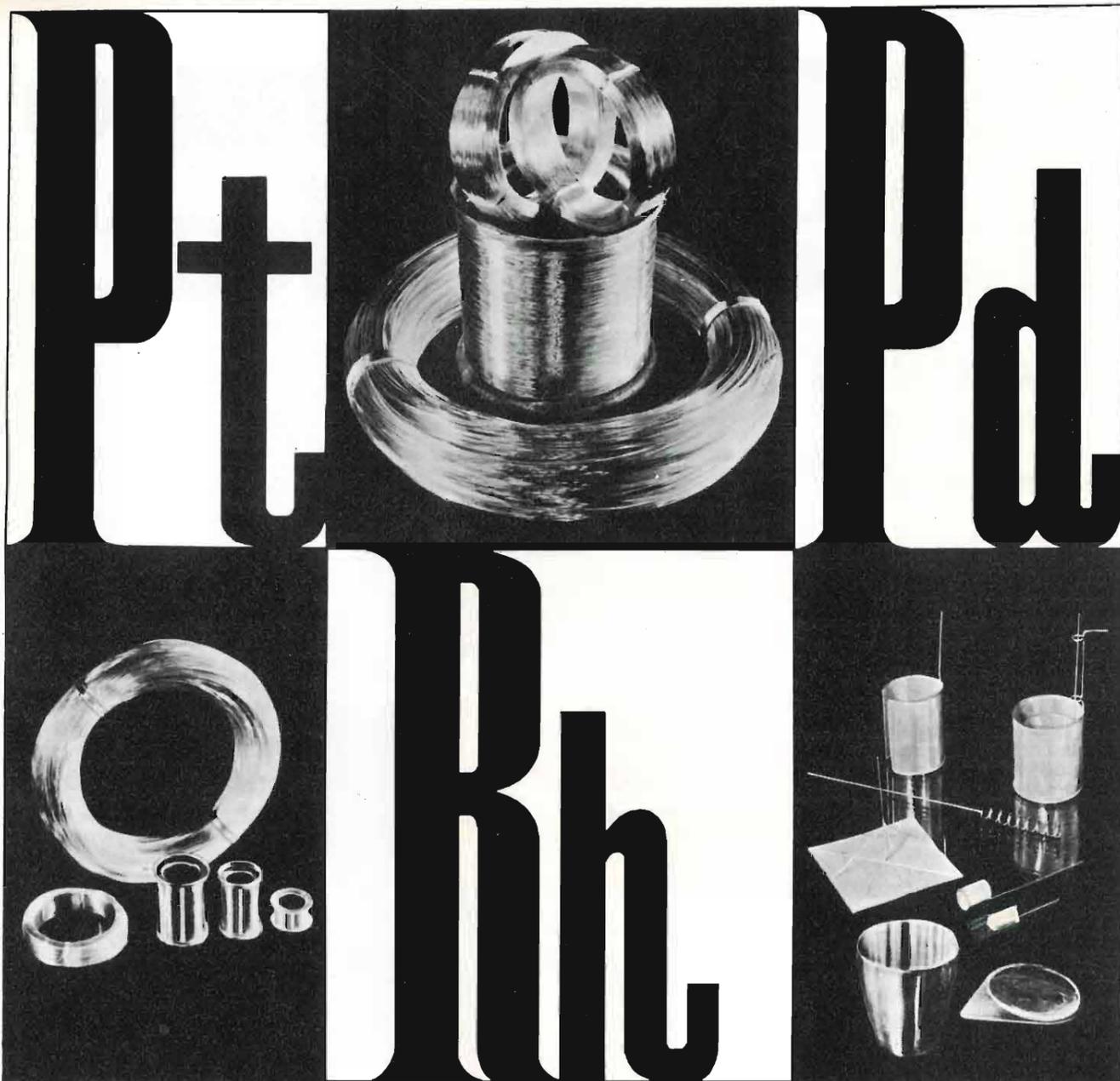
HEWLETT  PACKARD



racchiude le seguenti funzioni: oscillatore orizzontale, comparatore di fase, regolatore automatico del rapporto campo di aggancio/immunità al rumore, stabilizzatore di tensione, oscillatore verticale e generatore del dente di sega.

Le sue principali caratteristiche elettroniche sono: alta stabilità, ampio campo di aggancio, alta immunità ai disturbi. Inoltre, il TCA 511 vanta l'eliminazione del controllo esterno della frequenza, la possibilità di pilotare differenti tipi di stadi finali e la semplicità di allineamento.

Le sopracitate prestazioni, unitamente alle caratteristiche di affidabilità, di basso consumo ed ingombro limitato, fanno del TCA 511 un dispositivo vantaggioso per l'impiego in TV bianco e nero ed in particolare per televisori a piccolo schermo. (1604)



## V/O "ALMAZJUVELIREXPORT" PRINCIPII DI TV A COLORI

pubblicazione in 3 volumi raccolti in cofanetto L. 14.000

L'Autore ha ritenuto opportuno dividere il lavoro in due parti: i principi generali colorimetrici comuni a tutti i sistemi di trasmissione della TV in due volumi, riguardante in modo più specifico l'applicazione tecnica NTSC, PAL, SECAM. L'insieme dei problemi tecnici comuni è stato trattato nel primo volume di questa seconda parte, che tratta anche del sistema PAL, sempre della seconda parte, sono state più particolarmente studiate le specifiche che distinguono gli altri due sistemi.

ERI - EDIZIONI RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA  
via Arsenale 41 - 10121 Torino - via del Babuino 51 - 00187 Roma

metalli preziosi  
d'uso tecnico  
foglie di metallo  
precise ordinazioni.

**REXPORT**  
Tel.: 202-81-90 - Telex: 7125

## NOTIZIARIO

**CONTROLLO DEI PASSAPORTI MEDIANTE COMPUTER** — L'aeroporto di Francoforte sta automatizzando il controllo dei passaporti. Per controllare più a fondo le generalità di un passeggero, non sarà più necessario sfogliare il registro delle persone schedate. Basterà appoggiare il passaporto aperto — alla pagina dove sono registrate le generalità — su un supporto di vetro sotto il quale si trova una telecamera che a sua volta trasmette i dati contenuti nel passaporto al videoterminale installato in un locale adiacente e collegato direttamente all'elaboratore centrale della polizia investigativa federale. Il funzionario addetto al videoterminale invia i dati del passaporto al computer tramite una normale tastiera. Non appena ha avuto la risposta, la trasmette al funzionario dello sportello mediante segnali luminosi. Se la luce è verde, il passaporto viene restituito al passeggero, se è bianca intermittente, il funzionario deve voltare un'altra pagina del passaporto e fornire altre generalità; se invece la luce è rossa significa che la posizione del passeggero non è chiara e quindi interviene la polizia.

Il sistema realizzato dalla Siemens in collaborazione con la polizia investigativa e con le regioni federali dovrebbe entrare in servizio entro il 1973. Per allora sarà già pronto un archivio dati riguardanti i reati ed i rei. (1595)

**PLASMA ALLA TEMPERATURA DEL SOLE CONTRO L'USURA DEI METALLI** — Un trattamento che aumenta considerevolmente la resistenza di alcune parti dei calcolatori elettronici sottoposte a usura per attrito è stato messo a punto dalla IBM. Si tratta di un rivestimento ottenuto mediante diffusione di sostanze metalliche e ceramiche riscaldate ad altissima temperatura e accelerate a velocità supersonica in un «cannone a plasma».

Come è noto, il plasma è uno stato della materia (gassoso e a temperature di parecchie migliaia di gradi) in cui una notevole percentuale di atomi è scissa in elettroni liberi e ioni positivi. Ad esempio, sono plasmi i gas nelle lampade fluorescenti, nei tubi al neon e tra le punte di un arco elettrico.

Il metodo impiegato dai tecnici della IBM consiste nell'eccitare una miscela gassosa di argon e idrogeno mediante un potente arco elettronico contenuto nel «cannone». Questa miscela gassosa, mescolata con i materiali da depositare sulle parti sottoposte al trattamento, viene diffusa a una temperatura vicina a quella del sole mediante un getto incandescente. È quindi necessario raffreddare il «cannone» con un flusso di acqua sotto pressione mentre le parti trattate, pur trovandosi a pochi centimetri di distanza, rimangono a temperature che non richiedono particolari dispositivi di raffreddamento. Temperatura, pressione, intensità luminosa e rumore obbligano a tenere l'apparecchiatura in un locale isolato e visibile dall'esterno attraverso uno speciale cristallo oscurato come si vede nella fotografia riprodotta.

Il trattamento è oggi possibile con oltre duecento rivestimenti metallici e ceramici; ad esempio, impiegando ossido di cromo la durata di un pezzo a contatto con le schede perforate che passano in una unità IBM è stata aumentata di oltre quindici volte. Altre interessanti applicazioni sono previste per realizzare insolamenti elettrici particolarmente efficaci o, al contrario, per tracciare conduttori elettrici sopra vari supporti isolanti. (1606)

**FLUSSOMETRO A VORTICE DI NUOVA CONCEZIONE** — Lo «Hagan Ultrasonic Vortex Flowmeter», costruito dalla Westinghouse Electric Corporation, è un nuovo apparecchio in grado

di misurare il flusso di un liquido a mezzo della determinazione ultrasonica della perdita provocata da vortice, e di generare corrispondenti segnali (numerici e analogici) per la registrazione, conteggio complessivo e/o controllo dei dati. È caratterizzato da: massima velocità di flusso di 9,144 m/sec, corrispondenti a 302,8 ÷ 1.135,5 ÷ 2.649,5 litri/sec per apparecchi di misura da 2,54 ÷ 5,08 ÷ 7,62 cm; precisione di ± 1,27 cm/sec, condizioni di pressione e temperatura di 38,669 kg/mq a 176,7 °C; componenti tutti monolitici con assenza di parti mobili; impiego in liquidi puliti e omogenei con viscosità nella gamma di 0,5 ÷ 2 «centipoise». Data la sua speciale conformazione, è inerentemente lineare, ha una bassa perdita di pressione permanente e una vasta gamma di variazioni di flusso fino al rapporto di 30 a 1 con la precisione stabilita.

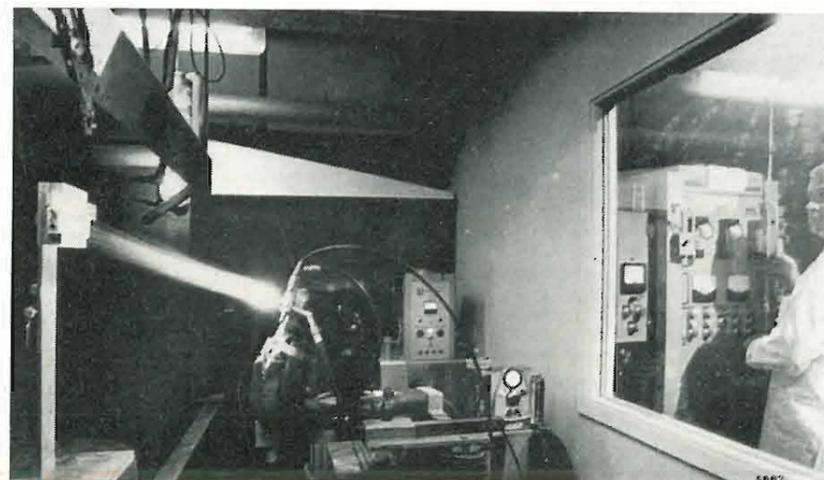
Il flussometro a vortice funziona in modo differente da qualsiasi altro apparecchio del genere. Un montante verticale in acciaio inossidabile, inserito nella corrente con l'asse perpendicolare alla direzione del flusso, crea a valle dei vortici che provocano la modulazione di un segnale ultrasonico diretto attraverso il fluido. Un trasmettitore-amplificatore monolitico inesplosibile controlla queste modulazioni e fornisce sia una frequenza d'impulso, sia una uscita analogica (corrente diretta di 4-20 mA). Le misurazioni non sono influenzate da variazioni di densità o di temperatura del fluido, né dalla conduttività di esso. L'apparecchio viene fabbricato in due modelli, uno con una sezione di flusso della lunghezza di 20 diametri e fabbricato in acciaio al carbonio con flange di 136 kg RF; l'altro del tipo piatto per installazione tra le stesse flange. (1603)

**GENERATORE DI SEGNALI DI DEFLESSIONE ORIZZONTALE E VERTICALE PER RICEVITORI TV** — Questo circuito monolitico al silicio SGS-ATES comprende sei delle funzioni di un ricevitore televisivo e richiede solo la metà dei componenti esterni utilizzati nella corrispondente soluzione a componenti discreti; inoltre, non impiegando bobine o trasformatori, è in grado di offrire prestazioni superiori.

Il dispositivo, denominato TCA 511, racchiude le seguenti funzioni: oscillatore orizzontale, comparatore di fase, regolatore automatico del rapporto campo di aggancio/immunità al rumore, stabilizzatore di tensione, oscillatore verticale e generatore del dente di sega.

Le sue principali caratteristiche elettriche sono: alta stabilità, ampio campo di aggancio, alta immunità ai disturbi. Inoltre, il TCA 511 vanta l'eliminazione del controllo esterno della frequenza, la possibilità di pilotare differenti tipi di stadi finali e la semplicità di allineamento.

Le sopracitate prestazioni, unitamente alle caratteristiche di affidabilità, di basso consumo ed ingombro limitato, fanno del TCA 511 un dispositivo vantaggioso per l'impiego in TV bianco e nero ed in particolare per televisori a piccolo schermo. (1604)



**MISURE DELL'INQUINAMENTO DELL'ARIA E DELL'ACQUA** — 1 - Una centralina (fig. 1) sviluppata e prodotta dalla Philips italiana, installata sul fiume Lambro in località Peregallo, alle porte di Milano, trasmette da qualche tempo, senza soluzione di continuità, tutti i parametri relativi allo stato di inquinamento del fiume utilizzando le possibilità offerte dalla chimica strumentale più evoluta.

Misure di conducibilità, concentrazione idrogenionica, potenziale di ossidazione, ossigeno disciolto; attività di ioni, torbidità, temperatura, radiazioni solari, livello ed altri dati, giungono ad un calcolatore elettronico che in tempo reale, « on-line », controlla il funzionamento e la taratura della centralina e tratta le informazioni secondo un modello che mette in correlazione le varie misure e dà gli allarmi.

Su questa base si pensa di poter realizzare a breve scadenza una rete regionale che controlli i livelli di inquinamento di tutte le acque di superficie. Tale rete sarà probabilmente costituita da decine di centraline di struttura modulare con possibilità di rapida sostituzione dei tre moduli fondamentali (sezione chimica, analitica e trasmissione dati).

2 - La produzione di energia, sia sotto forma di calore sia sotto forma di vapore, necessaria per far muovere i grandi e piccoli complessi industriali è una delle maggiori fonti di inquinamento atmosferico poiché essa avviene bruciando combustibili « poveri », cioè ad alto tenore di zolfo. Ed è proprio lo zolfo, o meglio un composto derivante dalla combustione (l'anidride solforosa, SO<sub>2</sub>) l'inquinante più presente nell'atmosfera che circonda le zone industrializzate.

I sistemi oggi possibili per eliminare o per rendere innocuo questo tipo di inquinamento sono essenzialmente due: utilizzare per la produzione di energia oli combustibili a basso tenore di zolfo; costruire camini di notevole altezza in modo che le emissioni di fumo vengano disperse a quote elevate ricadendo così diluite — e quindi meno dannose — su zone molto vaste.

Entrambi i sistemi presentano però « controindicazioni » che li rendono difficilmente applicabili. Per quanto riguarda i combustibili a basso tenore di zolfo, la loro disponibilità è assai bassa; inoltre il loro prezzo è molto elevato.

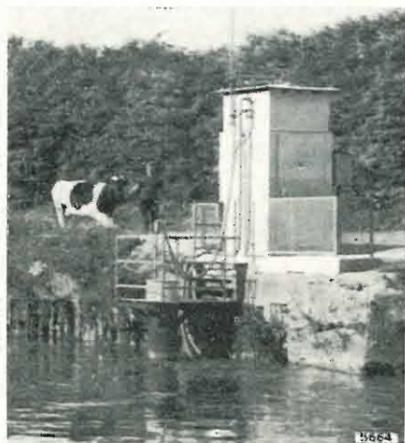


Fig. 1



Fig. 2

Per quanto riguarda l'altezza dei camini, i problemi che s'incontrano sono di due tipi: uno pratico, relativo alla loro costruzione (inconvenienti di vario tipo, tra cui non ultimo il pericolo rappresentato per la navigazione aerea) e uno di origine atmosferica, l'inversione termica che li renderebbe inutili. L'inversione termica è il fenomeno per cui in quota si ha una temperatura superiore a quella nelle vicinanze del suolo. Ciò imprigiona i fumi nella zona sottostante. Non è poi possibile prevedere quando si avrà una inversione termica per cui il fenomeno coglie sempre di sorpresa.

Questa premessa è necessaria per presentare una realizzazione della Philips a Ravenna, dove sorgono gli stabilimenti petrolchimici dell'ANIC, una società del gruppo ENI. Per il controllo del tasso di anidride solforosa presente nell'atmosfera è stata installata una rete di 6 sensori (analizzatori automatici) che sorvegliano un'area di 60 chilometri quadrati. I sensori sono sistemati in piccole casematte di cemento armato la cui localizzazione è stata scelta dopo un lungo studio del regime dei venti. La loro funzione è quella di « annusare » l'aria 24 ore su 24 ore e stabilire qual è la concentrazione di anidride solforosa momento per momento. Queste apparecchiature sensibilissime (rilevano variazioni di SO<sub>2</sub> fino a 4 parti per miliardo) trasmettono i dati alla Sala centrale di controllo inquinamento ubicata nell'edificio direzionale dello stabilimento ANIC. Qui un minicalcolatore Philips di processo (fig. 2), li « elabora » e fornisce, in tempo reale attraverso una funzione di tendenza dell'inquinamento, il quadro della situazione relativa alla zona sotto controllo.

Se avviene un'inversione termica l'anidride solforosa, non più dispersa nell'atmosfera, si concentrerà e ricadrà verso terra. La variazione sarà immediatamente captata dall'analizzatore che darà l'allarme trasmettendo il dato alla Sala di controllo. Se il segnale d'allarme che si è acceso su un grande tabellone luminoso indica una situazione di pericolo, scatterà un piano di emer-

genza consistente nella sostituzione del normale olio combustibile con olio a basso tenore di zolfo di cui esiste una scorta. L'alimentazione delle caldaie con l'olio normale avverrà soltanto quando la situazione di pericolo sarà passata.

La rete di centraline Philips installate dall'ANIC di Ravenna è in funzione da circa un anno. È invece più recente la notizia di un accordo ANIC-ENEL per l'ampliamento della zona controllata nel Ravennate. Infatti l'ENEL, per la sua centrale termoelettrica di Ravenna, poco lontana dallo stabilimento ANIC, utilizza combustibili normali, e quindi inquinanti. L'accordo prevede che venga messa sotto controllo una zona di 100 chilometri quadrati. Se anche le altre industrie presenti nella zona (tra cui un grande complesso di raffinazione privato) si assoceranno all'iniziativa dell'ANIC, la zona industriale di Ravenna sarà la prima in Italia a disporre di un efficace scudo anti-inquinamento.

3 - Da qualche tempo lunghi processi chimici vengono sostituiti, in vari settori di applicazione, dalle analisi a mezzo raggi X, più rapide e più precise: recentissima è la loro utilizzazione nelle indagini sull'inquinamento atmosferico.

L'organizzazione meteorologica mondiale ha creato una rete di stazioni che, da vari punti della Terra, controllano le variazioni che subentrano, a lungo termine, nella composizione dell'atmosfera. Nella Germania Federale la stazione pilota si trova sullo Schauinsland (Foresta Nera), una località a circa 1.300 metri di altezza. Tale stazione coordina, inoltre, i lavori dell'intera rete tedesca dei punti di rilevamento e fornisce al centro di calcolo dell'Istituto Tecnico di Darmstadt, gran parte dei dati che vengono registrati con una stampante numerica, riportati su schede perforate e quindi elaborate.

Per mezzo dello spettrometro sequenziale Siemens a raggi X, SRS, è possibile eseguire l'analisi per spettrometria dei raggi X di fluorescenza dei

reperiti raccolti mediante l'attrezzatura « aerosol » installata sullo Schauinsland. I singoli campioni, costituiti da precipitati e aerosol depositati su carta da filtro, vengono eccitati da raggi X ad elevata intensità; un cristallo scompone la radiazione nel suo spettro: dalla posizione angolare delle linee spettrali è possibile stabilire la composizione del campione, mentre dalle intensità delle singole linee si risale alla percentuale dei vari elementi presenti. È possibile la programmazione per l'analisi automatica da un minimo di 9 a un massimo di 36 elementi.

Queste analisi aprono anche altre interessanti possibilità di impiego. Ad esempio si prendono in esame problemi di salvaguardia della natura e del patrimonio artistico come il deposito di impurità dell'aria sulla superficie delle acque. Inoltre i livelli d'inquinamento atmosferico misurati, per anni, da una rete di stazioni nelle regioni del Kaiserstuhl e del Palatinato sono serviti da punti di partenza per uno studio epidemiologico da parte dell'Ufficio Federale d'Igiene e Sanità. Altre ricerche riguardavano la distribuzione del piombo, del monossido di carbonio e dei composti di zolfo nella zona di Friburgo.

4 - In pieno centro di Torino, in un sottoportico fra via S. Teresa e piazza S. Carlo, la Fiat ha installato una apparecchiatura mobile per il rilievo dell'inquinamento atmosferico. Data la località del rilievo, lontana dalle fabbriche, l'inquinamento rilevato è da ritenersi prevalentemente dovuto al riscaldamento delle abitazioni nei mesi invernali e alla circolazione automobilistica. I rilievi fatti durante lo scorso inverno denunciarono un inquinamento piuttosto elevato che superava quasi costantemente, e spesso di molto, i limiti imposti in California. Sembra tuttavia opportuno osservare che attorno al grosso contenitore delle apparecchiature erano disposte quattro stufe a gas che probabilmente erano in parte responsabili dell'inquinamento rilevato da ossido di carbonio e che il confronto con la California, ove il clima più mite richiede minore consumo di combustibile per il riscaldamento delle abitazioni, non appare come un confronto a parità di condizioni. (1608)

**IL REGOLO CALCOLATORE ELETTRONICO** — Il regolo calcolatore elettronico portatile SR-10 della Texas Instruments illustrato in figura 1 è un prodotto che consente di eseguire tutte le operazioni del regolo calcolatore manuale, compresa la « notazione esponenziale », con il vantaggio di una velocità molto più elevata e di una maggiore precisione.

Oltre alle quattro operazioni di base, somma (+), sottrazione (—), moltiplicazione (×), divisione (÷) il regolo effettua il calcolo dei numeri inversi (1/x), l'elevazione al quadrato (x<sup>2</sup>) e la radice quadrata di qualsiasi numero ( $\sqrt{x}$ ); indica inoltre il vero risultato della partita doppia (bilancio); cioè i numeri negativi contrassegnati dal segno negativo (per esempio: — 12,34 invece del completamento 999.987,66).

Ogni volta che il risultato del calcolo eccede le otto cifre, l'apparecchio automaticamente trasporta il risultato a



Fig. 1

notazione esponenziale. Con tale tipo di notazione l'SR-10 può calcolare numeri positivi e negativi grandi fino a 9.9999999 × 10<sup>99</sup> e piccoli fino a 1.0000000 × 10<sup>-99</sup>, cioè con una escursione di circa 220 decadi.

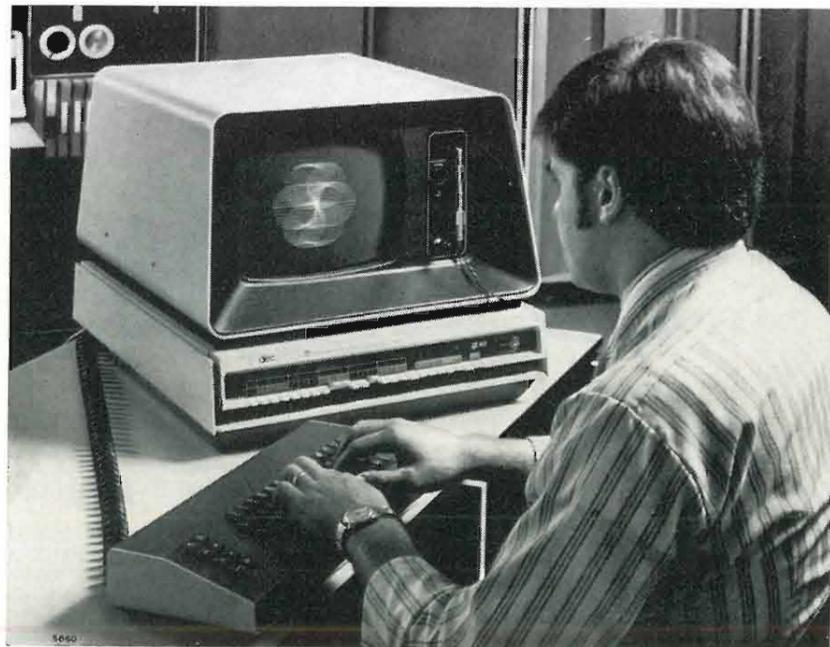
La notazione esponenziale può essere ottenuta in qualsiasi momento premendo il tasto (EE). Con il tasto



Fig. 2

(+/-) si cambia di segno il risultato; con il tasto = si ottiene il risultato; con il tasto C si cancella tutto; con il tasto CD si cancella solo l'ultima cifra impostata.

Il dispositivo è alimentato da tre batterie al nichel-cadmio a carica veloce che consentono un'autonomia da



5 a 7 ore. Quando la carica è insufficiente appare una L all'estrema sinistra del visualizzatore. Un caricatore, alimentato dalla rete, sia a 110 V 60 Hz, sia a 220 V 50 Hz, è fornito con lo strumento e ricarica la batteria in circa 3 ore. L'uso dell'apparecchio è consentito anche durante la ricarica delle batterie che non vengono mai caricate oltre il limite massimo consentito.

L'indicatore luminoso a 12 cifre, illustrato in figura 2, è del tipo a diodi ad emissione di luce (LED) di color rosso vivo. Dopo il primo segno che indica il corretto funzionamento dell'apparecchio (L se le batterie hanno carica insufficiente) vi è una mantissa, con punto decimale di otto cifre, un segno + o — dell'esponente ed un esponente a due cifre.

Al fine di prolungare la durata della batteria quando un calcolo viene momentaneamente interrotto, tutte le cifre del visualizzatore eccetto l'ultima a destra si spengono dopo 15 secondi. Il risultato dell'ultimo calcolo in corso riappare premendo il tasto (=). Per far riapparire una cifra impostata o un'impostazione parziale è sufficiente premere il tasto del punto decimale (.) (1599)

**TERMINALE GRAFICO VIDEO** — Un nuovo terminale grafico video a basso costo basato su un tubo a raggi catodici da 12 pollici (vedi figura) connesso ad un minielaboratore è stato annunciato recentemente dalla Digital Equipment Corporation con la sigla GT40.

Per esso sono stati previsti come dotazione normale una penna-luce, una tastiera ASCII, una speciale interfaccia seriale di comunicazione a 32 simboli speciali per l'impiego in campo matematico e scientifico.

Il GT40 può essere utilizzato sia come un sistema grafico video sia come un terminale remoto d'interazione con vari tipi di elaboratori connessi di volta in volta. Esso si prospetta di particolare interesse nei settori ricerca/progetto in ingegneria e architettura (1602)

**GLI AMPLIFICATORI IBRIDI PER LA "MAIN AERIAL TELEVISION"**

— La Philips Elcoma di Eindhoven ha annunciato una nuova famiglia di amplificatori ibridi a larga banda. I dispositivi OM 175, OM 180, OM 190 sono stati espressamente progettati per amplificatori d'antenna per la MATV (Main Aerial Television). I nuovi amplificatori ibridi, dotati di buona linearità a basso rumore sull'ampia banda passante 40-890 MHz, offrono al progettista una scelta di tre diverse caratteristiche soddisfatte mediante i tipi OM 180, OM 185 e OM 190. Per applicazioni MATV, accoppiando tre amplificatori OM 185 a un amplificatore di linea OM 175 mediante un OM 182, si ottiene un guadagno di 40 dB e un coefficiente di rumore tipico di 4 dB.

Questi amplificatori a larga banda, oltre che per il settore televisione, sono perfettamente indicati per stadi F.I. dei sistemi radar, per oscilloscopi di alta frequenza e per analizzatori di spettro.

I nuovi amplificatori ibridi a larga banda sono stati introdotti per contenere l'aumento dei costi di assemblaggio degli amplificatori d'antenna di progetto convenzionale. Ridotte dimensioni, elevata affidabilità e semplicità di manutenzione sono caratteristiche ottenibili mediante il processo ibrido. Il processo di produzione in serie riduce inoltre il costo dei singoli moduli.

(1578)



5665

**CAMPIONE NUMERICO DI TENSIONI** — Precisione dell'0,003%, stabilità dello 0,001%, regolazione dello 0,0002%, uscita da 0,000000 a 999,999 Vcc, programmabilità manuale o in

codice BCD, sono le caratteristiche salienti della nuova sorgente numerica di precisione per tensioni continue modello M106, prodotta dalla Systron Donner (rappresentante Vianello S.p.A., Milano) ed illustrata nella fotografia riprodotta.

A cosa può servire? Innanzitutto come calibratore o campione secondario di tensione continua, come convertitore numerico-analogico ad elevata risoluzione (6 cifre), alta tensione d'uscita, eccellente isolamento (100 dB tra entrata ed uscita) e grande stabilità. Altro suo principale uso è quello in sistemi di prova o collaudo controllati da elaboratore. Può inoltre essere usato quale interfaccia ideale a basso costo per operazioni per e da elaboratore: immissione dati provenienti da elaboratore per effettuare registrazioni ana-

logiche. Un'altra valida applicazione può essere quella di utilizzarlo come divisore e moltiplicatore programmabile: in tal caso l'uscita sarà XY/10 dove X è un'entrata analogica e Y è l'entrata programmata manualmente o in codice BCD. L'uscita sarà sempre disponibile, sia sotto forma analogica, sia numerica. (1607)

**SCARTI DEI SEGNALI DI TEMPO DELL'ISTITUTO ELETTROTECNICO NAZIONALE (IEN)**

(V. n. 2, 1973, pag. 78)

MARZO 1973			APRILE 1973		
a	b	c	a	b	c
3		-613,1	2		-507,7
8	+4,7	-596,2	7	+5,0	-489,9
13		-597,0	12		-472,4
18	+5,2	-561,5	17	+5,3	-455,1
23		-543,7	22		-438,0
28	+5,0	-525,8	29	+5,7	-420,9

a) Giorni del mese; b) Scarti di tempo TUC (IEN) - TUC (BIH) in  $\mu s$  (nella tabella precedente), per errore, si è stampato ms, anziché  $\mu s$ . c) Scarti di tempo TUC (IEN) - TU1 (BIH) in ms. (1624)



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

SPS 223/05

**CAVI ELETTRICI**



**alfacavi S.p.A.**

Capitale sociale L. 3.250.000.000 interamente versato

**DIREZIONE GENERALE  
AMMINISTRAZIONE  
15028 QUATTORDIO (Alessandria)**

**CAVI PER TRASPORTO ENERGIA:**

- Isolati con carta impregnata da 1000 a 45.000 Volt di esercizio.
- Isolati con materiale termoplastico speciale «SINTALFA» da 1000 a 20.000 Volt di esercizio.
- Isolati con mescole speciali «SOLIDALFA» a base di elastomero Etilene-Propilene, qualità G<sub>s</sub>, da 1000 a 66.000 Volt di esercizio.

**CAVI TELEFONICI urbani ed interurbani:**

- Isolati con carta e aria secca a coppie e a quarte nei tipi concentrici, a gruppi e settoriali.
- Isolati con polietilene a coppie e a quarte.
- Isolati con materiale termoplastico per centrali, impianti interni, cablaggio.
- Cavi coassiali e microcoassiali.

**UFFICIO VENDITE E DEPOSITO**

MILANO - Via Belinzaghi, 15  
Telefoni 6886316 - 6886340  
Telegr. ALFACAVI - MILANO  
Telex: 33483 ALFACAVI

**STABILIMENTO DI QUATTORDIO**

(AL) Telef. 771384 - 771151 (5 linee)  
Telegr. ALFACAVI - QUATTORDIO  
Stazione Ferrov.: FELIZZANO  
Telex: 21470 ALFACAVI

**STABILIMENTO DI AIROLA**

(BN) Telefono 51157 - 51391  
Telegr. ALFACAVI - AIROLA  
Stazione Ferrov.: CASERTA  
Telex: 71372 ALFACAVI

# I segnali "difficili" memorizzati qui!

L'oscilloscopio Hewlett-Packard Modello 184 vi mette in grado di vedere e "fermare" i segnali "difficili". In questo modo potete studiare a piacimento direttamente sullo schermo anche quelle tracce che di solito, per essere guardate con calma, avrebbero dovuto essere fotografate.

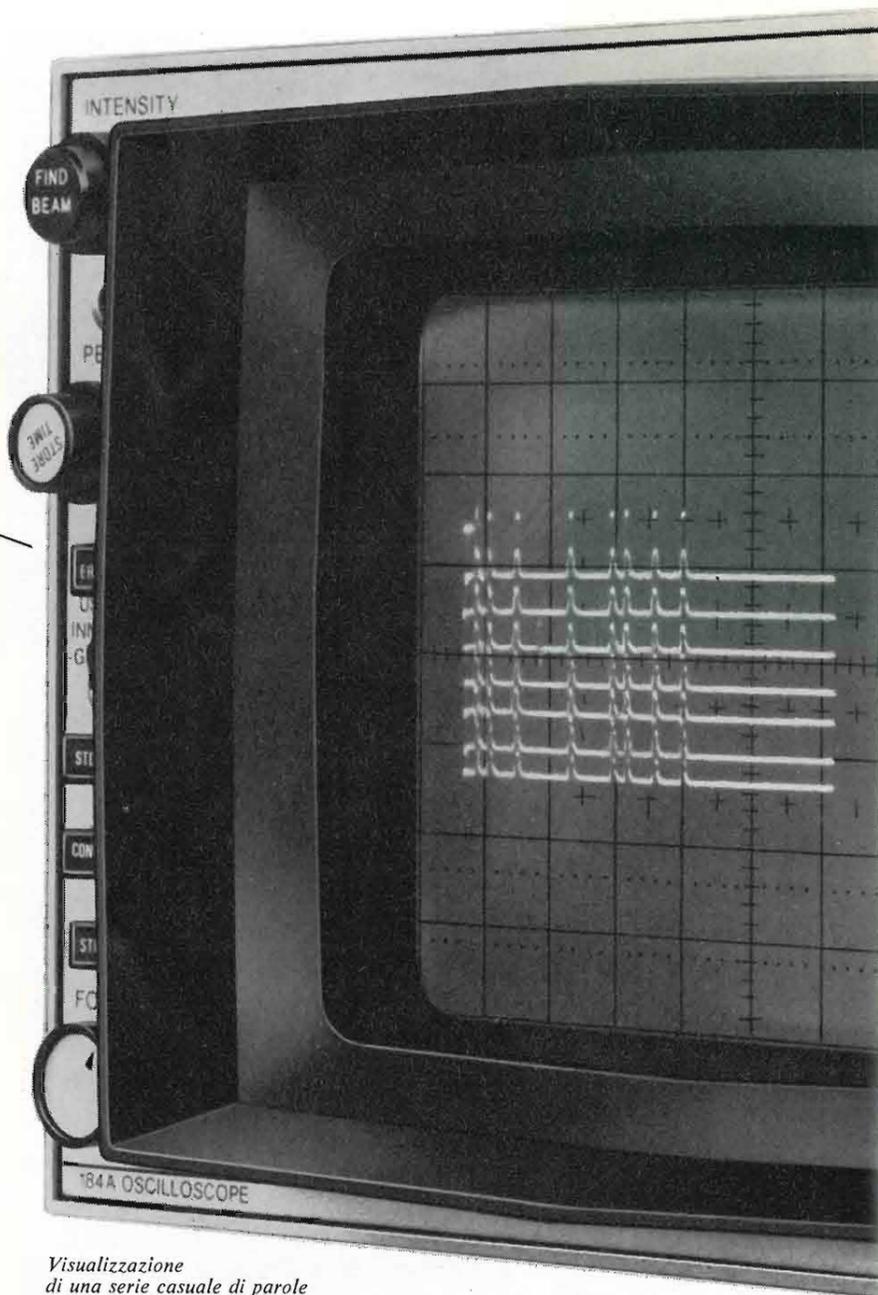
Infatti sul Modello 184 è possibile "tenere" l'immagine per più di 30 minuti. E in più, questa versatile novità HP ha la persistenza variabile, il che vi permette di vedere, senza noiosi sfarfallii, le forme d'onda a variazione lenta.

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.

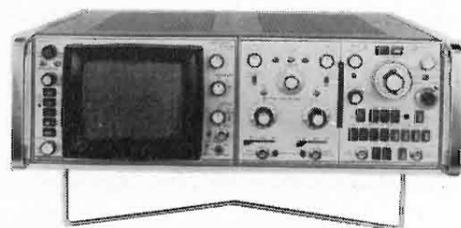
Benchè sia straordinariamente nuovo, il Modello 184 viene da una industria che produce oscilloscopi a persistenza variabile da più di 10 anni. Questo può dimostrarvi quello che intendiamo quando parliamo di affidabilità: è un concetto che migliaia di utenti soddisfatti dei nostri oscilloscopi hanno già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

**HEWLETT  PACKARD**

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



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



## Volete sapere tutto sul Modello 184?

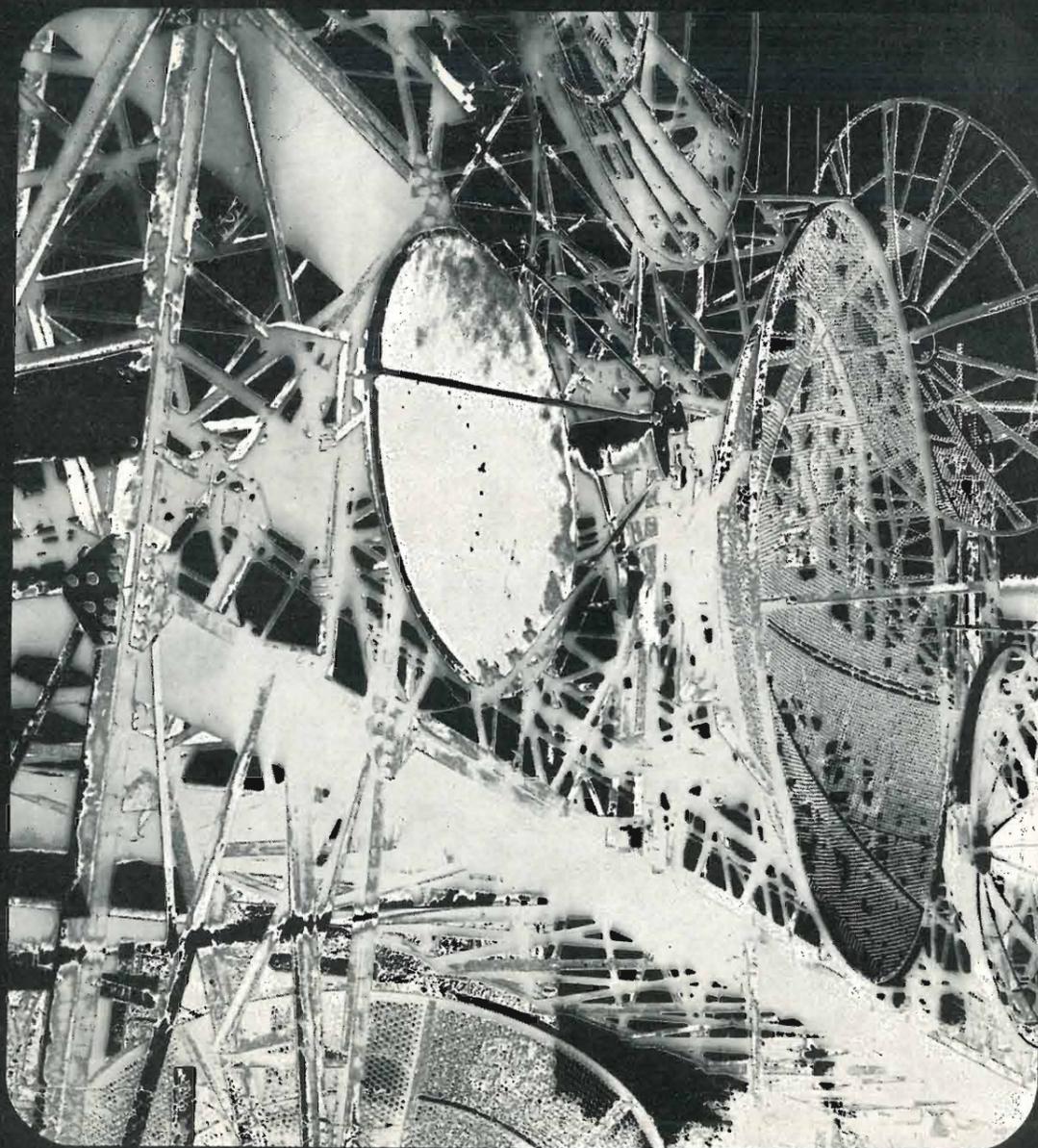
Per una documentazione completa,  
scriveteci, sulla carta intestata  
della vostra ditta.  
Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
Via A. Vespucci, 2 - 20124 Milano  
Tel. 62.51

# 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 CAPACITÀ;  
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 ATTIVITÀ SPAZIALI

## LIBRI E PUBBLICAZIONI

ANDRONICO A., BOZZO U., DE GIORGIO A., GALLIGANI I., MARCONI R., NERVEGNA E., PROVENZANO G., REFICE M.: **Principi di informatica.** « Zanichelli », Bologna 1973.

Un volume di x + 306 pagine, formato cm 18,5 x cm 23, con numerose figure e tabelle.

Prezzo lire italiane 3000

ANDRONICO A., BELSKY V., BOZZO U., DE GIORGIO A., DE PRÀ R., GALLIGANI I., MARCONI R., NERVEGNA E., PROVENZANO G., REFICE M.: **Scienza degli elaboratori.** « Zanichelli », Bologna 1973.

Vol. I: XII + 330 pagine, formato cm 17 x cm 24, con numerose figure e tabelle.

Prezzo lire italiane 3200

Vol. II: XII + 388 pagine, formato cm 17 x cm 24, con numerose figure e tabelle.

Prezzo lire italiane 3800

I tre volumi sono stati coordinati da A. Siciliano.

I due testi sono stati realizzati con il contributo di diversi specialisti sotto il coordinamento di un « editor »: soluzione abbastanza diffusa per le pubblicazioni in lingua inglese, piuttosto rara in quelle italiane, che presenta nel caso specifico il pregio di poter affidare a persone competenti i vari aspetti dell'informatica, che non è più possibile considerare un'unica scienza ma piuttosto un corpo di discipline ormai piuttosto differenziate.

I rischi di questa soluzione stanno sostanzialmente nella possibilità di disorganicità di approcci ai vari argomenti, di disuniformità di livello di trattazione, di non completa copertura dei temi più importanti: inconvenienti che nei due testi non si sono verificati se non in minima parte, per merito evidentemente di una attenta opera di coordinamento e dell'affiatamento dei co-autori.

Le due opere, sostanzialmente parallele come struttura, si differenziano per il diverso approfondimento degli argomenti, che trovano maggiore spazio nei due volumi di « Scienza degli Elaboratori » rispetto a quello di « Principi di informatica »; quest'ultimo è evidentemente diretto a lettori meno preparati.

Se una critica si può fare a questa impostazione è che nel confronto fra i due testi alcuni capitoli appaiono trasferiti dall'uno all'altro per ampliamento o per decurtazione in modo non sempre felice.

Da rilevare inoltre che le apprezzabilissime bibliografie poste alla fine di ogni capitolo del testo « Scienza degli Elaboratori » a beneficio di chi voglia approfondire la materia non sono state riportate nel testo più ridotto.

Per quanto concerne la realizzazione tipografica, assolutamente decorosa, spiace far rilevare una certa difficoltà di distinguere le didascalie delle figure, in particolare dei diagrammi di flusso, dal testo.

Nonostante le lievi pecche accennate sopra, i due testi vanno considerati nel complesso come un riuscito tentativo di panoramica a largo spettro — e in molti capitoli si riscontra un intento formativo del lettore, veramente lodevole — in una forma accessibile e indovinata anche dal punto di vista didattico, ad uso delle persone che vogliono accostarsi ai « Principi di Informatica », o di quelle che già li posseggono e vogliono organizzarli in una « Scienza degli Elaboratori ».

I titoli dei capitoli dei tre volumi e le pagine d'inizio di ciascuno di essi sono i seguenti:

**Principi di informatica:** Cap. 1°: Gli algoritmi (p. 3); Cap. 2°: L'aritmetica del calcolatore (p. 35); Cap. 3°: L'hardware (p. 57); Cap. 4°: Linguaggio assembler e assembleri (p. 99); Cap. 5°: Introduzione alla teoria dei linguaggi evoluti, cenni sui compilatori (p. 135); Cap. 6°: Sistemi operativi (p. 153); Cap. 7°: Elaborazione a distanza. Il tempo reale (p. 255); Cap. 8°: Il time-sharing (p. 267).

**Scienza degli elaboratori - Vol. I:** Gli algoritmi (p. 3); Cap. 2°: L'aritmetica del calcolatore (p. 69); Cap. 3°: L'hardware (p. 105); Cap. 4°: Linguaggio assembler ed assembleri (p. 159); Cap. 5°: Introduzione alla teoria dei linguaggi. Un esempio di linguaggio evoluto (p. 159); Cap. 6°: I compilatori (p. 261).

**Scienza degli elaboratori - Vol. II:** Cap. 1°: I sistemi operativi (p. 3); Cap. 2°: Elaborazione a distanza. Il tempo reale (p. 77); Cap. 3°: Il time-sharing (p. 143); Cap. 4°: Il basic, un linguaggio per il time-sharing (p. 209); Cap. 5°: Il sistema H 6050 della Honeywell (p. 273); Cap. 6°: Il sistema 370 IBM modello 145 (p. 305); Cap. 7°: Il sistema 1108 Univac (p. 345).

(1626)

M. G.

DUPRAZ J.: **Théorie de la communication.** « Eyrolles Ed. », Parigi 1973.

Un volume di 296 pagine, formato cm 15,5 x cm 24, con 144 figure.

Prezzo franchi francesi 118

Il testo tratta la teoria generale di sistemi di comunicazione da un punto di vista essenzialmente matematico, presentando però l'analisi di problemi che hanno aderenza con la realtà.

È un'opera essenzialmente teorica, per la lettura della quale è necessaria una certa preparazione: il testo richiama all'inizio gli elementi essenziali sui quali si basa la successiva trattazione: nozione di segnale, spettro di potenza; funzione di autocorrelazione, filtraggio lineare. Dopo queste premesse sono considerati il canale di trasmissione, il ricevitore ottimo, la probabilità di errore: viene seguita la linea della teoria generale dell'informazione di Shannon.

Il volume termina con l'analisi di vari sistemi di modulazione: a portante utilizzata, a portante soppressa, a banda laterale unica, con modulazione di frequenza, di fase, numerica e via dicendo.

Il quadro presentato può dirsi quanto mai vasto e prospetta al lettore un ampio insieme di svariate nozioni che lo possono aggiornare sull'aspetto più avanzato della teoria della comunicazione: la lettura del libro richiede però una certa preparazione ed un insieme di conoscenze per cui il testo non può essere considerato senz'altro di prima lettura.

Ecco l'elenco dei capitoli in cui è diviso il volume:

Cap. 1°: Nozioni di segnale deterministico e di filtro lineare (p. 19); Cap. 2°: Nozioni di segnale aleatorio e di rumore (p. 49); Cap. 3°: Teorema di campionamento (p. 103); Cap. 4°: Comunicazione mediante una sorgente discreta (p. 116); Cap. 5°: Teoria del ricevitore discreto ottimo (p. 133); Cap. 6°: La formula di Shannon (p. 157); Cap. 7°: Modulazioni analogiche lineari (p. 170); Cap. 8°: Modulazioni analogiche non lineari (p. 195); Cap. 9°: I sistemi di telemisura a multiplex di frequenza (p. 224); Cap. 10°: Le trasmissioni a modulazione impulsiva codificata (p. 242).

(1625)

G. S.

### ERRATA-CORRIGE

A pagina 115 del numero 3 di « Elettronica e Telecomunicazioni » il cognome di uno degli autori è errato, si legga:

CECCONELLI A. (anziché CECCARELLI A.), GAGLIARDI D., VALLESE F.: **Fondamenti di telefonia...** (L'errore è ripetuto nel frontispizio a pag. 81).

## THOMSON-CSF tubi e cavità VHF/UHF per ripetitori TV



**oltre 10 anni  
di esperienza  
e di costante  
progresso  
tecnico...**

... per mettere a Vostra disposizione la più vasta gamma di tubi e cavità per ripetitori VHF/UHF, da 50 W fino a 2 kW.

Tipo di funzionamento	Tipo di cavità	Tubo	Potenza di uscita W	Guadagno dB
VHF Classe A	TH 18122	TH 328	100	20
	TH 18124	TH 298	1000	14
	TH 18126	TH 361	2000	13
UHF Classe A	TH 18161	TH 326	50	20
	TH 18162	TH 328	100	20
		TH 338	200	17
	TH 18165	TH 331	1000	14
	TH 18166	TH 390	2000	14



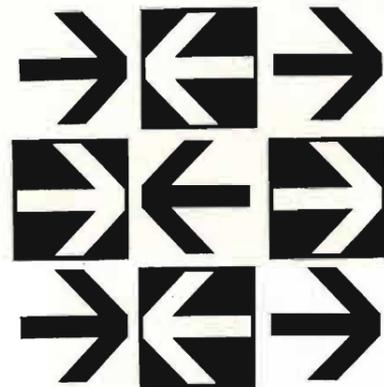
**THOMSON-CSF**

THOMSON-CSF TUBI ELETTRONICI SRL  
VIALE DEGLI AMMIRAGLI 71  
ROMA / TEL. 638 14.58

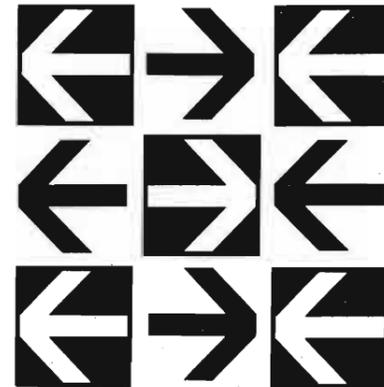
SIP Società Italiana per l'Esercizio Telefonico p. a.



Le reti di telecomunicazioni per la elaborazione elettronica a distanza



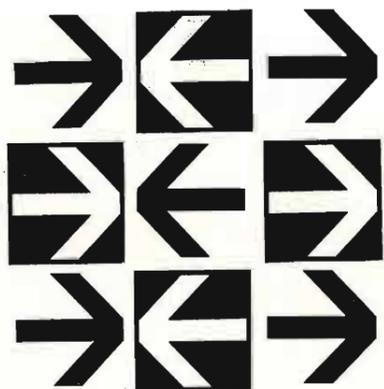
SER  
VI  
ZIO  
TRAS  
MIS  
SIONE  
DATI



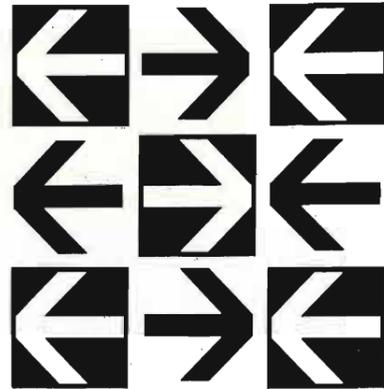
■ Scambio di informazioni a distanza ad alta velocità tra elaboratori e terminali per dati

■ 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



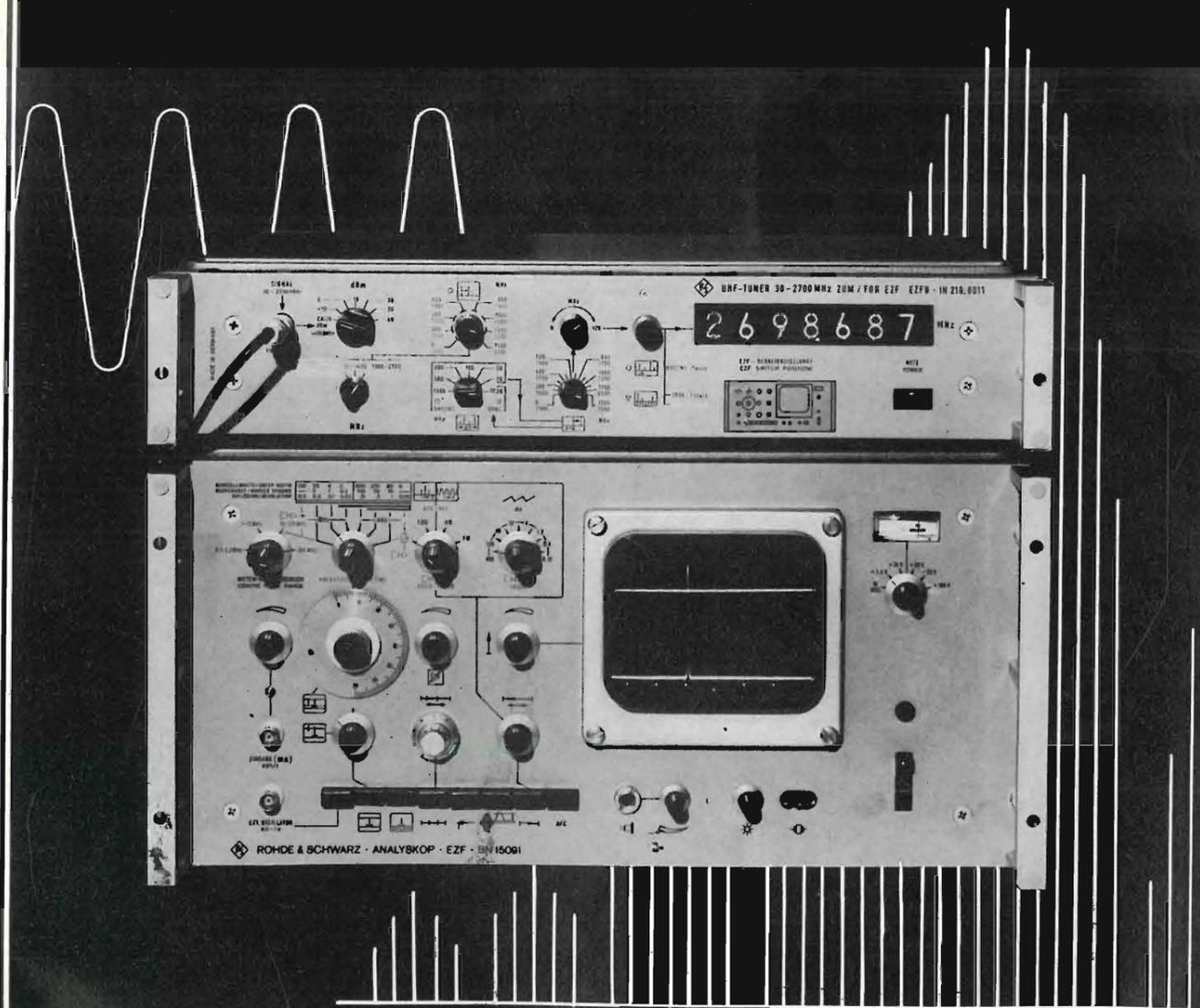
Le sedi della SIP sono a disposizione dell'utenza per informazioni preventivi progetti



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



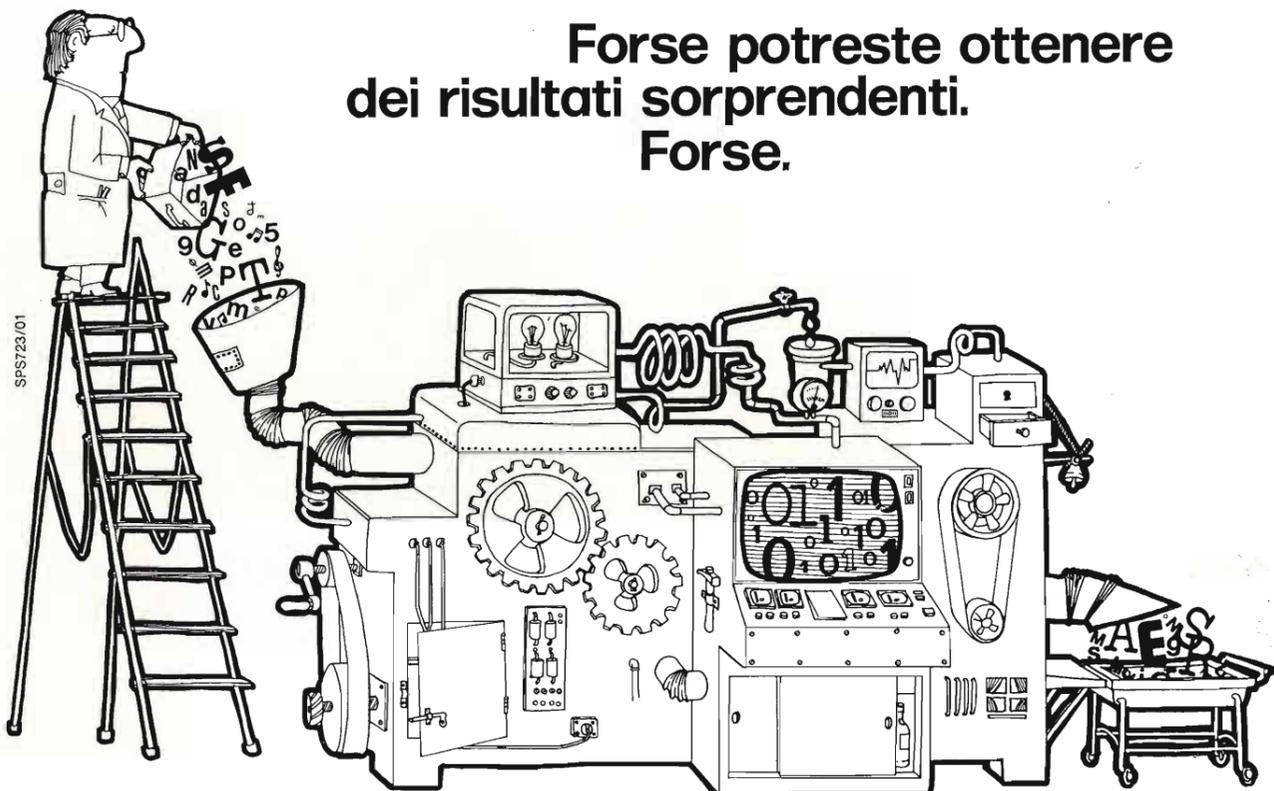
Rappresentanza Generale per l'Italia:

**Ditta ING. OSCAR ROJE**

20147 MILANO - Via S. Anatalone, 15 - Telef. 41.54.141/2/3

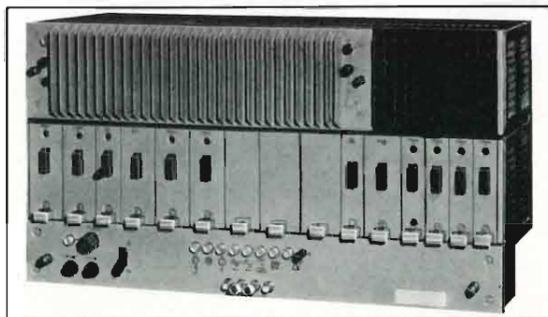
Telegr.: INGOROJE - MILANO ♦ Telex: 33050 TELEROJE

00187 ROMA - Via di P. Pinclana, 4 - Telef. 480.029 - 465.630



Forse potreste ottenere  
dei risultati sorprendenti.  
Forse.

## PCM 120/MS



Sistema di trasmissione su cavo di 120 canali fonici, che utilizza la tecnica della moltiplicazione sincrona per affa-

sciare bit per bit 4 gruppi primari di 30 canali modulati a codice di impulsi.

- \* velocità di trasmissione: 8,448 Mbit/s
- \* lunghezza dei collegamenti: 80 km
- \* guadagno dei rigeneratori: 80 dB (di 10.000 volte).

Noi non offriamo incertezze ma un sistema progettato e costruito secondo gli orientamenti della tecnica piú moderna, in grado di soddisfare le esigenze di servizio piú avanzate quali:

- \* trasmissione dati ad altissima velocità
- \* trasmissione di canali videotelefonici
- \* trasmissione di programmi musicali stereofonici Hi-Fi



**SOCIETA' ITALIANA  
TELECOMUNICAZIONI SIEMENS s.p.a.**

20149 Milano - piazz.le Zavattari, 12 - tel. (02) 4388.1

## RIVELATORE DI DIFETTI PORTATILE A EMISSIONE X PERIODICA



### modello RINA-1D

per controlli non distruttivi di vari materiali in qualsiasi condizioni fuori laboratorio;

per costruzione di gas-oleodotti, di navi in cantiere, di reti di comunicazione sotterranee.

Può impiegarsi per il controllo di produzione in officine e laboratori, per esame di vari giunti saldati e brasati, di circuiti miniaturizzati, di assemblaggio di insiemi meccanici miniatura.

Pesa solo 5 kg., è sicuro e di semplice funzionamento.

Lo spessore massimo controllabile dell'acciaio è di 20 mm.

L'alta frequenza d'impulsi (15 ÷ 20 Hz) riduce notevolmente la durata d'esposizione.

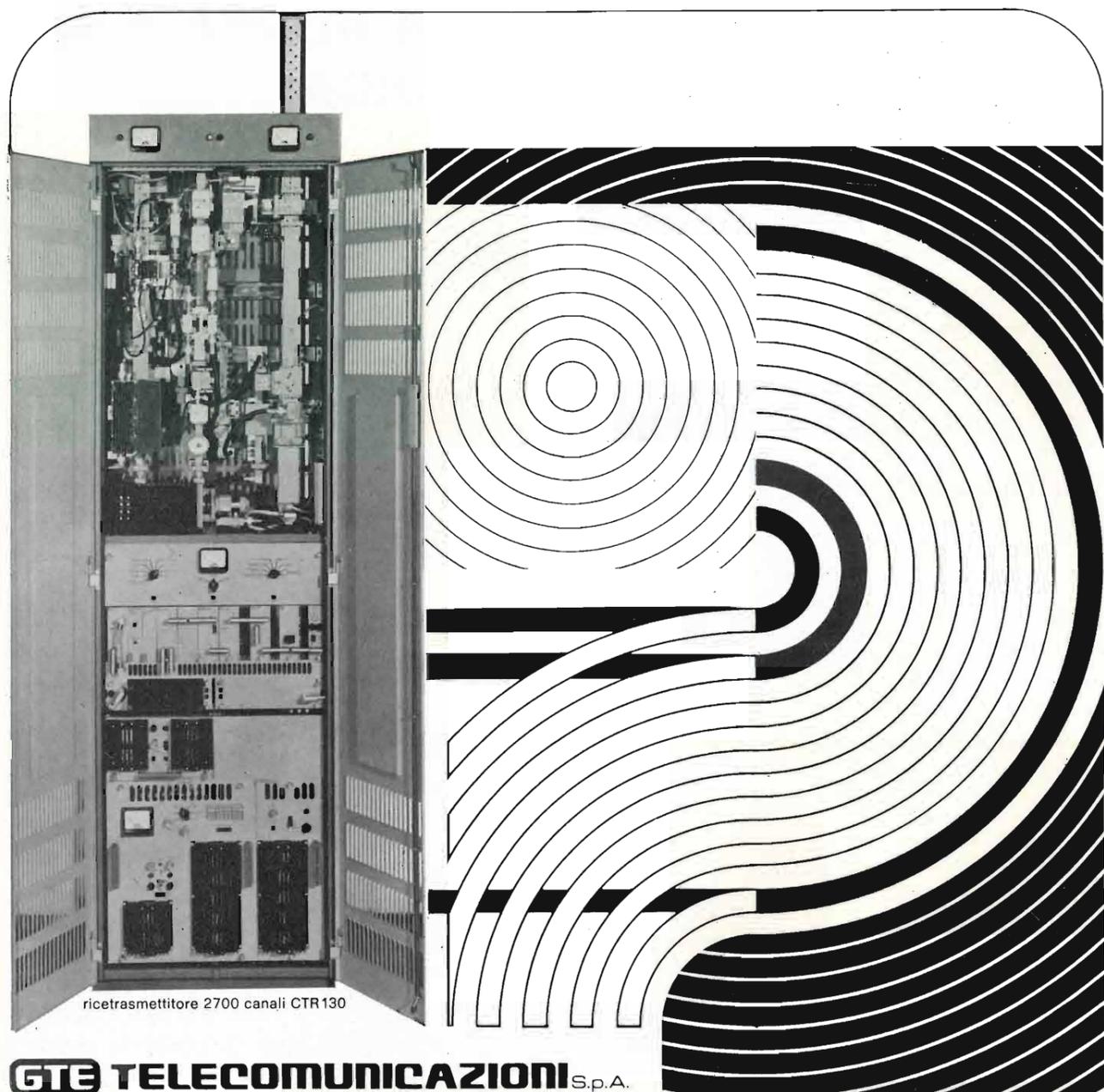


Esportatore: V/K

## Techsnabexport

Mosca G-200, URSS - Telef.: 244-32-85 - Telex: 7628

Per ulteriori informazioni rivolgersi alla:  
RAPPRESENTANZA COMMERCIALE dell'URSS in ITALIA - VIA CLITUNNO 46 - ROMA

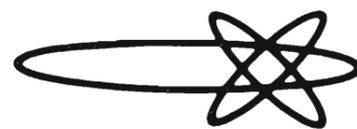


ricetrasmittitore 2700 canali CTR130

**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. Apparati 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®**

**Frequenzimetro digitale mod. IB-1102**

Massima accuratezza e stabilità; 8 tubi di lettura a catodo freddo; 1 lampada di traccia, 2 lampade indicatrici di gamma.  
 Caratteristiche - Gamma frequenza: da 1 Hz a 120 MHz.



**Frequenzimetro digitale mod. IB-1100**

Circuito a stato solido con tubi di lettura a catodo freddo. Capacità di 8 cifre (con il superamento). Indicatore luminoso di sovragama.  
 Caratteristiche - Gamma frequenza: da 1 Hz a 30 MHz. Precisione:  $\pm 1$  cifra.



**Multimetro digitale mod. IM-1202 standard**

Circuito a stato solido con tubi di lettura a catodo freddo. Indicatore luminoso di sovragama. Misurazioni di tensione (continua e alternata), corrente (continua e alternata) e resistenza. Commutatore di polarità.



**Multimetro digitale mod. IM-102 Deluxe**

Di precisione, per tensioni, correnti continue e alternate e resistenze. Indicazione automatica di polarità. Segnalatore luminoso di sovragama.



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

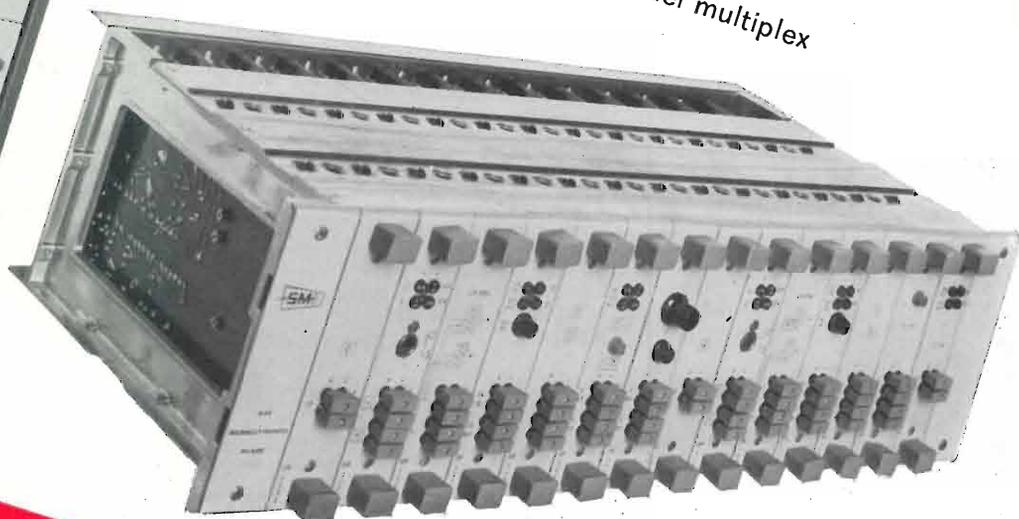
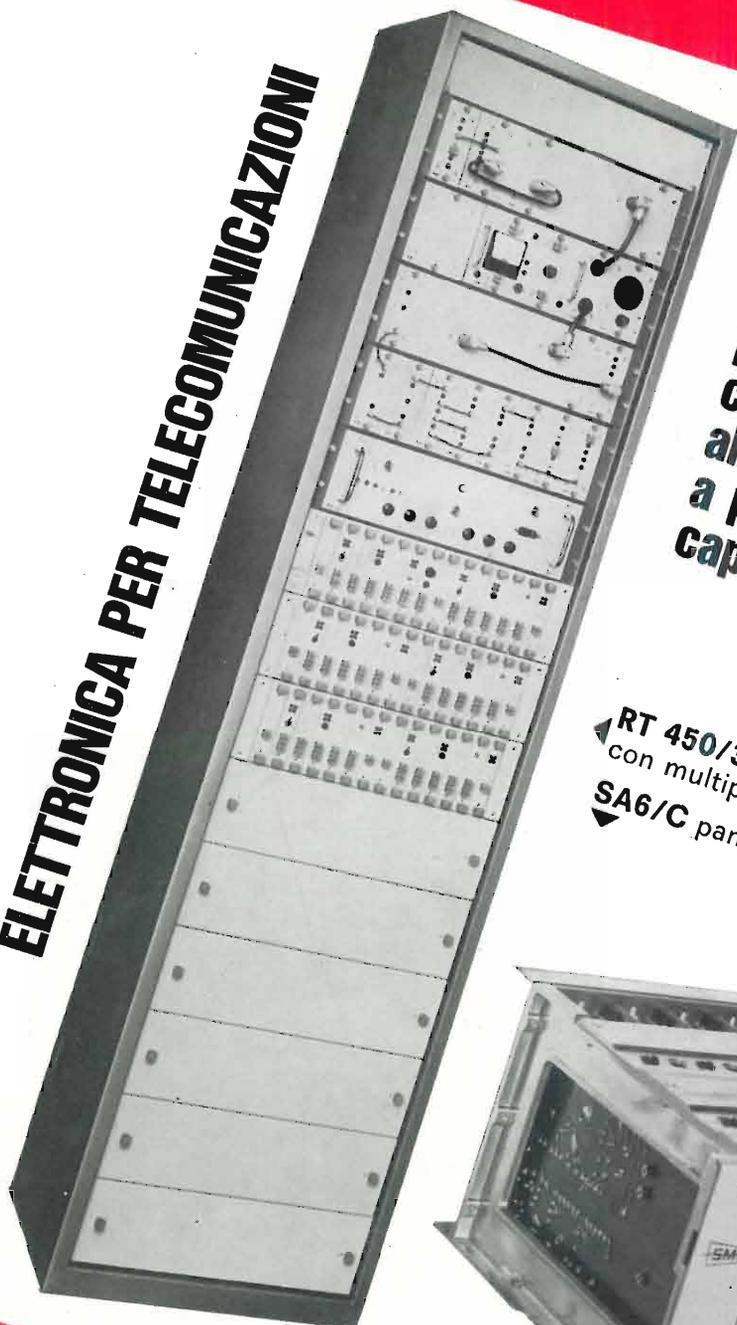
20129 MILANO - VIALE PREMUDA, 38/A - TEL. 795.762 - 795.763 - 780.730



**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 MICROELETTRONICA**

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

- RIPETITORI TELEVISIVI VHF E UHF
- TERMINALI RICETRASMITTENTI PER PONTI 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