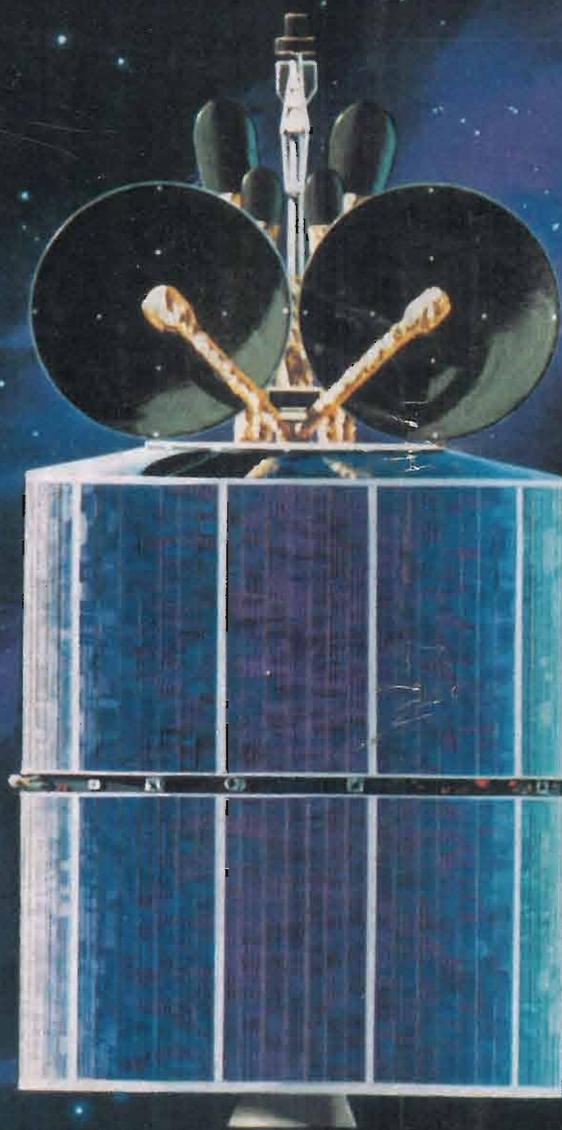


ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

ISSN 0013-765X

A CURA DELLA RAI E DELLA STET - EDIZIONI ERI - ANNO XX - NUMERO 5 - 1971 - L. 500



Il Satellite Intelsat IV: l'ultima grande realizzazione del sistema globale di telecomunicazioni spaziali (art. a p. 158).



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 !!!

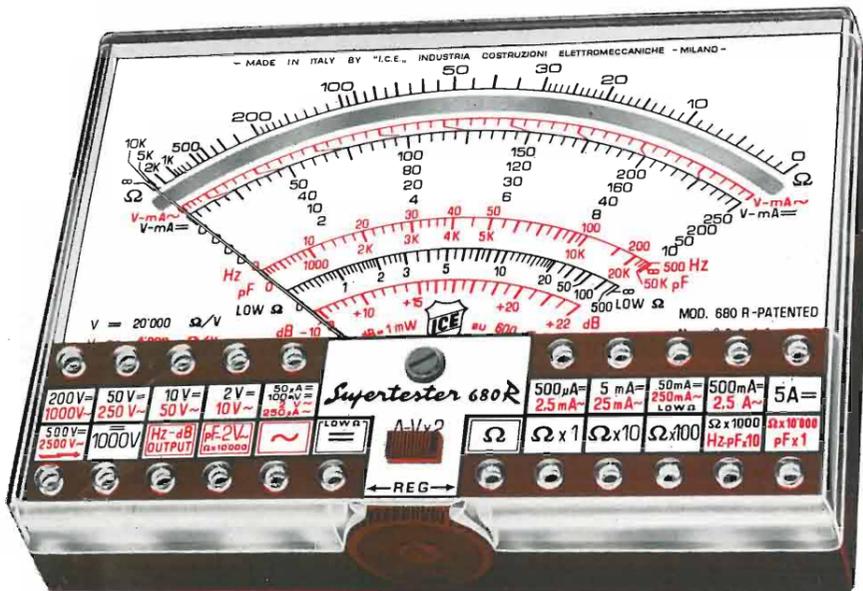
- VOLTS C.A.: 11 portate: da 2 V. a 2500 V. massimi.
- VOLTS C.C.: 13 portate: da 100 mV. a 2000 V.
- AMP. C.C.: 12 portate: da 50 µA a 10 Amp.
- AMP. C.A.: 10 portate: da 200 µA a 5 Amp.
- OHMS: 6 portate: da 1 decimo di ohm a 100 Megaohms.
- Rivelatore di REATTANZA: 1 portata: da 0 a 10 Megaohms.
- CAPACITÀ: 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: Ico (Ic) - Iebo (Ieo) - Ices - Ices - Icer - Vce sat - Vbe per i diodi. Minimo peso: 250 gr. - Minimo ingombro: 128 x 85 x 30 mm. - Prezzo L. 8.200 completo di astuccio - pila - puntali e manuale di istruzione.

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

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

PUNTALE PER ALTE TENSIONI MOD. 18 I.C.E. (25000 V. C.C.)
Prezzo netto: L. 3.600

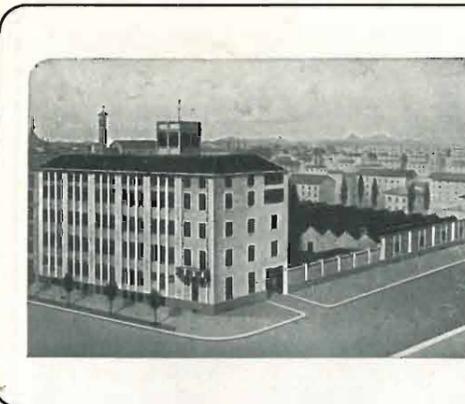
LUXMETRO MOD. 24 I.C.E. a due scale da 2 a 200 Lux e da 200 a 20.000 Lux. Ottimo pure come esposimetro!!
Prezzo netto: L. 4.800

SONDA PROVA TEMPERATURA istantanea a due scale: da -50 a +40 °C e da +30 a +200 °C
Prezzo netto: L. 8.200

SHUNTS SUPPLEMENTARI (100 mV.) MOD. 32 I.C.E. per portate amperometriche: 25-50 e 100 Amp. C.C.
Prezzo netto: L. 2.900 cad.

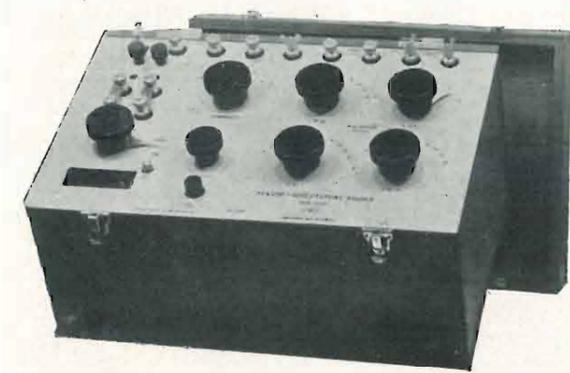
AMPEROMETRO A TENAGLIA **Amperclamp** per misure amperometriche immediate in C.A. senza interrompere i circuiti da esaminare - 7 portate: 250 mA. - 2,5-10-25-100-250 e 500 Amp. C.A. - Peso: solo 290 grammi. Tascabile! - Prezzo L. 9.400 completo di astuccio, istruzioni e riduttore a spina Mod. 29.

REOSTATI E RESISTENZE PER LABORATORI E INDUSTRIE



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
C.P.
GENOVA - CORSO ITALIA 40 - TEL. 31.62.44 - 16146
ROMA - VIA LAZIO 6 - TELEFONI 46.00.33/4 - 00187
NAPOLI - VIA CERVANTES 55/14 - TEL. 32.32.79 - 80139



Ponte portatile Tinsley tipo 2620

STRUMENTI PER MISURE ELETTRICHE

- GALVANOMETRI - AMPEROMETRI
- OHMMETRI • VOLTMETRI
- WATTMETRI • VARMETRI
- CONTATORI • FREQUENZIMETRI
- TRASFORMATORI DI MISURA
- CAMPIONI DI RESISTENZA
- CAMPIONI DI CAPACITÀ
- CAMPIONI DI INDUTTANZA

VARIATORI TRIFASI DI TENSIONE ALTERNATA

"VARIAC"

REOSTATI E RESISTENZE PER LABORATORI E INDUSTRIE



Variatore di tensione trifase

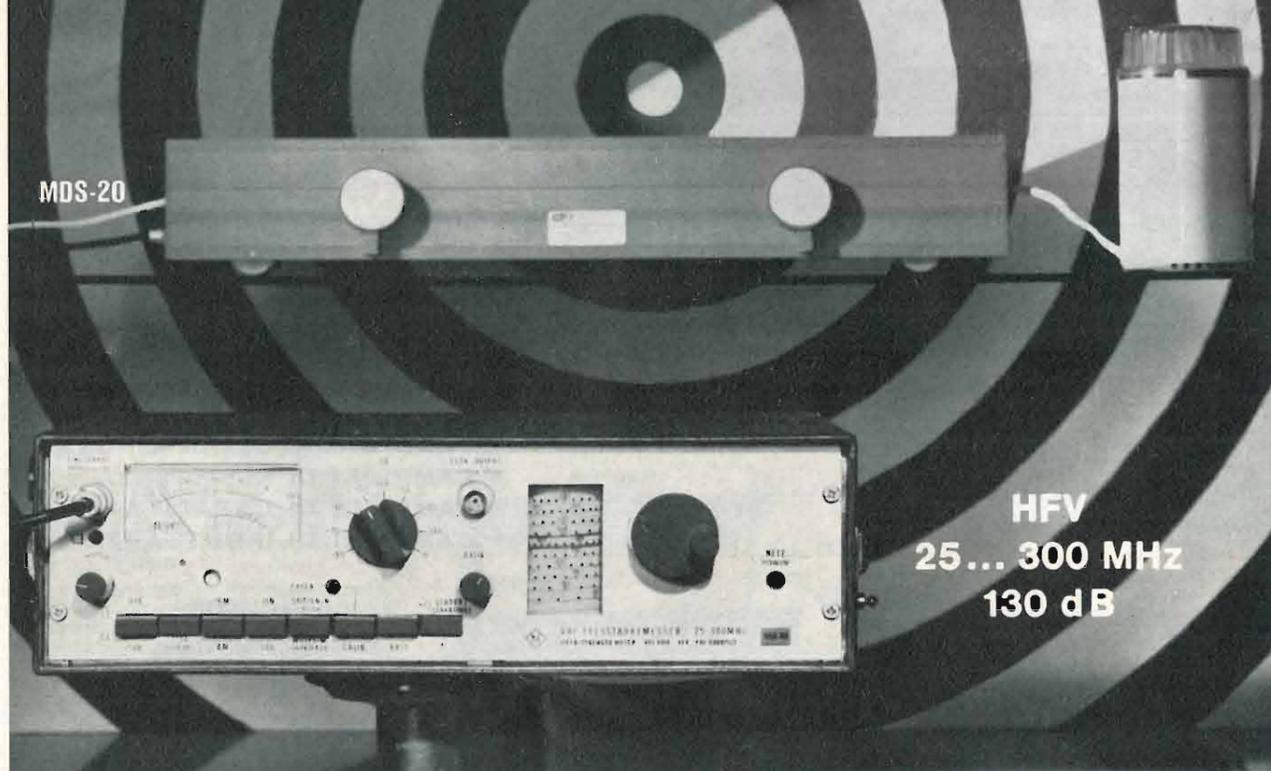
LABORATORI PER RIPARAZIONI E RITARATURE STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA

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



ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN

MISURE di INTENSITA' di CAMPO



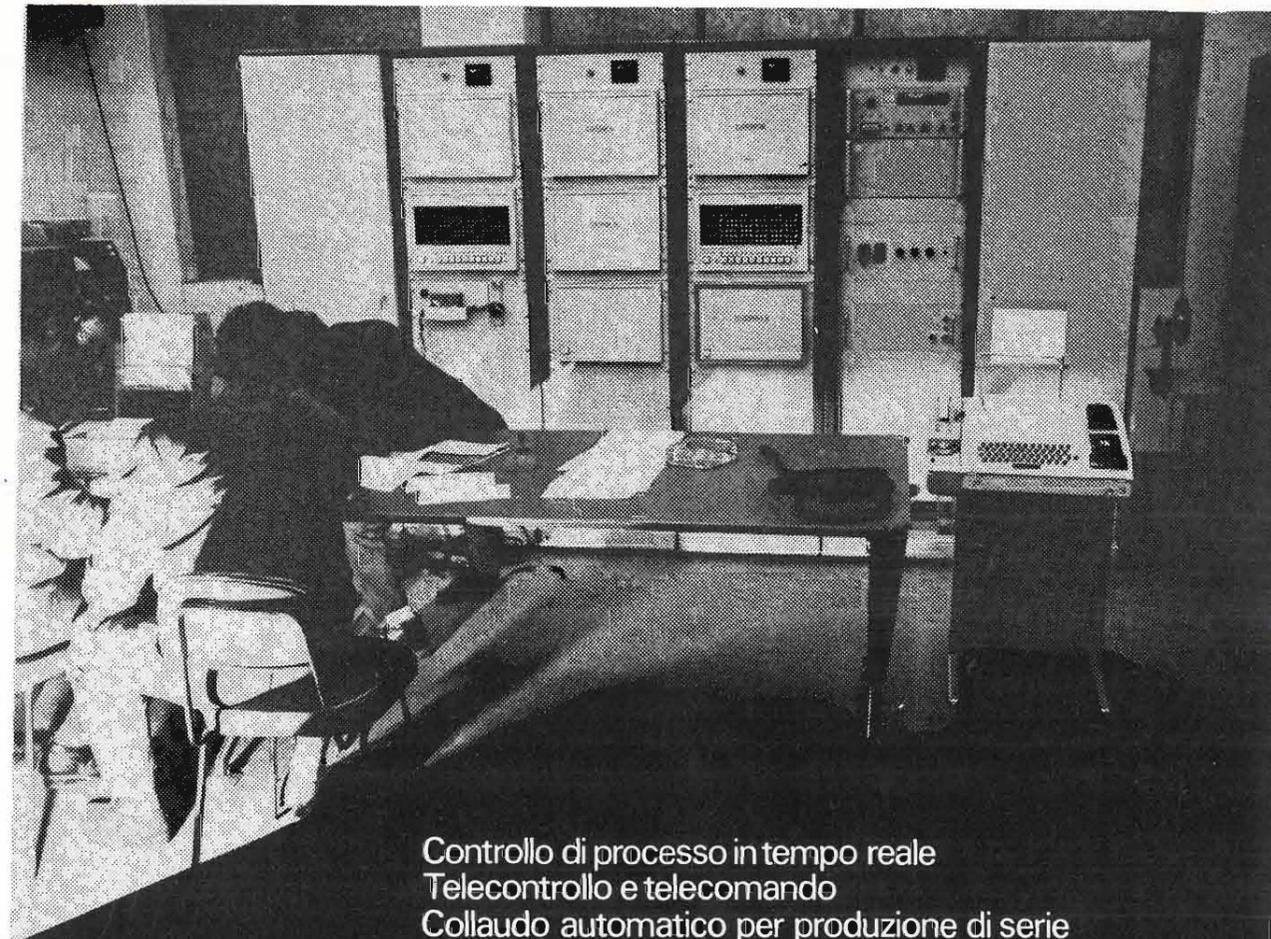
HFV
25... 300 MHz
130 dB

- **Misure** di propagazione, intensità di campo utile e di disturbo, di radio disturbi, controlli radio, mediante dipolo a mezz'onda.
- **Alimentazione** a rete e batteria.
- Campo di frequenza 25... 300 MHz, regolabile con continuità senza alcuna commutazione.
- **Taratura** delle tensioni direttamente in dB (μV). — Indicazione lin. (20 dB) log. (60 dB).
- Misure del valore medio e picco-picco. — Precisione ± 2 dB (tensioni) ± 4 dB (int. campo).
- Misura del valore eff. della portante video al picco di sincronismo indipendentemente dal contenuto video.
- Generatore d'impulsi per la calibrazione dell'amplificazione.
- Utilizzazione come microvoltmetro selettivo.
- Misure di correnti HF con un opportuno accessorio.
- **MISURE PESATE DI DISTURBI SECONDO LE NORME VDE 0876 E CISPR** con la tenaglia di assorbimento tipo MDS - 20.

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



Controllo di processo in tempo reale
Telecontrollo e telecomando
Collaudo automatico per produzione di serie
Elaborazione dati
Calcolo scientifico

I nostri clienti, dalla Norvegia alla Nuova Zelanda
e dal Brasile al Giappone, concordano che:

**undici anni d'esperienza
nella realizzazione
di apparecchiature digitali
e nel progetto di sistemi
sono la migliore garanzia
offerta dalla
divisione automazione/selenia**

selenia

INDUSTRIE
ELETTRONICHE
ASSOCIATE SpA.
DIVISIONE AUTOMAZIONE
ROMA

Calcolatori Digitali
Terminali Alfanumerici
Sistemi di Teleoperazione

Triodi Piani UHF, 1000 MHz per Trasmettitori e Ripetitori TV



Guadagno di 20 dB

La linearità di questi triodi permette di realizzare trasmettitori e ripetitori di televisione che amplificano simultaneamente in un solo canale i segnali immagine e suono. Il loro elevato guadagno, 20 dB, permette di amplificare direttamente, fino ad un livello di 100 watt picco video, dei segnali elaborati a partire da un generatore a stato solido. Una costruzione ceramica-metallo assicura loro una lunga vita ed un elevato grado di affidabilità nelle più severe condizioni di funzionamento. A queste qualità eccezionali s'aggiunge un costo di esercizio estremamente basso. A richiesta, associate ai triodi, possono essere fornite o studiate le cavità.



THOMSON-CSF

THOMSON-CSF TUBI ELETTRONICI S.R.L.
ROMA/VIALE DEGLI AMMIRAGLI, 69/TEL. 63.80.143/TELEX 61173 TELONDE

SPI 1233-1

PRESTEL

MISURATORE

DI INTENSITA' DI CAMPO A TRANSISTORI
UHF/VHF/FM
MOD MC 16

Riceve tutti i segnali da 2,5 μ V a 1 V Sintonizza tutte le frequenze in soluzione continua

da 40 a 230 MHz in VHF

da 470 a 900 MHz in UHF

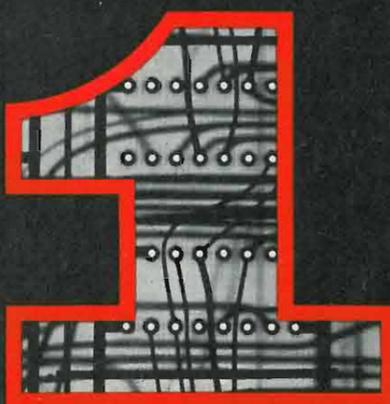
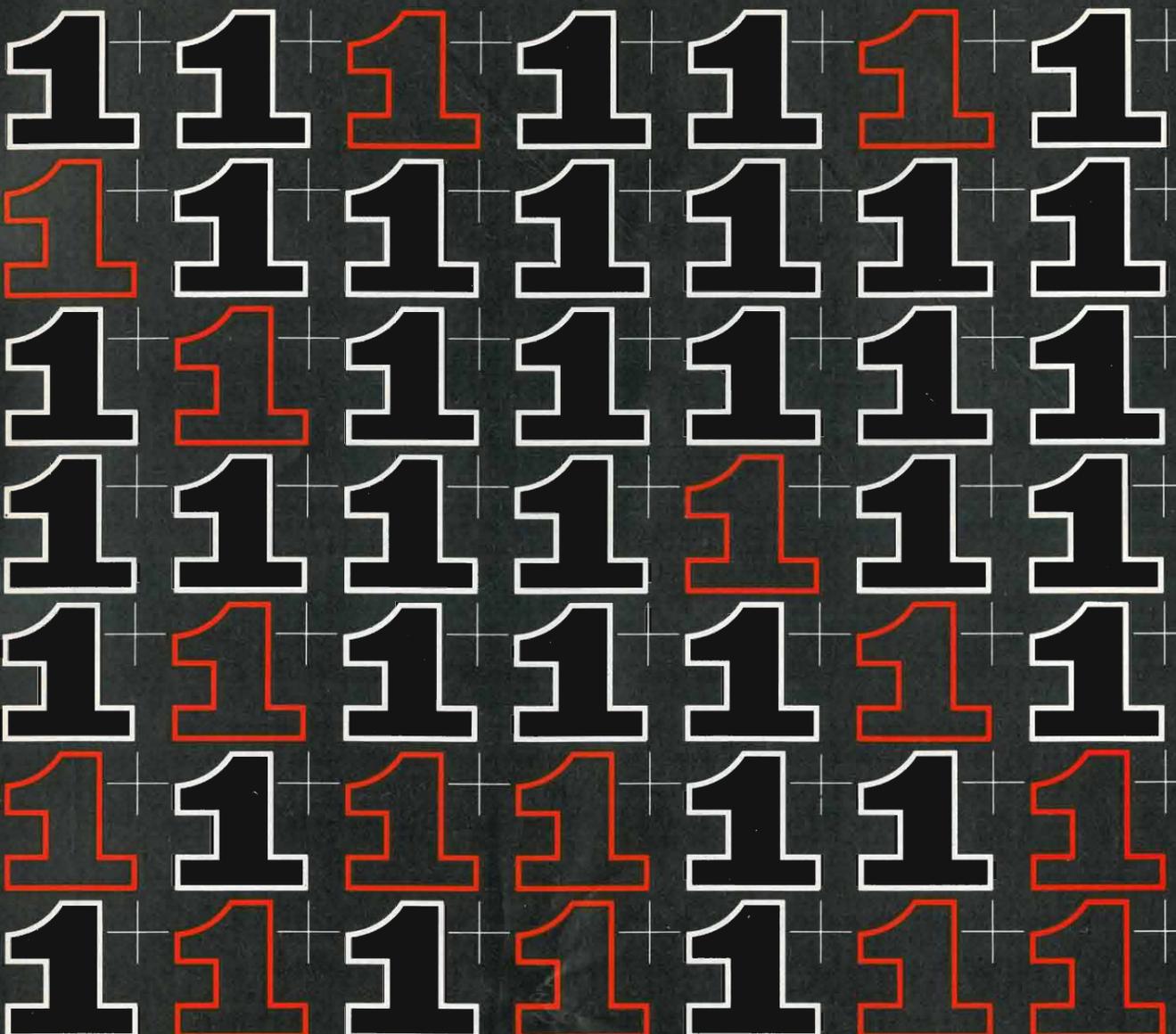
Rivela con ascolto in altoparlante le portanti FM e AM (TV Radio Dilettanti Aeroservizi e qualsiasi altro segnale).

MC 16

**SENSIBILE - SELETTIVO
STABILE-SICURO-COMPLETO
E' LO STRUMENTO
INDISPENSABILE
ALL'INSTALLATORE
E AL TECNICO TV**



PRESTEL s.r.l. - 20154 MILANO - CORSO SEMPIONE, 48 - TEL. 31.23.36



uno piú uno... anno dopo anno

in questi anni che ricordiamo segnati da tappe difficili ma prestigiose, punteggiati da mille problemi risolti, decisi a progredire ancora con la sicurezza che la nostra esperienza ci dà, oggi piú che per il passato, dopo 50 anni di vita produttiva.

- commutazione e trasmissione telefonica e telegrafica
- trasmissione su filo e via radio anche tramite satelliti artificiali
- trasmissione dati, immagini e per teleoperazioni
- impianti trasmettenti radio televisivi
- telefoni e citofoni
- elettroacustica
- segnalamento ferroviario
- segnalazione e allarme

1921-1971



Cinquant'anni al servizio delle telecomunicazioni in Italia



SOCIETA' ITALIANA TELECOMUNICAZIONI SIEMENS s.p.a.

20149 Milano
p.le Zavattari, 12 - tel. 4388

GRUPPO STET

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

NUMERO **5** SETTEMBRE
OTTOBRE 1971
ANNO XX
DA PAGINA 157
A PAGINA 196

RIVISTA BIMESTRALE
A CURA DELLA RAI E DELLA STET

DIRETTORE RESPONSABILE
GIUSEPPE DILDA

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

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

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

Sommario:

La quarta generazione dei satelliti INTELSAT
(C. Benigni) 158

Cenno storico del Consorzio Intelsat e principali caratteristiche dei satelliti della serie I, II, III e IV di cui il primo è entrato in orbita nel gennaio scorso e del quale si danno maggiori particolari.

I sistemi di navigazione elettronica - Navigazione
marittima via satellite (G. Militano) 163

Esame riassuntivo dei vari sistemi di navigazione con particolare riguardo a quelli via satellite. I problemi di propagazione assumono grande importanza perché si devono ricavare distanze e conteggiare cicli Doppler, tuttavia l'integrazione dei vari sistemi consente di raggiungere precisioni elevate nella determinazione del punto nave.

Prove di propagazione nelle bande 7 e 11 GHz
(R. Gaudio, P. Boccardo) 173

Prove di propagazione fra Torino e Andrate su 7 e 11 GHz, durate circa sei mesi. La neve è l'ostacolo piú grave. Le attenuazioni da pioggia, pur essendo su 11 GHz 4,5 volte piú intense e 10 volte piú frequenti che su 7 GHz, non hanno compromesso il buon funzionamento del collegamento.

Il rilevamento dei piccoli intervalli di tempo
(E. Paolini) 184

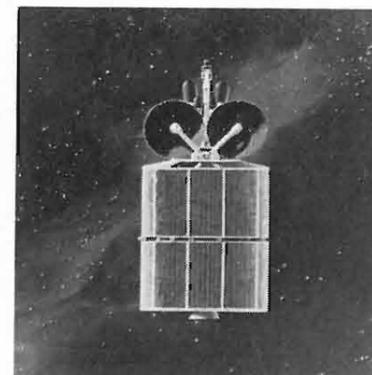
La convinzione che l'impiego di transistori a commutazione rapida consenta di rilevare intervalli di tempo fino a valori minimi dell'ordine delle decine di nanosecondi è errata perché le limitazioni di difficile valutazione dovute ai « sensori » degli eventi fisici sono generalmente di gran lunga preponderanti. Sono forniti valori orientativi dei ritardi minimi dei vari tipi di « sensori ».

Notiziario:

- Electronica 1 • Magnetron ad impulsi per la banda 16 ÷ 16,5 GHz • Moltiplicatore divisore analogico • Coordinate geografiche ottenute via satellite 189
- Produzione degli schermi per cinescopi tricromatici • Migliorie nell'uso del circuito integrato TAA 611 B • Diodi logaritmici 190
- Cavi coassiali con dielettrico in PTFE • Memoria di 512 Bit a ricircolazione interna • Provatransistori dinamico universale 191
- Condizionatore di segnali • Primo radar a lungo raggio della NADGE • Lettore di nastri • Indicatori luminosi a stato solido 193
- Strumento per la misura del R.O.S. • Scarti dei segnali di tempo 194

Libri e pubblicazioni:

- Enrick N. L., Motley Jr. H. E.: Il controllo di qualità • Hydrogen thyratrons - Preamble • Briclant F.: L'ondistor • Hammer P., Rudeanu S.: Méthodes booléennes en recherche opérationelle • Digital-to-analog converter handbook • Sschweitzer J.: Ordinateurs et comportement conscient • Marcillat G.: Conception des servomécánismes pour machines-outils automatiques 196



L'Intelsat IV, il nuovo satellite che il Consorzio Intelsat ha messo in servizio il 27 marzo 1971, collega fra di loro l'Europa, l'America del Nord e del Sud e l'Africa (v. articolo a pagina 158).

UNA COPIA L. 500 (ESTERO L. 600)
ABBONAMENTO ANNUALE L. 2500 (ESTERO L. 3500)
VERSAMENTI ALLA ERI - VIA ARSENALE, 41 - TORINO - C. C. POSTALE N. 2/37800
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO IV/70
REGISTRATO ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C. P. DI TORINO AL N. 493 IN DATA 6-11-1951
TUTTI I DIRITTI RISERVATI

LA RESPONSABILITÀ DEGLI SCRITTI FIRMATI SPETTA AI SINGOLI AUTORI
© 1971 BY ERI. EDIZIONI RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA

INSERZIONI: BELOTTI - DUCATI - EURO CEDAG - FERISOL - GT&E - ICE - ITALCABLE - ITT STANDARD - LARIR - LUCHSINGER - PRESTEL - ROJE OSCAR - SELENIA - SIAE - SIEMENS - SIP - TECHSNABEXPORT - THOMSON - CSF - VARIAN - ZETTLER

LA QUARTA GENERAZIONE DEI SATELLITI INTELSAT

CESARE BENIGNI (*)

SOMMARIO — Dopo un breve cenno storico sulla fondazione del consorzio Intelsat, si descrivono le caratteristiche principali dell'orbita geostazionaria. Segue un'esposizione delle principali caratteristiche tecniche dei satelliti Intelsat delle serie I, II, III e, infine, della serie IV, di cui il primo satellite è entrato in orbita nel gennaio scorso e del quale si dà una descrizione, sia delle caratteristiche meccaniche, sia di quelle elettriche (schema a blocchi) sia di quelle operative, accennando al sistema a portanti preassegnate a destinazione multipla e a quello a portanti a canale singolo con assegnazione su domanda (sistema SPADE).

SUMMARY — The fourth series of the INTELSAT satellites. After a short introduction, where the foundation of the Intelsat consortium is mentioned, the main characteristics of the geostationary orbit are described. In the following paragraphs, the essential features of the satellites Intelsat I, II and III are summarized: Intelsat IV type — the first spacecraft of this type was put into orbit in January 1971 — is described in more detail. Its mechanical characteristics, block diagram and operational exploitation are reported. A short mention of preassigned multidestination carriers with a single channel per carrier and on demand assignment systems (SPADE) is also given.

1. Introduzione.

Prima di iniziare a parlare del satellite Intelsat IV, riteniamo opportuno dare qualche cenno storico sul giovane, ma già maturo, sistema di telecomunicazioni via satellite.

Dopo i positivi risultati dei primi esperimenti di telecomunicazioni eseguiti con i satelliti Telstar, Relay e Syncom, si costituì, nel 1964, il Consorzio INTELSAT (International TELEcommunications SATEllite Consortium). Gli aderenti al Consorzio erano allora 11, attualmente sono saliti a 79. L'Intelsat, con il suo comitato principale ed i vari suoi sottocomitati, ha definito e risolto i diversi problemi che un sistema di telecomunicazioni via satellite comporta.

In un collegamento via satellite i segnali trasmessi da una stazione terrena, sono ricevuti dal satellite e ritrasmessi verso terra per essere ricevuti da tutte le stazioni terrene ubicate nell'area di copertura del satellite stesso. Già da questo semplice schema emergono alcuni problemi fondamentali: considerando che un satellite copre un'area di estensione maggiore quanto maggiore è la sua distanza dalla superficie terrestre, con il crescere di questa distanza diminuisce il numero dei satelliti necessari per attuare un sistema a copertura globale, capace cioè di servire tutto il mondo: la prima questione che sorge è quindi la scelta dell'orbita più conveniente. È questo l'aspetto, diremo così, geometrico del problema, cui fa immediatamente seguito uno di natura radioelettrica e cioè la scelta della gamma di frequenze da usare.

L'orbita più conveniente è risultata quella «sincrona», cioè un'orbita circolare a 36.000 chilometri dalla superficie terrestre: è facile dimostrare che in queste condizioni il satellite ruota intorno alla terra con un periodo di 24 ore cioè è sincrono con essa.

(*) Dott. ing. Cesare Benigni V. Dirett. Gen. della Telespazio S.p.A.

Dattiloscritto pervenuto il 15 luglio 1971. Conferenza tenuta all'AIIT.

Facendo coincidere il piano orbitale con quello dell'equatore, il satellite risulta, almeno teoricamente, immobile rispetto a un osservatore fisso sulla terra. Per tale motivo, l'orbita viene detta anche geostazionaria. Essa consente la copertura totale e continua di tutte le zone abitate della terra con tre soli satelliti spazati angolarmente di 120°.

Il satellite, tuttavia, non risulta perfettamente stazionario: dato che esso subisce un lento moto di deriva, ed il piano dell'orbita non risulta mai esattamente parallelo al piano equatoriale, esso descrive un percorso a forma di otto intorno alla posizione teorica equatoriale stazionaria; è stato pertanto necessario dotare le stazioni terrene di un sistema di inseguimento automatico.

Le stazioni di telemetria e comando, oltre ad inviare al satellite tutti i comandi necessari durante la fase di messa in orbita, provvedono ai periodici necessari aggiustamenti di posizione, comandando da terra gli appositi motori di bordo.

Gli studi sulla propagazione delle onde elettromagnetiche mostrano che la gamma di frequenze più conveniente per il collegamento risulta compresa tra 2 e 7 GHz; e precisamente la gamma dei 6 GHz per la tratta terra-satellite e dei 4 GHz per quella satellite-terra.

Il primo satellite Intelsat, lanciato il 6 aprile 1965, è stato l'Intelsat I (Early Bird), avente le seguenti caratteristiche:

- dimensioni 72 × 59 cm,
- peso 72 kg,
- potenza irradiata equivalente (1): 10 W per transponder (2 transponders),
- larghezza di banda: 30 MHz per transponder;

(1) Per potenza irradiata equivalente si intende il prodotto della potenza emessa dal trasmettitore per il guadagno dell'antenna nella direzione desiderata.

- vita prevista 1-5 anni,
- numero circuiti telefonici 240.

Per la bassa potenza installata e per la banda ristretta il suo uso fu limitato al collegamento bidirezionale punto a punto, con una capacità massima di 240 canali telefonici bidirezionali o, in alternativa, un canale televisivo per transponder.

La seconda serie dei satelliti Intelsat, il primo dei quali lanciato il 26 ottobre 1966, ha un solo transponder e le altre caratteristiche leggermente maggiorate rispetto al precedente e cioè:

- dimensioni 140 × 67 cm,
- peso 162 kg,
- potenza irradiata equivalente 35 W,
- larghezza di banda 130 MHz,
- vita prevista 3 anni,
- numero di circuiti telefonici 240.

La più alta potenza installata e la più ampia banda a disposizione di questa serie di satelliti permisero l'accesso multiplo alle stazioni terrene del sistema che poterono così collegarsi con tutti i Paesi dell'area di copertura a mezzo di portanti a destinazione multipla.

Con la serie Intelsat III si è attuato il servizio a copertura globale con l'utilizzazione di tre satelliti posizionati sui tre oceani Atlantico, Indiano e Pacifico; il primo Intelsat III è stato lanciato il 18 settembre 1968.

Le caratteristiche dei satelliti di questa serie sono:

- dimensioni 140 × 100 cm,
- peso 294 kg,
- potenza irradiata equivalente 200 W per transponder (2 transponders),
- larghezza di banda 225 MHz per transponder,
- vita prevista 5 anni,
- numero di circuiti telefonici bidirezionali 1.200.

2. Intelsat IV.

Il gradimento dell'utenza per le comunicazioni via satellite ha trovato costante conferma nell'incremento della domanda di nuovi collegamenti; oggi ben 55 stazioni terrene utilizzano, su base temporanea dei Paesi che lo richiedono, 2.300 circuiti telefonici permanenti ed un canale televisivo. Le previsioni di utilizzazione hanno imposto all'Intelsat la realizzazione di un satellite di maggiore capacità.

Si stanno costruendo otto satelliti della quarta serie aventi una capacità convenzionale intorno ai 5.000 canali telefonici a 4 kHz; le loro caratteristiche sono:

- dimensioni 240 × 277 cm,
- peso 1.390 kg,
- potenza irradiata equivalente per transponder (12 transponders): 200 W con an-

- tenna a copertura globale e 2.820 W con antenna a fascio stretto (spot beam),
- larghezza di banda 486 MHz,
- vita prevista 7 anni,
- numero circuiti telefonici 5.000 ÷ 9.000.

La serie dei satelliti Intelsat IV permetterà una ulteriore estensione dell'utilizzazione del sistema globale con l'inizio dell'esercizio delle numerose stazioni terrene previste per il prossimo futuro. Il primo satellite di questa serie è stato lanciato il 26 gennaio del 1971 e dallo scorso 27 marzo è in esercizio nell'area Atlantica.

Dobbiamo osservare che le richieste di traffico non hanno una distribuzione geografica uniforme, ma variano e anche di molto da zona a zona: in particolare la relazione Europa-Costa Est Nord Americana è quella che ha il maggiore traffico. Questa osservazione ha condotto ad equipaggiare gli Intelsat IV con due tipi di antenne di comunicazione, costruite in Italia dalla Selenia, del Gruppo IRI-STET, un tipo a fascio stretto (spot beam) per coprire la relazione ad alto traffico ed un tipo a fascio largo (global beam) oltre alle antenne di telemetria e comando (fig. 1).

Le antenne a fascio stretto sono due e sono costituite dalla guida d'onda di alimentazione (feed), dal

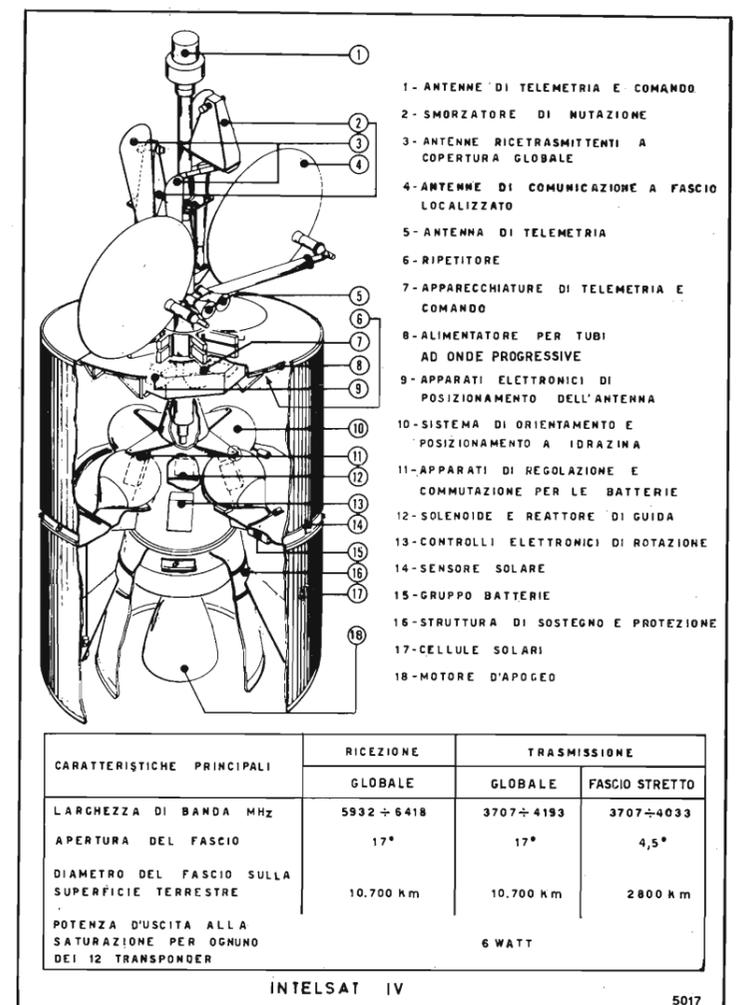


Fig. 1. — Intelsat IV - vista della disposizione interna dei componenti.

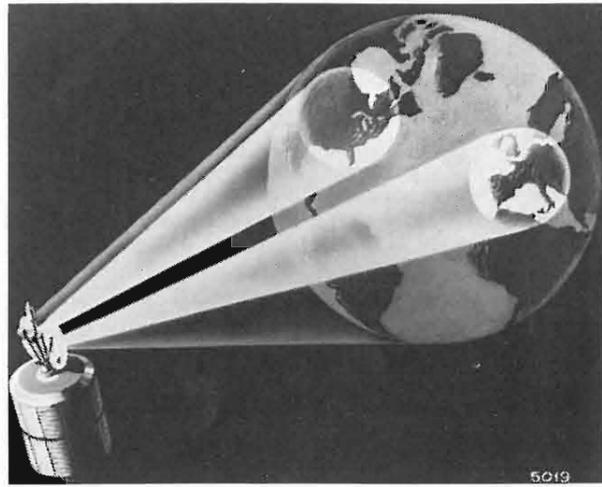


Fig. 2. — Intelsat IV - zone di copertura delle antenne spot beam e global beam.

riflettore parabolico e dal meccanismo di puntamento. Hanno un diametro di 125 cm, un guadagno di 28,1 dB ed un'apertura di 4,5° a 3 dB; la polarizzazione è circolare destra, la banda passante di 326 MHz. Come si è detto sono usate per le comunicazioni a grande traffico, e possono essere puntate dietro comando su ogni parte della zona di visibilità del satellite. L'area coperta da ognuna delle due antenne risulta di 7 milioni di chilometri quadrati (fig. 2).

Le quattro antenne a copertura globale del tipo a tromba sono usate, due per la trasmissione e due per la ricezione; la loro apertura è di 17° a 3 dB, il guadagno risulta di 16,7 dB in ricezione e 16,4 dB in trasmissione, la banda è di 486 MHz. La polarizzazione è circolare, destra in trasmissione e sinistra in ricezione.

Accanto alle antenne di comunicazione, c'è un'antenna omnidirezionale per la ricezione dei comandi da terra e la trasmissione dei dati di telemetria a terra.

Ognuna delle antenne riceventi è connessa, tramite una guida d'onda flessibile ed un filtro passabanda, a due ricevitori di cui uno solo in funzione e l'altro di riserva (fig. 3); un circolatore a ferrite permette appunto di istradare il segnale in uno dei due.

La struttura di questi ricevitori è quella tradizionale di un convertitore-amplificatore lineare nella banda dei 486 MHz, che converte a 4 GHz la frequenza di 6 GHz ricevuta da terra e la amplifica di 57 dB. Il ricevitore (in alto a destra in fig. 3) inizia con lo stadio preamplificatore a diodo tunnel (TDA) che ha una cifra di rumore di 5,3 dB ed un guadagno di 14 dB; un altro filtro segue il TDA e produce una ulteriore reiezione delle frequenze fuori banda. L'elemento successivo è il complesso oscillatore-convertitore costituito da un oscillatore principale a 123.6 MHz ad alta stabilità e due stadi moltiplicatori, rispettivamente per 2 e per 9 che originano così la frequenza di eterodina di 2.225 MHz. Il convertitore è seguito da un amplificatore a diodo tunnel a 4 GHz con un guadagno di 10 dB ed una cifra di rumore di 7 dB che pilota un primo stadio con tubo ad onde progressive (TOP) a basso livello che ha un guadagno di 42 dB e una potenza di uscita alla saturazione di 2 W.

Dopo un ulteriore commutatore circolatore a ferrite, sincrono col primo, e dopo un circuito ibrido com-

binatore, il segnale, a mezzo di circolatori, viene trasferito a dodici filtri di diramazione che suddividono tutto lo spettro in dodici canali di 36 MHz di banda, i primi otto commutabili da terra sulle antenne global o spot, gli altri quattro stabilmente connessi alle antenne global.

Ogni filtro è seguito da un equalizzatore di fase ed uno di ampiezza per compensare le rispettive non-linearità e da un commutatore-attenuatore a diverse posizioni che fornisce all'entrata dell'amplificatore TOP propriamente detto il segnale a livello opportuno.

Gli amplificatori TOP conferiscono alle portanti di un canale il livello di potenza necessario per essere trasmesse utilmente verso terra: la loro potenza di uscita alla saturazione è di 6 W, il loro guadagno è di 57 dB e la loro figura di rumore di 25 dB; ogni canale ha due TOP, di cui uno in funzione e l'altro in riserva; un convertitore di tensione fornisce le alte tensioni di alimentazione stabilizzate.

Un'ultima serie di filtri e commutatori permette l'istridamento dei vari canali verso le antenne: all'uscita dei TOP le portanti dei primi otto canali vengono smistate o verso le antenne a copertura limitata o verso quelle a copertura globale, i canali 9-10-11-12 sono permanentemente connessi alle antenne globali. Il guadagno totale del satellite è di 134 dB con le antenne globali e di 146 dB con le antenne spot beam.

Nella tabella che segue sono riportate le principali caratteristiche dei vari satelliti Intelsat.

Caratteristiche principali dei satelliti INTELSAT

	Intelsat I	Intelsat II	Intelsat III	Intelsat IV
Diametro (cm)	72	140	140	240
Altezza (cm)	59	67	100	277
Peso (kg) compreso motore di apogeo e propellente	72	162	294	1390
Ripetitori	2	1	2	12
Banda per ripetitori (MHz)	30	130	225	36
Antenna di comunicazione	Omnidirezion.	Omnidirezion.	Direttiva	Direttiva
Potenza irrad. equiv. per ripetitore (W)	10	35	200	200 global 2820 spot
Potenza di alimentazione continua (W)	45	100	160	570
Circuiti telefonici	240	240	1200	5000 ÷ 9000
Veicolo di lancio	Delta a spinta aumentata (TAD)	TAD	TAD con serbatoio allungato	Atlas-Centaur
Numero di satelliti	2	4	7	8 ordinati

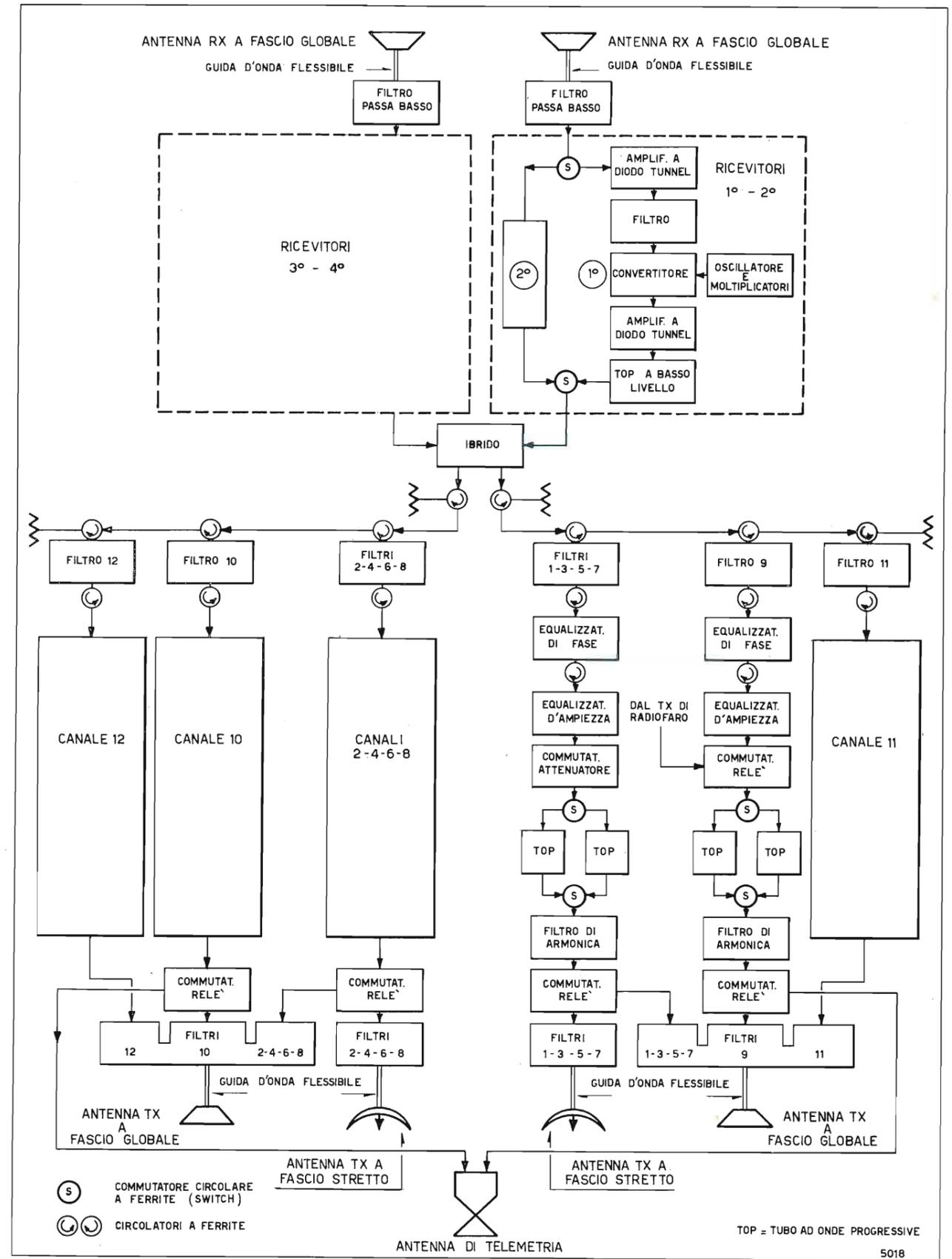


Fig. 3. — Intelsat IV - Schema a blocchi del sistema di telecomunicazioni.

3. Alimentazione.

Il sistema di alimentazione è costituito da due pannelli di celle solari come elemento di distribuzione primaria; il sistema, durante i periodi in cui il satellite è illuminato dal sole, fornisce l'alimentazione richiesta dalla apparecchiatura e carica due batterie al nichel-cadmio usate per l'alimentazione durante i periodi di eclisse. I pannelli solari forniranno per sette anni tutta la potenza principale richiesta di 570 W a 23,8 V con il 10% di margine. Le celle usate, 45.012 per satellite, sono convenzionali celle N/P al silicio di resistività 10 ohm cm e dimensioni 2×2 cm: lo spessore della copertura è stato scelto in modo da massimizzare il rapporto potenza/peso.

4. Sistema SPADE.

Abbiamo visto come oggi l'accesso multiplo al satellite da parte delle portanti irradiate dalle varie stazioni trasmittenti avviene su base preassegnata. Sulla scorta delle previsioni del traffico uscente da una stazione viene a questa assegnata una certa capacità, ossia una portante cui è associato un numero fisso di canali. Si comprende come con questo metodo il tasso di utilizzazione del settore spaziale risulti ridotto e come risultati poco convenienti l'affitto di un collegamento utilizzato per direttrici a basso traffico.

Questo inconveniente sarà superato con l'accesso multiplo al satellite ad assegnazione su domanda di portanti a unico canale telefonico. Con questo sistema i canali vengono assegnati di volta in volta, per il tempo necessario, alle stazioni che ne fanno richiesta.

Il sistema SPADE⁽²⁾, il primo che sarà utilizzato per la realizzazione di circuiti assegnati su domanda, impiega la tecnica dell'accesso multiplo a divisione di frequenze. La sigla SPADE sta ad indicare: S = single channel per carrier (canale singolo per portante), P = pulse code modulation (PCM), (modulazione ad impulsi codificati), A = multiple access (accesso multiplo), D = demand assignment (assegnazione su domanda), E = equipment (apparecchiatura).

Il funzionamento nel caso di chiamata in partenza è il seguente:

Il segnale telefonico (TF) e la relativa segnalazione giungono dal centro telefonico intercontinentale CT alla unità di interfaccia terrestre che invia la conversazione verso l'unità di canale e la segnalazione verso l'unità logica DASS (sottosistema di segnalazione e commutazione). L'unità DASS abilita un sintetizzatore di frequenza a fornire, tra le 800 portanti che esso può generare, una delle coppie di portanti libere da utilizzare per le due direzioni, (questi due segnali vengono inviati alle apparecchiature di modomodulazione), e avverte il DASS della stazione corrispondente, dell'arrivo della chiamata e lo informa delle frequenze assegnate al collegamento.

Tali frequenze vengono scelte in base alle informazioni sul loro stato di disponibilità che le unità DASS di tutte le stazioni ricevono a mezzo del canale comune di segnalazione (CSC). Il canale in questione è separato da quelli dedicati alle conversazioni ed è utilizzato per lo scambio di informazioni tra terminali. Per

(2) Si veda per esempio: QUAGLIONE G., RUSPANTINI L.: *Assegnazione su domanda di circuiti telefonici*. «Elettronica e Telecomunicazioni», XIX, n. 6, 1970, p. 199.

il canale comune viene utilizzata la tecnica dell'assegnazione a divisione di tempo, secondo la quale tutte le stazioni trasmettono su un'unica portante solo negli intervalli di tempo assegnati ed in successione temporale.

Il segnale TF, che è stato codificato a impulsi (PCM) nel codec (codificatore-decodificatore) a 7 bit, va a modulare in fase, nel modem (modulatore-demodulatore) PSK⁽³⁾, la portante proveniente dal sintetizzatore; il modem PSK è abilitato a funzionare dal sincronizzatore solo quando il «voice detector» segnala che l'utente sta effettivamente parlando. Il segnale all'uscita del modem PSK insieme con quelli analoghi proveniente dagli altri canali e dall'unità logica va al sottosistema IF e, dopo traslazione in frequenza, al trasmettitore della stazione terrena.

Come si vede la portante viene trasmessa solo quando l'utente parla effettivamente, e quindi solo in tal caso viene richiesta potenza al trasponder. Quando la conversazione è terminata, un segnale di comando proveniente dal centro di traffico abilita la DASS a liberare le frequenze impegnate rendendole nuovamente disponibili; questa informazione viene inviata a tutte le stazioni tramite il CSC.

Ricordiamo infine che un altro sistema è allo studio e se ne prevede la effettiva utilizzazione verso il 1975: è il sistema TDMA (Time Division Multiple Access), accesso multiplo a divisione di tempo. In esso tutte le stazioni trasmettono una portante della stessa frequenza ciascuna negli intervalli di tempo ad essa assegnati, con il vantaggio dell'assenza del rumore di intermodulazione e della utilizzazione totale della potenza disponibile⁽⁴⁾.

Vogliamo concludere osservando che le comunicazioni via satellite, superata agevolmente la prima fase sperimentale, i cui risultati furono fin dal primo momento tali da autorizzare un aperto anche se ponderato ottimismo, si sono inserite in pochi anni nella famiglia dei sistemi di telecomunicazioni con caratteristiche altamente competitive sia dal punto di vista della affidabilità sia da quello della qualità: hanno consentito, fra l'altro, collegamenti non realizzabili con altri mezzi, come le trasmissioni televisive intercontinentali in cui la qualità delle immagini è ormai a tutti nota. È molto prossimo infine l'uso dei satelliti per l'assistenza alla navigazione marittima ed aerea, nonché per la distribuzione di programmi televisivi a scopo didattico: un nobile scopo questo che corona degnamente lo sviluppo tecnologico di un mezzo destinato a ravvicinare i popoli sotto l'insegna del progresso e della civiltà. (1329)

(3) Phase Shift Keying (manipolazione a spostamento di fase).

(4) Si veda per esempio su «Elettronica e Telecomunicazioni», XIX, n. 3, 1970:

DE FLAMMINIS A., LOFFREDA A.: *Le telecomunicazioni via satellite con sistema integrato di trasmissione commutazione a divisione di tempo*, p. 79.

CAPETTI I.: *Problemi di traffico in una rete telefonica via satellite, con circuiti preassegnati ed assegnati su domanda*, p. 93.

MANNUCCI F., TONIETTI A.: *Simulazione di una rete telefonica via satellite con circuiti preassegnati ed assegnati su domanda*, p. 90.

I SISTEMI DI NAVIGAZIONE ELETTRONICA

NAVIGAZIONE MARITTIMA VIA SATELLITE

GIUSEPPE MILITANO (*)

SOMMARIO — Vengono esaminati i vari sistemi di navigazione oggi in uso, con particolare riguardo a quelli che impiegano satelliti a bassa e media altezza. Si mette in evidenza come il problema della propagazione delle radio-onde, comune a tutti i sistemi di telecomunicazione è maggiormente complesso, dovendo ricavare anche elementi di distanza, di differenza di distanza, di conteggio di cicli Doppler ecc., che debbono essere elaborati in funzione della forma geometrica e gravitazionale del geode e della sua rappresentazione in piano sulle carte nautiche. Si è cercato di quantizzare — ove possibile — l'affidabilità dei vari sistemi attraverso la determinazione degli ellissi di errore e si è messo in evidenza come, con l'integrazione dei vari sistemi, è possibile raggiungere valori di posizione altamente approssimati.

SUMMARY — *Electronic navigation systems. Satellite sea-navigation.* Several navigation systems to-day employed are examined, mainly those using low and medium height satellites. Radio-wave propagation problems existing in telecommunication systems assume in this case greater complexity, having to obtain also informations of distance difference, Doppler cycles countings etc. Moreover these informations must be elaborated, taking into account the geometrical and gravitational model of the earth, and its representation in nautical charts. We have tried to determine, when possible, the reliability of various systems by the determination of the error ellipse showing the possibility to obtain fixes highly approximated with the integration of various navigational systems.

1. Premessa.

Il problema della determinazione della posizione della nave è ovviamente nato con la nave stessa e la sua risoluzione si è sempre basata sul rilevamento di punti fissi o moventi con leggi note; i corpi celesti per la navigazione di altura, hanno rappresentato nella storia della navigazione l'unico elemento capace di fornire delle «informazioni» che il navigatore «elaborava» per ottenere la soluzione del suo problema. «Informazione», «Elaborazione», sono oggi parametri ai quali si richiedono caratteristiche ben più impegnative; le informazioni debbono essere scevre da errori e le più complete possibili; l'elaborazione, anche se complessa, deve essere rapida e fornire soluzioni di elevata approssimazione.

È chiaro quindi che l'unica informazione fornitaci dalla stella — quando questo è possibile — (altezza sull'orizzonte, affetta da inevitabili errori di rilevamento) e la conoscenza del tempo attraverso sistemi approssimati non sono elementi atti a fornire soluzioni soddisfacenti; d'altra parte i criteri di sicurezza ed economici, che reggono il trasporto via mare, richiedono, fra l'altro, un'approssimazione sempre crescente della reale posizione della nave.

Parallelamente gli apparati motori, per gli stessi criteri economici, vengono non solo potenziati ma dotati di apparecchiature atte ad evidenziare in tempo reale il regolare funzionamento di ogni singola parte, proponendo autorevolmente il problema dell'automazione dei servizi di macchina e di altre apparecchiature di bordo.

È evidente che «propulsione» e «navigazione»

(*) Dott. ing. Giuseppe Militano Direttore della Metaltecnica S.p.A. (Beinasco, Torino).

Dattiloscritto pervenuto in prima edizione il 25 agosto 1970 e in seconda edizione il 18 agosto 1971.

hanno le stesse esigenze, diciamo così, strutturali che possono essere soddisfatte attraverso lo stesso schema funzionale; pertanto il concetto di «aiuto alla navigazione» deve intendersi sorpassato e ridimensionato nel complesso più ampio di automazione navale.

Ci sembra quindi che il problema della condotta della navigazione debba essere visto nell'ambito di un aspetto unitario e integrato con gli altri servizi; per tutti si richiede la conoscenza di dati altamente approssimati; per tutti si richiede una sovrabbondanza di dati atti a iterazioni successive. È necessario pertanto disporre di sistemi complessi capaci di ricevere adeguate informazioni (tramite radiosegnali o dispositivi inerziali), di elaborarle in modo opportuno, tenendo presente un numero via via crescente di fattori onde ottenere valori sempre più precisi.

La trattazione che segue è necessariamente condensata e ristretta agli aspetti principali dei sistemi avanzati, mettendo in evidenza, per ognuno di essi, l'aspetto di base, caratterizzato dalla ricerca del luogo di posizione.

2. Considerazioni generali sui sistemi di navigazione e sulla determinazione del punto nave.

Esistono più di cento sistemi atti a determinare la posizione di un osservatore sulla superficie terrestre; essi possono essere raggruppati come segue:

- Sistemi astronomici.
- Sistemi acustici.
- Sistemi inerziali.
- Sistemi elettronici di radiolocalizzazione con emittenti a terra.
- Sistemi elettronici di radiolocalizzazione via satellite.

Non tutti sono economicamente suscettibili di applicazione a bordo di navi; tuttavia gli studi e le realizzazioni effettuate sembrano essere giustificati dall'alto interesse dimostrato dagli utenti alla realizzazione del problema.

La determinazione del punto — per quasi tutti i sistemi oggi in uso — è essenzialmente basata sull'individuazione di luoghi di posizione: per esempio, tutti i natanti che si trovano su una retta passante per un noto punto di riferimento a terra, rilevano tale punto secondo un angolo costante rispetto al meridiano; la retta è quindi un luogo di posizione ben determinato; l'intersezione di due o più luoghi di posizione determina un punto che rappresenta la posizione della nave rispetto a noti punti di riferimento a terra.

Secondo i vari sistemi di navigazione i luoghi di posizione oltre che da rette, possono essere rappresentati da archi di circonferenza o da rami di iperbole, per sfruttare le caratteristiche geometriche di tali curve (distanza costante da un punto fisso, differenza di distanza costante da due punti fissi). Tali luoghi di posizione possono essere tracciati sulle carte nautiche oppure, più semplicemente, rappresentano lo schema di risoluzione per la determinazione del punto.

3. Sistema di navigazione astronomica.

È basata — com'è noto — sulla ricerca di luoghi, posizione di punti che osservano una stella alla stessa altezza, rispetto all'orizzonte. Tale luogo è una circonferenza (cerchio d'altezza). Osservando diverse

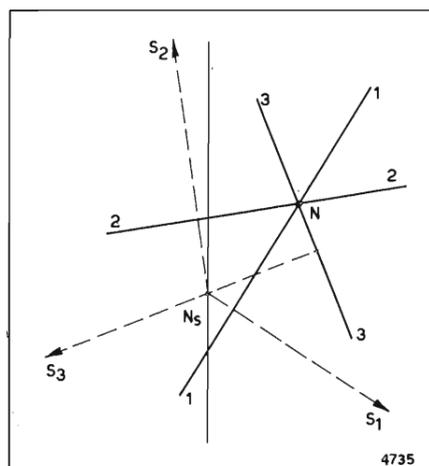


Fig. 1. — Il punto nave N, ricavato come intersezione di tre «rette di altezza» 1, 2, 3, normali alle tre direzioni S_1, S_2, S_3 delle tre stelle considerate; queste direzioni formano, col meridiano passante per il punto stimato N_s , angoli corrispondenti agli azimut di ciascuna stella.

stelle e ricavando i rispettivi cerchi d'altezza il punto nave viene determinato dall'intersezione di tali luoghi di posizione.

Sulle carte nautiche il cerchio d'altezza è assimilato ad una «retta d'altezza» normale al piano verticale passante per il punto stimato N_s , la stella e il centro della terra. Tale retta dista dal punto vero N di una grandezza che dipende dalla differenza fra l'altezza stimata e quella vera.

Osservando per esempio tre stelle si hanno tre piani verticali, le cui intersezioni con la superficie terrestre

sono graficamente indicate in linea tratteggiata nella figura 1. Questa impostazione di calcolo è analoga — come si vedrà — a quella usata per la determinazione del punto col sistema via satellite tipo «transit».

A parte eventuali errori o approssimazioni di rilevamento e di calcolo, scegliendo opportunamente le stelle da osservare (per esempio con azimut differenti fra di loro di circa 120°) si possono ottenere punti con approssimazione accettabili.

Una interessante applicazione del sistema astronomico è quella realizzata per le capsule Apollo per la navigazione spaziale; esso è costituito da apparecchiature che acquisiscono, rilevano e inseguono alcune determinate stelle; la posizione è ottenuta misurando ed elaborando dati d'argomento angolare rispetto alla verticale locale; tale sistema è integrato da apparecchiature SINS (Shipboard Inertial Navigation System).

4. Sistemi acustici.

Di uso limitato a particolari zone costiere è basato sulla determinazione della posizione in relazione di rilevamenti di segnali acustici emessi da sorgenti ben determinate.

5. Sistemi inerziali.

Con tali sistemi, partendo da una posizione nota e ben determinata è possibile ricavare con elevata precisione successive posizioni della nave — entro un determinato arco di tempo — con l'uso di accelerometri sensibili alle variazioni del moto e giroscopi che forniscono dati di direzione.

Tali sistemi offrono prestazioni notevoli specialmente sulla determinazione della velocità e rotta istantanea; in generale non possono essere impiegati da soli; ma integrano altri sistemi, fornendo nell'insieme elevatissime prestazioni (navigazione spaziale).

6. Sistemi elettronici di radiolocalizzazione con emittenti a terra.

Sono basati sulla tecnica delle trasmissioni a radiofrequenza; la definizione del punto è ottenuta attraverso l'elaborazione di particolari segnali emessi da emittenti a terra.

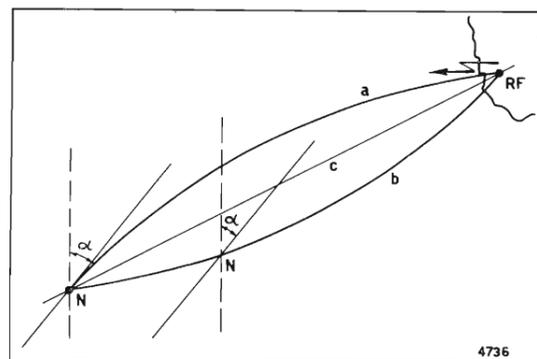


Fig. 2. — Scostamenti fra le congiungenti sulla superficie sferica terrestre fra il punto nave N e la stazione radiogoniometrica RF. a = ortodromia = percorso più breve; b = isoazimutale = linea di uguale azimut; c = lossodromia = luogo di rilevamento costante su carte a proiezione di Mercatore; α = angolo di rilevamento a radiofrequenza.

6.1. RADIOGONIOMETRO.

Rappresenta uno dei sistemi più semplici di navigazione elettronica; la nave riceve un segnale emesso da un radiofaro e — mediante un'antenna speciale — effettua una misura di angolo.

Sebbene sia possibile ascoltare i segnali dei radiofari fino a 400 miglia, l'uso di tale sistema deve intendersi limitato a 50 miglia per le seguenti ragioni: la propagazione delle onde radio avviene secondo il percorso più breve, cioè secondo un arco di cerchio massimo (ortodromia a di fig. 2) mentre la linea di posizione di uguale azimut è una curva che — per grandi distanze — si differenzia notevolmente dalla prima (b di fig. 2). Tale curva (linea isoazimutale) si discosta a sua volta dalla linea che, su carte a proiezione di Mercatore, rappresenta il luogo di posizione di rilevamento costante (lossodromia c di fig. 2) (1).

Dalla figura 2 si desume che il rilevamento isoazimutale può confondersi col rilevamento lossodromico solo se i due punti N ed RF sono tanto vicini da poter considerare sovrapposte le tre linee a, b, c. Quanto sopra evidenzia — anche in un caso semplice — la difficoltà alla quale si va incontro quando si debbono conciliare problemi propri delle telecomunicazioni con problemi di posizioni su una sfera rappresentata in un piano (carte nautiche).

6.2. SISTEMI IPERBOLICI.

Tali sistemi sono tutti basati sulla determinazione della differenza di distanza fra un punto di posizione non nota, rispetto a due punti di posizione nota: per le note proprietà dell'iperbole tutti i punti a differenza di distanza costante debbono trovarsi su un ramo di iperbole i cui fuochi coincidono con i punti di posizione note.

Fra i sistemi più importanti citiamo:

- il sistema Loran che impiega treni di impulsi di $50 \mu s$ con frequenza fino a 100 kHz;
- il sistema Decca che impiega onde continue con frequenze di emissione scelte fra le armoniche di una fondamentale comune;
- il sistema Omega che impiega onde continue con frequenza fra i $10 \div 14$ kHz.

6.2.1. Sistema Loran.

La misurazione della differenza di distanza, viene effettuata attraverso la misura della differenza dei tempi impiegati dalle radio-onde per arrivare allo stesso ricevitore da due emittenti fisse.

In linea di principio il sistema è costituito da una stazione emittente principale M (Master) e da più emittenti secondarie S (Slave); la stazione M trasmette un segnale nell'istante t_0 ; la stazione S riceve tale segnale dopo un tempo β (μs) e lo ritrasmette con un ritardo di Δ (μs). La differenza degli istanti di emissione da M ed S, sarà quindi: $(\beta + \Delta) \mu s$ e la differenza degli istanti di ricezione sarà:

$$t_R = (\beta + \Delta) + t_S - t_M$$

(1) La rappresentazione di una superficie sferica (la terra) su un piano è sempre affetta da imprecisioni che dipendono dalle convenzioni adottate.

essendo t_S e t_M rispettivamente il tempo impiegato dalle radio-onde per arrivare al ricevitore R dalle due stazioni, rispettivamente S ed M.

Il luogo dei punti con tale differenza di tempo costante è un ramo di iperbole che passa dal ricevitore R; se, analogamente, si esegue un'altra misura di differenza di tempo fra stazione M e una seconda stazione S_2 , si ottiene una seconda iperbole, che intersecando la prima, determina un punto che è la posizione del ricevitore R.

Il sistema Loran C usa solo trasmissioni dirette a bassa frequenza; l'onda riflessa è annullata da particolari accorgimenti tecnici, fra cui la comparazione di fase della frequenza portante.

Esistono a tutt'oggi 8 catene Loran C operanti nel mondo per un totale di 30 trasmettenti.

6.2.2. Sistema Decca.

È un sistema di navigazione iperbolica che impiega la comparazione di fase di sistemi di radio-onde persistenti emesse contemporaneamente da una stazione principale che trasmette ad una frequenza di 6×14 kHz e da stazioni ripetitrici che trasmettono ad una frequenza di 5×14 kHz, 8×14 kHz, e 9×14 kHz rispettivamente. Ogni differenza di fase misurata fra le emissioni dalla stazione principale ad ognuna delle stazioni ripetitrici rappresenta una linea iperbolica di posizione; l'intersezione di due o più linee definisce il punto nave.

6.2.3. Sistema Omega.

Tale sistema è basato anch'esso sulla comparazione di fase di radio-onde a bassa frequenza ($10 \div 14$ kHz) ed assicurerà — quando sarà completo — una copertura totale.

Tutti i sistemi elettronici a cui si è fin qui fatto cenno, basandosi su radiosegnali emessi da stazioni a terra, non possono assicurare la stessa accuratezza del punto in una qualsiasi località; per i sistemi a copertura parziale (Loran, Decca) l'incertezza esistente al limite di copertura rende pressoché inefficace l'uso del sistema in quelle zone; anche il sistema a copertura totale (Omega) — quando sarà completato — non potrà assicurare nelle zone ad elevata latitudine un sufficiente grado di precisione.

Il sistema astronomico rappresenta forse l'unico sistema a copertura veramente totale e con un grado di precisione teoricamente uguale in ogni punto della terra. Tuttavia le condizioni meteorologiche limitano fortemente le sue prestazioni; per superare tale inconveniente si dovrebbe ricorrere alla radioastronomia, per conoscere l'altezza della stella attraverso i segnali da essa emessi; com'è noto questo non è possibile, almeno per ora.

La sostituzione delle stelle con satelliti, atti a trasmettere segnali efficaci e fornire inoltre elementi utili alla navigazione, può sembrare la soluzione più logica, anche se la determinazione del tipo di orbita da assegnare pone un problema di per se stesso di difficile soluzione.

7. Sistemi di navigazione elettronica via satellite.

Allo stato attuale la tecnica della navigazione via satellite ci presenta due soluzioni:

— Satelliti tipo «transit» ad orbite polari.

— Satelliti tipo «stazionario» ad orbita pressoché equatoriale.

Con i satelliti del primo tipo si effettua una misura di differenza di distanza. Le sue caratteristiche fondamentali sono:

— copertura totale; disponibilità intermittente.

Con i satelliti del secondo tipo si effettua una misura di distanza. Le sue caratteristiche fondamentali sono:

— copertura non totale; disponibilità continua.

Il sistema di navigazione con satelliti tipo «transit» è già stato attuato con risultati soddisfacenti; il suo impiego va rapidamente diffondendosi su navi sia militari sia mercantili.

Il sistema di navigazione con satelliti stazionari è ancora in fase di studio (bibl. 2) e ne daremo qui solo un rapido cenno.

7.1. NAVIGAZIONE VIA SATELLITI STAZIONARI. PROGETTO DIOSCURI.

Il sistema prevede l'impiego di 8 satelliti stazionari in un piano equatoriale; distanziati in modo da coprire una fascia terrestre fino al 75° di latitudine Nord e 45° di latitudine Sud e da altrettante stazioni a terra; tali stazioni inviano segnali che, riflessi sui satelliti e sulla nave ritornano alle stazioni in un intervallo di tempo dal quale è possibile risalire alla distanza della nave dai due satelliti.

Studiato principalmente per il traffico aereo per il quale è indispensabile avere la conoscenza a terra della posizione degli aerei specialmente su zone a traffico intenso (per esempio Atlantico del Nord) il sistema Dioscuri può essere utile impiegato anche per la localizzazione del traffico marittimo.

La ricerca del punto nave — su richiesta dell'utente — è effettuata da una stazione a terra; il sistema è basato su misure di distanza della nave dai due satelliti S_1 e S_2 . Chiamando con d_1 e d_2 tali distanze, ovviamente la nave dovrà trovarsi sulla intersezione con la superficie terrestre di due sfere aventi raggio rispettivamente d_1 e d_2 ; nota l'altezza del satellite tali linee di intersezione diventano i luoghi di posizione che rilevano il satellite secondo un'altezza costante; l'incontro dei luoghi di posizione così determinati definiscono il punto nave. Rimane l'ambiguità sul segno della latitudine ma questo fatto non costituisce una reale difficoltà.

Le misure di distanza vengono effettuate a terra misurando i due diversi intervalli di tempo, t_1 e t_2 ,

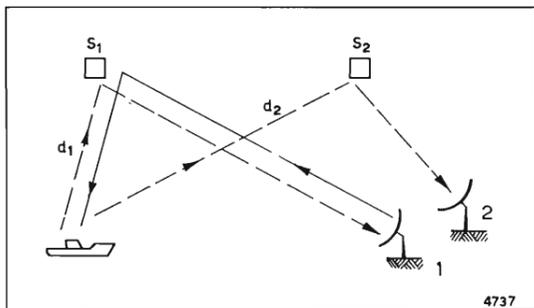


Fig. 3. — Determinazione delle distanze d_1 e d_2 per la definizione del punto nave con due satelliti S_1 e S_2 .

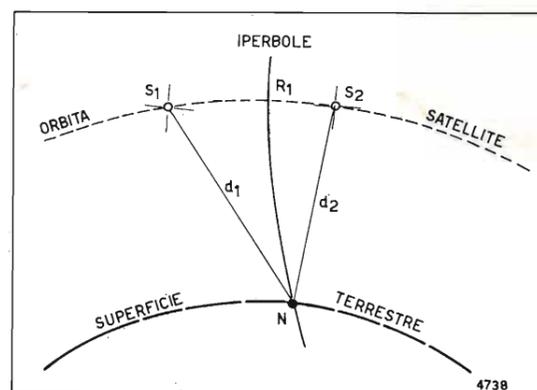


Fig. 4. — Ramo di iperbole ottenuto come intersezione fra l'iperbole di posizione e il piano S_1, S_2, N (piano del foglio) in cui S_1 e S_2 sono le posizioni del satellite negli istanti t_1 e t_2 ed N è la posizione della nave.

impiegati dalle radio-onde per percorrere le due traiettorie indicate in figura 3 e cioè:

— t_1 : terra 1, S_1 , nave, S_1 , terra 1;

— t_2 : terra 1, S_1 , nave, S_2 , terra 2.

Essendo note le posizioni delle due stazioni a terra 1 e 2 e quelle istantanee dei due satelliti la misura di t_1 e t_2 consente di determinare le due distanze d_1 e d_2 .

Anche in questo caso il luogo di posizione è una circonferenza come per la navigazione astronomica; ne differisce in quanto il luogo di posizione è definito da una distanza mentre in quest'ultima è definito da un angolo.

Come si vede il sistema semplice nella sua impostazione, ma presenta l'inconveniente che la precisione del punto è strettamente legata al valore della latitudine. Si è già rilevato infatti che a forti latitudini il sistema non è agibile anche perché, trattandosi di satelliti ad orbite equatoriali, l'angolo sull'orizzonte secondo cui è visto il satellite decresce e l'errore cresce conseguentemente. Il sistema dovrebbe essere quindi integrato da altre fonti di localizzazione (Loran, Omega, ecc.).

7.2. NAVIGAZIONE VIA SATELLITE TIPO «TRANSIT».

La ricerca del punto nave è basata sul noto principio delle variazioni di frequenza che si riscontrano quando la distanza fra il trasmettitore e il ricevitore cambia durante la ricezione (effetto Doppler); nel caso in esame, quando un satellite passa in prossimità di un ricevitore installato sulla nave la variazione di distanza è dovuta al moto del satellite nella sua orbita, alla rotazione della terra e al moto della nave.

Se il satellite si avvicina, da una posizione S_1 (fig. 4) ad una posizione S_2 , vengono ricevuti cicli aggiuntivi a causa della riduzione del numero di lunghezze d'onda lungo il sentiero di propagazione; ogni ciclo ricevuto in più (ciclo doppler) significa che il satellite si è avvicinato di una lunghezza d'onda. Il conteggio dei cicli doppler ricevuti fra l'istante t_1 quando il satellite si trova nella posizione S_1 e l'istante t_2 , quando esso si trova nella posizione S_2 è la misura diretta (espressa in lunghezze d'onda) della variazione di distanza fra la nave e il satellite nelle due posizioni S_1 e S_2 . Pertanto indicando con n_{12} il numero di cicli doppler contati fra gli istanti t_1 e t_2 nei quali il satellite assume rispettivamente le posizioni S_1 e S_2 e con λ_G

la lunghezza d'onda trasmessa da terra (costante e nota con precisione) la differenza d fra le due distanze d_1 e d_2 (fig. 4) a cui si trova il satellite nei due istanti sopra considerati è data da:

$$d = d_1 - d_2 = n_{12} \lambda_G.$$

Per brevi intervalli di tempo $n_{12} = \Delta f \cdot \Delta t$ dove Δf è la variazione della frequenza ricevuta (2) rispetto a quella costante trasmessa e Δt l'intervallo di tempo considerato.

Si è ricavata così la differenza di distanza fra la nave e il satellite nelle due posizioni in funzione del numero n_{12} dei cicli doppler ricevuti in un dato intervallo di tempo. Poiché le posizioni S_1 ed S_2 del satellite possono essere calcolate la nave dovrà trovarsi in un luogo di posizione tale che ogni suo punto abbia una differenza costante di distanza dai due punti S_1 ed S_2 . Nello spazio tale luogo è un iperboloido con i fuochi in S_1 e S_2 pertanto il ricevitore deve trovarsi lungo la linea di intersezione di tale iperboloido con la superficie della terra (fig. 4).

Un successivo conteggio fra gli istanti t_2 e t_3 per il satellite nelle posizioni S_2 ed S_3 , definirà una seconda iperbole; l'intersezione delle due iperboli definisce il punto nave. L'operazione può essere ripetuta più volte come è indicato in figura 5.

Poiché non è ovviamente possibile tracciare su carte nautiche il reticolo delle iperboli così definite, è necessario che il ricevitore esegua le operazioni per la risoluzione numerica del problema. Tali operazioni sono:

- 1) definizione delle coordinate del satellite in un determinato istante t_1 , su un sistema di coordinate inerziali, il cui asse Z coincide con l'asse terrestre e l'asse X coincide con la linea di intersezione del piano dell'orbita col piano dell'eclittica;
- 2) trasporto delle coordinate geografiche stimate della nave nello stesso sistema inerziale prima definito;
- 3) definizione della distanza fra satellite e nave, ricavata come differenza delle coordinate analoghe del satellite e della nave;
- 4) ripetizione delle operazioni per la posizione del satellite nell'istante t_2 ;
- 5) definizione della differenza fra le due distanze così ricavate e paragone con quella ottenuta dal conteggio dei cicli doppler.

L'impostazione matematica di cui sopra porta — con opportuni passaggi — ad un sistema di equazioni lineari non omogenee nelle incognite latitudine λ e longitudine φ (incrementi delle coordinate geografiche del punto nave); i coefficienti e i termini noti di tali equazioni contengono ovviamente gli elementi dell'orbita del satellite.

Prima di procedere oltre è opportuno un breve richiamo sulla teorica Kepleriana delle orbite a gradiente di gravità.

Per individuare l'orbita di un satellite è necessario

(2) In realtà per non confondere la ricezione della stazione di terra con quella del satellite su questo viene effettuata una trasposizione di frequenza per cui la frequenza trasmessa da questo è di 32 kHz inferiore a quella di terra; pertanto la frequenza ricevuta dal satellite, nonostante l'effetto doppler, è sempre minore di quella trasmessa da terra, sia che il satellite si avvicini (aumento della frequenza) sia che si allontani (diminuzione di frequenza).

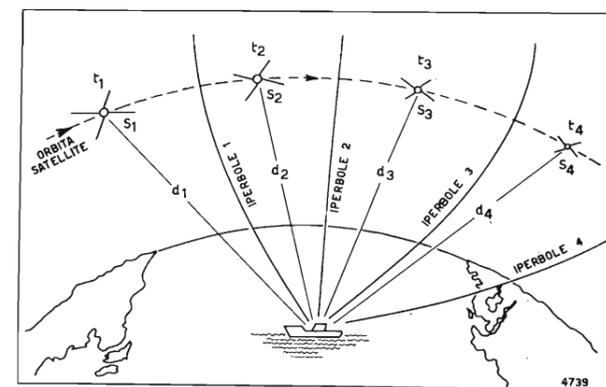


Fig. 5. — Definizione della posizione come intersezione di iperboli, ciascuna definita come in figura 4.

conoscere (bibl. 3) i seguenti «parametri kepleriani»:

- la posizione del piano orbitale: ciò è ottenuto individuando l'angolo i che il piano orbitale forma col piano dell'eclittica;
- grandezza e forma dell'orbita: ottenute assegnando l'eccentricità e il semiasse maggiore;
- orientamento dell'orbita nel piano orbitale: ottenuto assegnando l'angolo ω cioè la distanza angolare dall'apogeo;
- tempo t : ottenuto individuando l'istante in cui il satellite è passato al perigeo.

Ciò posto la teoria delle orbite dà la possibilità di:

- calcolare gli elementi dell'orbita date le posizioni assunte dal satellite in tempo noti; questo calcolo viene effettuato dalle stazioni emittenti a terra;
- calcolare la posizione del satellite in istanti prefissati, dati gli elementi dell'orbita; questo calcolo è effettuato dalla stazione ricevente a bordo dalla nave.

È necessario quindi che il satellite comunichi in ogni istante sia gli elementi dell'orbita — costanti per 10 ÷ 12 ore — (parametri kepleriani), sia i parametri variabili in funzione del tempo (effemeridi) che individuano la posizione del satellite nell'orbita. Ogni satellite infatti — nella sua rotazione intorno alla terra con un periodo di 108 minuti — trasmette in continuità segnali a radiofrequenza in modulazione di fase, comunicando tutti gli elementi sopra definiti; tali segnali — contemporaneamente — forniscono gli elementi utili per la determinazione dei cicli doppler.

Il satellite potrebbe trasmettere in singola frequenza UHF; tuttavia il passaggio attraverso la zona ionosferica produce una rifrazione del segnale riducendo la precisione del conteggio dei cicli doppler. Per ridurre l'effetto della rifrazione viene adoperata una seconda frequenza di trasmissione molto più bassa; durante la trasmissione ambedue le frequenze vengono rifratte dalla ionosfera, però in differente maniera. L'uso delle due frequenze di trasmissione riduce, in termini pratici l'errore di rifrazione a meno di 0,005 miglia (circa 9 metri).

L'operatore è in grado di conoscere per ogni satellite e per ogni giorno il tempo del sorgere del satellite al meridiano di Greenwich e l'angolo di elevazione sull'orizzonte rispetto alla posizione stimata.

Dopo il sorgere del satellite sull'orizzonte e per un

angolo di elevazione compreso fra 10 e 75 gradi i segnali trasmessi sono costantemente ricevuti fino al tramonto del satellite stesso.

7.2.1. L'apparecchiatura ricevente.

L'apparecchiatura di bordo, per un sistema di navigazione NNSS (Navy Navigation Satellite System), è essenzialmente costituita da (bibl. 4):

- antenna completa di preamplificatori;
- gruppo ricevitore;
- elaboratore;
- telescrivente.

Il gruppo ricevitore è formato da due ricevitori per inseguimento automatico a controllo di fase (Phaselock tracking receiver), da un elaboratore (data processor), un generatore di potenza e un generatore di segnali di prova; quest'ultimo provvede a fornire segnali simulati, da usare durante le operazioni di manutenzione.

L'elaboratore elabora i dati provenienti dal gruppo ricevitore e fornisce alla telescrivente, mediante opportuno interfaccia le coordinate del punto; sulla stessa telescrivente vengono immersi in precedenza i dati riguardanti la posizione stimata (latitudine, longitudine, rotta, velocità).

Da questa strutturazione di base vengono derivate altre possibili soluzioni che si adeguano meglio alle particolari necessità dell'utente. L'elaboratore può

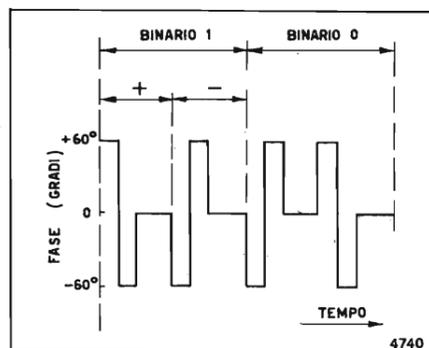


Fig. 6. — Caratteristiche di modulazione in codice binario.

essere incorporato nel gruppo ricevitore eliminando così la necessità della telescrivente. I dati di uscita dal gruppo ricevitore possono essere immagazzinati in nastri perforati o in altri sistemi di memoria, o scritti in gruppi di cifre su strisce, per una successiva elaborazione, coi sistemi disponibili a bordo.

La soluzione più aderente ai principi già espressi in merito all'elaborazione centralizzata dei dati riguardanti tutti i servizi di bordo è però quella che contempla l'invio diretto dei dati provenienti dal ricevitore (conteggio doppler, dati di rifrazione, dati dell'orbita del satellite) all'elaboratore di bordo; è così possibile ottenere valori altamente approssimati anche

(3) Codice protetto in cui ogni cifra, espressa come numero binario, è rappresentata dal numero binario aumentato della cifra 3. Questo codice ha la caratteristica che per ogni numero si ottiene il complemento a 9 mediante scambio degli «1» con gli «0». È utile per la segnalazione degli errori eventuali durante la trasmissione.

per i servizi di navigazione, come è possibile ottenerli per i servizi di propulsione o altri servizi di bordo.

I valori di: latitudine, longitudine, tempo, potrebbero comparire su un quadro (display) accanto a quelli riguardanti i dati degli altri servizi, dando così la possibilità al responsabile unico di avere una panoramica totale sull'andamento della nave.

7.2.2. Caratteristiche dei segnali ricevuti.

Il ricevitore misura e memorizza i dati doppler e quelli di rifrazione ionosferica; i segnali ricevuti hanno la frequenza f_R data da:

$$f_R = f_T - \Delta f + f_d$$

dove f_T = frequenza trasmessa = 400 MHz, Δf = scarto di frequenza della trasposizione effettuata sul satellite (offset frequency) = 32 kHz, f_d = frequenza doppler (± 8 kHz).

I dati sono ricevuti in modulazione di fase della frequenza portante e codificati in forma binaria; l'unità base di codificazione è il «doublet» e consiste di due intervalli di fase opposta seguiti da due intervalli di fase zero (fig. 6).

Nell'esatto intervallo di due minuti il satellite trasmette 6103 bit in 156 parole di 39 bit ciascuna più una parola di 19 bit. Viene usata solo una parola su sei per definire gli elementi necessari e dei 39 bit soltanto 36 vengono registrati; la codificazione è fatta con codice in eccesso 3 (3). La parola 2 rappresenta il segnale di sincronizzazione (meglio l'istante di ricezione dell'ultimo bit della parola 2 è quello che indica l'inizio dei due minuti in tempo universale). La parola 3 può essere ascoltata con una cuffia come un segnale a 400 Hz per la regolazione del cronometro di bordo.

7.2.3. Elementi essenziali per la determinazione del punto.

Come è stato detto la determinazione del punto consiste nella ricerca di luoghi di posizione; nella navigazione iperbolica essi sono:

- 1) i fuochi dell'iperboloide come prima definito;
- 2) la differenza delle distanze d della nave dai due fuochi.

La posizione dei fuochi coincide ovviamente con la posizione del satellite in due istanti successivi di due minuti. I dati trasmessi (parametri kepleriani) e le loro correzioni per ogni due minuti (effemeridi) consentono di individuare la posizione esatta del satellite all'inizio di ogni intervallo di tempo. La differenza di distanza d è rilevabile dal conteggio di cicli doppler, corretto per l'effetto della rifrazione ionosferica.

Interpretazione dei dati ricevuti: per ogni passaggio del satellite, i dati forniti dal ricevitore e stampati da una elettroscrittore, appaiono in successivi intervalli; ogni intervallo ha la durata di 2 minuti. Non appena il ricevitore ha captato il segnale e si è sincronizzato con la sua modulazione, il complesso stampante comincia a scrivere in ordine le informazioni che seguono (fig. 7):

Conteggio doppler: rappresenta il numero dei cicli doppler contati entro il periodo di 2 minuti.

Conteggio di rifrazione: rappresenta la variazione da apportare al conteggio doppler per effetto della rifrazione ionosferica.

Effemeridi: rappresentano le variazioni che bisogna apportare ai parametri kepleriani per ogni periodo di 2 minuti (incremento dell'anomalia eccentrica, incremento della lunghezza del semiasse maggiore dell'orbita). Tali dati si ripetono in sequenza; per ogni successivo periodo di 2 minuti il primo di essi è eliminato e un nuovo numero è aggiunto alla fine della serie originale.

Le prime due cifre della parola 4 cioè 11 nella quarta riga di figura 7, rappresentano l'istante, in tempo universale, dal quale si è iniziato il conteggio doppler, cioè rappresentano l'inizio dell'undicesimo intervallo di 2 minuti a partire dall'ora (in totale 22 minuti dopo l'ora).

Parametri Kepleriani. Rappresentano i dati invariabili rispetto al tempo, dell'orbita del satellite, riferite ad un sistema inerziale di coordinate.

L'insieme di questi dati rappresentano le informazioni fornite dal satellite; essi debbono ora essere elaborati attraverso un elaboratore incorporato nel sistema o un elaboratore di bordo, come per tutti i servizi.

L'elaboratore determina le coordinate del satellite e quelle del punto stimato in uno stesso sistema di coordinate; ne computa la distanza e confronta la differenza di distanza — per due punti successivi — con quella ricavata direttamente dall'effetto doppler. La soluzione è un processo iterativo nel quale ogni iterazione fornisce una correzione alle coordinate geografiche. Successive iterazioni producono correzioni sempre più piccole e il punto è determinato quando queste correzioni diventano minori di determinate quantità fissate a priori.

Nella figura 8 è riportato un esempio dei dati di entrata e di uscita dell'elaboratore.

8. Integrazione di sistemi di navigazione.

Per le sue caratteristiche intrinseche, il sistema NNSS risente, agli effetti della precisione, dell'approssimazione dei dati introdotti dall'utente al momento dell'elaborazione (latitudine, longitudine, velocità, rotta); qualunque sistema che permette di ottenere dati con un'approssimazione maggiore di quelli stimati e minori di quelli ottenuti con sistema NNSS, fornisce ovviamente un ottimo sistema d'integrazione atto a migliorare la precisione finale.

Si è riscontrato che il sistema Omega e il sistema NNSS rappresentano forse il migliore esempio d'integrazione, infatti il primo fornisce esempio di posizione più sicuri — in senso relativo — in maniera continua; il secondo fornisce dati di posizione più sicuri in senso assoluto ma in maniera discontinua; i dati di longitu-

LINE NO.	READ DOWN	2926706	3137572
	0000000		
	2000	1635	1876
1.	060490390	090179684	100730930
2.	090179684	100730930	110821264
3.	100730930	110821264	120871610
4.	110821264	120871610	130901950
5.	120871610	130901950	140892288
6.	130901950	140892288	000862570
7.	140892288	000862570	010802817
8.	000862570	010802817	020712990
9.	097995190	097995190	097995190
10.	837997570	837997570	837997570
11.	801898720	801898720	801898720
12.	800200790	800200790	800200790
13.	800019390	800019390	800019390
14.	807443090	807443090	807443090
15.	831759450	831759450	831759450
16.	800001890	800001890	800001890
17.	900043400	900043400	900043400
18.	824976990	824976990	824976990
19.	820279850	820279850	820279850
20.	845102690	845102690	845102690
21.	809999900	809999900	809999900
22.	199700000	199700000	199700000
23.	000000000	000000000	000000000
24.	000000000	000000000	000000000
25.	000000000	000000000	000000000
		3386541	
		1892	

Fig. 7. — Esempio di informazioni ricevute dal satellite.

dine e latitudine forniti in tempo reale dal sistema Omega possono essere immessi nel sistema NNSS nell'istante in cui ha inizio il conteggio dei cicli doppler, ottenendo così la completa automatizzazione della ricerca del punto nave.

Anche il sistema inerziale fornisce una buona integrazione, in quanto per brevi intervalli è in grado di fornire elementi di alta approssimazione specie per la velocità e la rotta.

Un particolare tipo di integrazione è costituito dal sistema doppler-sonar basato sul fatto che un segnale acustico riflesso sul fondo del mare subisce una variazione di frequenza proporzionale alla velocità della nave che può venire definita con una precisione dell'ordine di 0,5%.

9. Aspetti comuni ai sistemi di navigazione elettronica.

Come si è visto, in tutti i sistemi elettronici, il punto viene determinato dall'intersezione di due o più linee di posizione; ciascuna delle quali è affetta da errori derivanti, per citare solo i più importanti, da:

- anomalie sulla propagazione dei segnali;
- anomalie delle caratteristiche della ionosfera;
- anomalie della gravità.

11	----- Fiducial Time Mark	
+ 97995190	} Majority Voted Kepler Parameters (11)	
+ 37997570		
+ 01898720		
+ 00200790		
+ 00019390		
+ 07443090		
+ 31759450		
+ 00001890		
- 00043400		
+ 24976990		
+ 99999900		----- Satellite Identifier
2926706 1835	} Doppler and Refraction Counts (3)	
3137572 1876		
3386541 1892		
0000000 0000		
0000000 0000		
0000000 0000		
0000000 0000		
+017 + 968	} Majority Voted Ephemeris Data	
+073 - 093		
+082 - 126		
+087 - 161		
+090 - 195		
+089 - 228		
+086 - 257		
+080 + 281		
+071 + 299		
HR/MIN/LAT/LONG/CSE /SPD/ANT	} Data Entered By User	
17 52 34 -118 189 014 1167		
HR = + 16,99999		
MIN = + 51,99999		
LAT = 34,30750 N	} Computed Position Fix	
LON = 118,46430 W		
FREQ = 32010,16000	} Offset Frequency	
RESIDUALS		
+ 5,24684		
+ 4,53481		
+ .22670		
- .00000		
- .00000		
+ .00000		
+ .00000		
+ .00000		
+ .00000		
+ 3 ITERATIONS		

Fig. 8. — Esempio dei dati di entrata e di uscita dell'elaboratore.

La linea di posizione viene rappresentata assieme ad una fascia delimitata da due parallele alla linea di posizione teorica a distanza $\pm \sigma$ come è indicato in figura 9. Entro tale fascia sono contenuti gli errori normali. Il valore di σ dipende dalla percentuale dei valori rilevati che debbono collocarsi entro la fascia; per esempio se si vuole che il 95% dei valori siano contenuti entro la fascia, σ risulta maggiore che nel caso che ci si accontenti di far entrare nella fascia il 90% dei valori rilevati.

L'intersezione di due linee di posizione, ciascuna delle quali raffigurata con le due fasce di deviazione normale $\pm \sigma_1$ e $\pm \sigma_2$ determina una zona entro la quale ogni rilevamento può essere affetto da errori fino a $\pm \sigma_1$ e $\pm \sigma_2$ che si combinano vettorialmente; perciò tale zona è racchiusa da un'ellisse i cui punti P

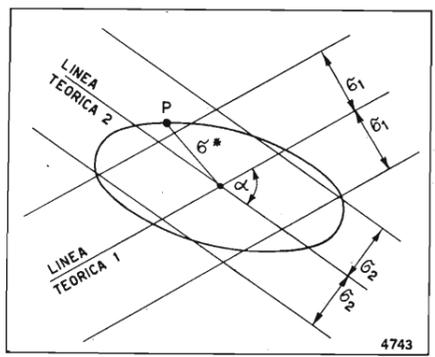


Fig. 9. — Ellisse di errore dipendente dalla combinazione dalla larghezza delle due fasce di errore $\pm \sigma_1$ e $\pm \sigma_2$.

sono affetti da un errore limite pari al vettore σ^* di figura 9.

Le dimensioni di tale ellisse, la direzione e la misura degli assi, dipendono anche dai valori di σ_1 e σ_2 , ma in maniera preponderante dall'angolo α . Diminuendo tale angolo l'ellisse diventa fortemente schiacciato ed aumenta notevolmente l'area d'errore. Adoperando un noto schema di calcolo (bibl. 6) si ha per esempio:

- per $\alpha = 60^\circ$ $\sigma_1 = 50$ metri $\sigma_2 = 30$ metri
- si ha: $\sigma_x = 61$ metri $\sigma_y = 20$ metri
- essendo σ_x e σ_y i valori degli errori lungo gli assi principali dell'ellisse d'errore.
- Per $\alpha = 5^\circ$ con gli stessi valori di σ_1 e σ_2 si ha:
 - $\sigma_x = 50$ metri $\sigma_y = 1.000$ metri
 - per $\alpha = 2,5^\circ$ $\sigma_x = 50$ metri $\sigma_y = 10.000$ metri
 - per $\alpha = 1^\circ$ $\sigma_x = 50$ metri $\sigma_y = 200.000$ metri

Come si vede dunque l'affidabilità del sistema dipende dalla posizione della nave rispetto alle stazioni emittenti e in misura molto minore della distanza fra la nave e le stazioni; per esempio una nave che si trovi sulla linea congiungente tre stazioni emittenti allineate, non è in grado di conoscere la sua posizione.

Tale situazione è valevole per ogni sistema di navigazione elettronica compresa quella via satellite; come si è visto infatti, per il sistema Dioscuri, la localizzazione di una nave che si trovi sull'equatore non è possibile, e con i satelliti di tipo transit è ugualmente impossibile la localizzazione di una nave che si trovi nel piano dell'orbita del satellite.

Per il sistema di navigazione via satellite tipo «transit» non è ovviamente possibile definire una ellisse di errori, in quanto non essendo fisso rispetto alla terra, né rispetto ad una terna inerziale il punto di riferimento (satellite), manca la possibilità di definire i fasci di linee di posizione; lo stesso avviene per la navigazione astronomica, per la quale è possibile però servirsi dell'uso di tavole a soluzione diretta. Esistono quindi nei sistemi di navigazione elettronica limitazioni di impiego derivanti dalle stesse caratteristiche intrinseche dei sistemi stessi; tuttavia all'atto pratico tali limitazioni sono ridotte al minimo con i seguenti accorgimenti:

- sistemazione dei gruppi di emittenti (Loran, Omega) in modo tale da coprire tutte le zone di mare ove il traffico è più intenso (figure 10, 11, 12, 13);
- sistemazioni di emittenti Decca disposti in catena,

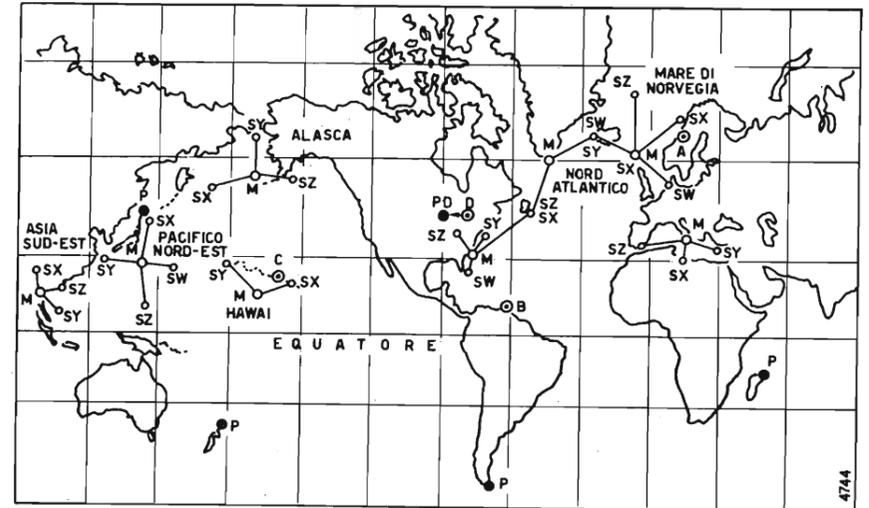


Fig. 10. — Posizioni delle stazioni trasmettenti Loran ed Omega nel mondo. Ogni rete Loran comprende una stazione principale M (Master) e tre ripetitrici (Slave) SX, SY, SW. Le stazioni Omega già installate sono indicate A, B, C, D, quelle da installare sono indicate P.

in modo da assicurare una copertura totale su una fascia costiera (fig. 14);
 — effettuazione — nei sistemi più avanzati — per mezzo di un elaboratore di iterazioni successive per determinare la rapida convergenza dei valori approssimati (incrementi di latitudine e longitudine).
 Il problema della localizzazione di una nave, oltre ad avere una fondamentale importanza ai fini della si-

cura dell'uomo in mare, assume — nella vita moderna — anche una indifferibile esigenza di carattere economico dovuto al costo del trasporto.
 La navigazione per la via più breve (ortodromica, fig. 2) costringe ad una variazione di rotta pressoché continua che può essere effettuata solo se la serie di punti nave è di immediata individuazione e di elevata precisione.
 D'altra parte una riduzione dell'errore sul punto comporta notevoli complicazioni aggiuntive; la necessità di ricorrere ai satelliti per ottenere un'alta precisione comporta la necessità di avere a bordo dell'utente un elaboratore e di trasmettere i dati su due radiofrequenze diverse per minimizzare gli effetti della

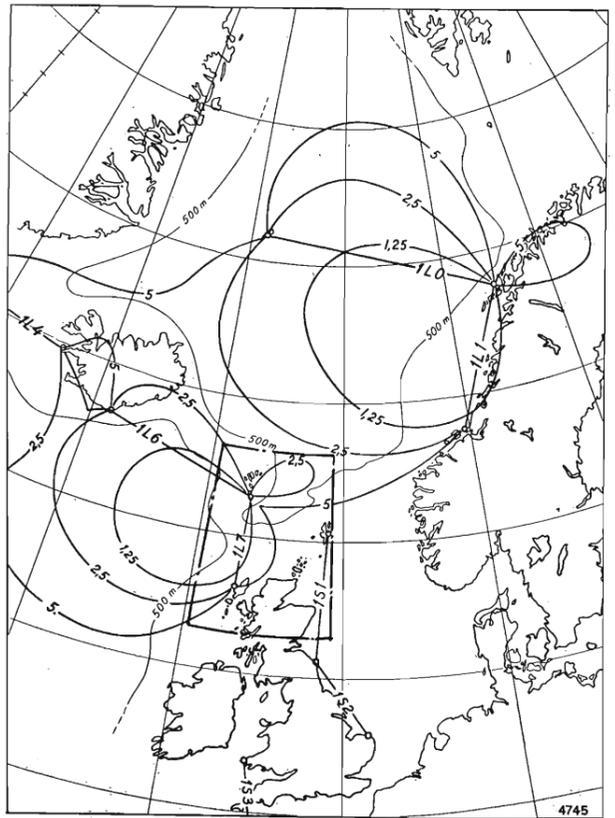


Fig. 11. — Area di copertura Loran per l'Atlantico del Nord. Contorni (al 65% di errore) in miglia. (Da: Electronic Aids to Navigation for the Fisheries and other Users).

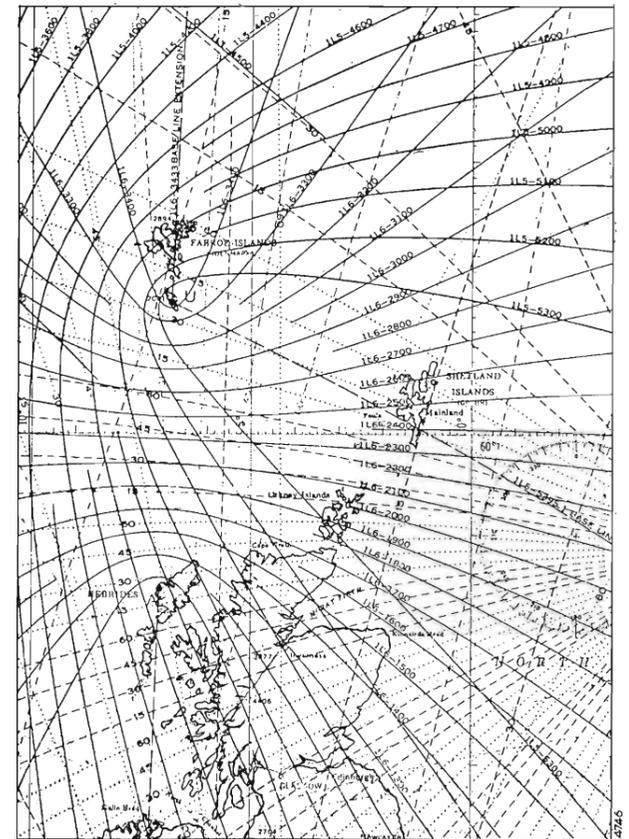


Fig. 12. — Parte di una carta Loran di navigazione per l'Atlantico del Nord (riguarda l'area racchiusa nel contorno a punto e tratto della figura 11).

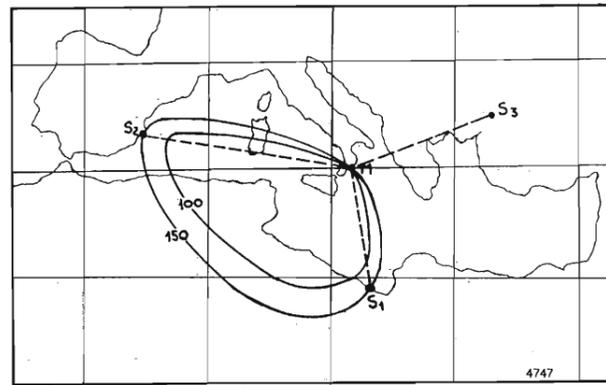


Fig. 13. — Area di copertura del sistema Loran per il bacino Sud-Occidentale del Mediterraneo. (Contorni al 65% di errore) in miglia.

Il problema della ricerca del punto nave con elevato grado d'approssimazione è quindi uno dei compiti più ardui fra tutti quelli nei quali l'elettronica si è cimentata, soprattutto se tale problema deve essere contenuto in limiti di costi e di manutenzione accettabili.

(1224)

BIBLIOGRAFIA

1. - VAN ETEN J. P.: *Navigation systems: fundamentals of low and very-low frequency hyperbolic techniques*. « Electrical Communications », Vol. 45. N. 3, 1970.
2. - MANUALI B.: *Le projet Dioscures système de telecommunications de controle du trafic aérien et de navigation par satellites*. « Journal des Télécommunications », Vol. 36, 11-1969.
3. - ARMELLINI G.: *Astronomia e geodesia*. « Enciclopedia Scientifica Monografica », Ed. Bompiani.
4. - CHERNOF J.: *Exigences imposées aux équipements de navire pour la navigation e le positionnement par satellite*. « Revue des Télécommunications », Vol. 44, N. 2, 1969.

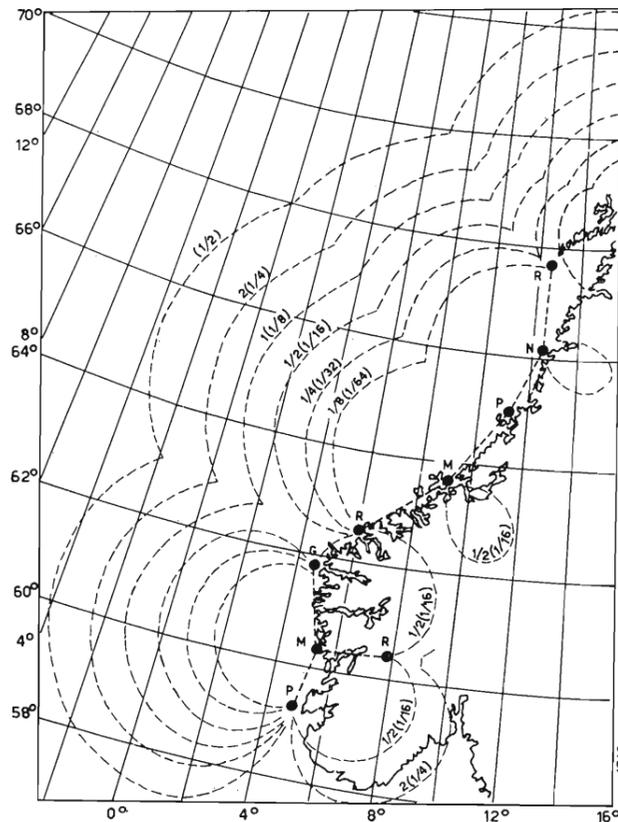


Fig. 14. — Catena di emittenti Decca lungo le coste Norvegesi.

5. - MILITANO G.: *Automazione dei servizi di navigazione. La navigazione via satellite*. « Atti del Convegno alla Fiera Internazionale delle comunicazioni ». Genova, 18 ottobre 1969.
6. - *Navigation systems: Fundamentals of low and very-low frequency hyperbolic techniques*. « Electrical communication », Vol. 45, N. 3, 1970.



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 stati 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 9 - 00187 Roma

PROVE DI PROPAGAZIONE NELLE BANDE 7 E 11 GHz

R. GAUDIO - P. BOCCARDO (*)

SOMMARIO - Si espongono i risultati di prove di propagazione effettuate su due collegamenti a microonde a 7 GHz e a 11 GHz tra Andrate e Torino, in vari periodi, per una durata complessiva di circa sei mesi. È risultato che la neve costituisce la limitazione più grave per l'uso dei collegamenti ad onde centimetriche. Le attenuazioni da pioggia, pur essendo nella banda 11 GHz 4-5 volte più intense, e 10 volte più frequenti rispetto alla banda a 7 GHz, non hanno nel complesso compromesso il buon funzionamento del collegamento. Anche in condizioni di tempo sereno, le evanescenze nella banda 11 GHz sono circa 10 volte più frequenti che nella banda 7 GHz.

SUMMARY — *Propagation tests at 7 GHz and 11 GHz.* This paper deals with the results of propagation tests carried out on two microwave links at 7 GHz and at 11 GHz between Andrate and Turin, in different periods for a total duration of about 6 months. Snow seems to be the heaviest limitation for the centimeter wave links. The attenuations due to rain were found to be four-five times deeper and ten times more frequent at 11 GHz than at 7 GHz, but did not affect the overall link performance. Under fine weather conditions, the fadings at 11 GHz are about ten times more frequent than the fadings occurring at 7 GHz.

1. Introduzione.

La necessità di nuovi canali per le comunicazioni elettriche richiede l'uso di frequenze sempre più alte. In particolare, per i collegamenti televisivi e telefonici in ponte radio, dopo l'occupazione completa della banda a 7 GHz, sono in studio da qualche anno apparecchiature operanti nella banda 10,7-11,7 GHz destinata in sede internazionale a tale tipo di collegamenti, e si sta pensando all'impiego di frequenze ancora più elevate nelle bande di 18 e 35 GHz.

Come è noto, l'impiego di frequenze superiori a 10 GHz è soggetto a restrizioni più gravose di quello delle bande inferiori a causa dell'influenza che le perturbazioni meteorologiche hanno sulla propagazione. Nel caso di collegamenti terrestri in visibilità ottica la propagazione è disturbata sostanzialmente da due fattori: a) le precipitazioni atmosferiche (pioggia, neve, ecc.) che producono attenuazioni supplementari del segnale ricevuto, crescenti al crescere della frequenza e al crescere dell'intensità della precipitazione; b) variazioni irregolari di temperatura, pressione e umidità che si presentano in assenza di precipitazioni e che provocano variazioni del gradiente dell'indice di rifrazione atmosferico; ne conseguono condizioni anormali di propagazione (rifrazioni anormali, percorsi multipli) che causano evanescenze caratteristiche di vari tipi.

Già dal tempo della seconda guerra mondiale sono in corso ricerche teoriche e indagini sperimentali su questi fenomeni, specie per quanto concerne la corrispondenza tra precipitazioni atmosferiche e attenuazione delle onde radio (vedi ad esempio bibl. 1), ricerche di recente estese alla attenuazione di radiazioni provenienti dallo spazio extraterrestre, in vista delle comunicazioni con satelliti (misura di radiazioni solari,

bibl. 2). Anche in Italia è in svolgimento o in programma una considerevole mole di studi sulla propagazione a frequenze superiori a 10 GHz (bibl. 3, 4, 5).

La presente relazione si riferisce a prove di propagazione effettuate su una tratta tipica in ponte radio, dal ripetitore RAI di Andrate al Laboratorio Ricerche RAI in Torino, con un collegamento di prova costituito da due fasci in parallelo, operanti nelle bande 7 e 11 GHz. L'indagine è stata condotta per eseguire un confronto tra le caratteristiche di propagazione nelle due bande di frequenze, che vengono impiegate per i collegamenti mobili a microonde per riprese esterne televisive; si pensa infatti di impiegare nuovi ponti radio operanti nella banda a 11 GHz in aggiunta ai ponti a 7 GHz, già da anni in esercizio.

2. Apparato sperimentale.

Il collegamento sperimentale è stato realizzato con ponti radio mobili per riprese esterne televisive.

I trasmettitori, uno sintonizzato a 6,8 GHz e l'altro a 11,75 GHz entrambi a polarizzazione orizzontale sono stati sistemati al ripetitore RAI di Andrate (m 853 s.l.m.). Per entrambi l'oscillatore è un clistron reflex con potenza d'uscita 1 W; sono state impiegate antenne a riflettore parabolico di diametro 1,20 m, aventi guadagno di circa 40 dB a 11 GHz e 36 dB a 7 GHz.

I ricevitori sono stati sistemati sulla torre del Laboratorio Ricerche (m 236 + 37 s.l.m.), con antenna a paraboloide uguale a quella dei trasmettitori. In parallelo agli strumenti che indicano l'intensità di campo ricevuto è stato collegato un registratore scrivente a due piste, per la registrazione continua del segnale ricevuto.

La lunghezza della tratta, il cui profilo altimetrico è riportato in figura 1 è di 58 km, e ad essa corrisponde una intensità calcolata di campo al ricevitore dell'ordine di -42 dBm a 7 GHz e di -39 dBm a

(*) Dott. ing. Renato Gaudio, p. i. Paolo Boccardo della RAI.

Dattiloscritto pervenuto il 18 giugno 1971.

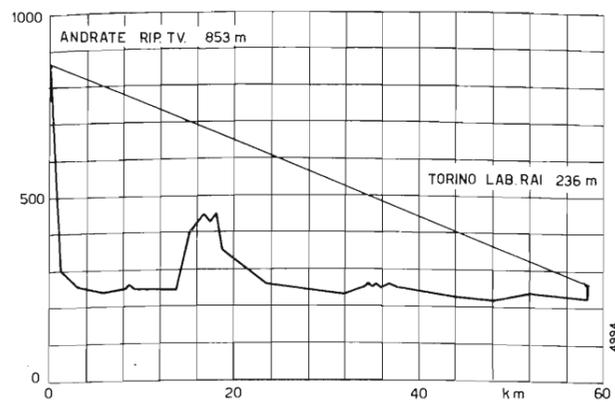


Fig. 1. — Profilo altimetrico della tratta.

11 GHz (valori teorici per propagazione nello « spazio libero »). Poiché il circuito di misura dà indicazioni attendibili fino a -70 dBm, si può prevedere di misurare attenuazioni fino a circa 30 dB per entrambe le frequenze.

Per le eventuali correlazioni delle misure coi dati meteorologici si è fatto ricorso ai pluviografi del Servizio Idrografico del Po, dislocati sul percorso come illustrato sulla figura 2.

3. Risultati delle misure.

Le misure qui riportate si riferiscono al periodo 24 dicembre 1970-2 maggio 1971 e al periodo precedente 24 aprile 1970-10 giugno 1970 in cui era funzionante, in parallelo ai precedenti, un terzo fascio a 11,2 GHz, polarizzazione verticale. Esse coprono quindi quasi tutto l'arco invernale e primaverile. I dati di un breve periodo (23 dicembre 1969-12 gennaio 1970) ancora precedente (bibl. 6) sono riportati ove occorra, a titolo di confronto. I tre periodi coprono un totale di 4.584 ore di osservazione.

Vengono esaminate nel seguito le attenuazioni prodotte da neve e pioggia (par. 3.1) e le evanescenze prodotte da inhomogeneità dell'atmosfera (par. 3.2).

3.1. ATTENUAZIONI PRODOTTE DALLE PRECIPITAZIONI ATMOSFERICHE.

Come è noto, la attenuazione provocata dalla pioggia è dovuta sostanzialmente a fenomeni di rifrazione e riflessione multipla che avvengono all'interno delle singole gocce, e che fanno sì che una parte sensibile dell'energia elettromagnetica venga diffusa in direzioni diverse dalla direzione di propagazione. La dispersione di energia è tanto maggiore quanto maggiore è il rapporto tra diametro delle gocce e la lunghezza d'onda; l'attenuazione cresce quindi al crescere della frequenza radio e della intensità di pioggia. Queste considerazioni, che sono alla base del calcolo teorico della attenuazione dovuta a pioggia (bibl. 1), si possono ritenere valide qualitativamente anche nel caso della neve.

Si espongono qui i risultati sperimentali ottenuti in occasione delle neviccate e delle piogge osservate.

Neve. Le neviccate che hanno prodotto attenuazioni

superiori a 10 dB sono state 9 per 11,75 GHz e 5 per 6,8 GHz.

Le misure hanno confermato quanto già constatato da vari autori (vedi ad esempio bibl. 7) e cioè che la neve produce, specie nella banda 11 GHz, attenuazioni notevolissime come durata e come profondità.

La figura 3 riporta i diagrammi rilevati durante due neviccate particolarmente intense. La prima (21 gennaio 1971) ha completamente attenuato il segnale 11,75 GHz, provocando lo sganciamento del controllo automatico di frequenza del ricevitore. L'attenuazione a 7 GHz è stata di 23 dB per più di tre ore e mezzo. Sembra di poter escludere che attenuazioni così forti siano dovute ad accumulo di neve sulle antenne, poiché la « risalita » del segnale è stata graduale, in coincidenza col termine della neviccata.

In figura 4a) sono riportate le durate degli affievolimenti più importanti osservati in funzione dell'attenuazione superata a 11,75 GHz; esse sono, per la neve, dell'ordine di alcune ore.

In figura 4b) sono riportate le attenuazioni contemporanee, alle due frequenze, dovute alle neviccate. Per le neviccate di dicembre e di gennaio i punti tendono a disporsi, sia pure con notevole dispersione, attorno ad una retta corrispondente ad un rapporto attenuazione a 11,75 GHz/attenuazione a 6,8 GHz pari a 2,2. Le neviccate di fine gennaio-febbraio e marzo hanno dato luogo invece ad un rapporto 3,75. La differenza si potrebbe imputare al fatto che nel secondo caso la neve era bagnata, essendo la stagione più avanzata.



Fig. 2. — Dislocazione nella tratta dei pluviografi del Servizio Idrografico del Po.

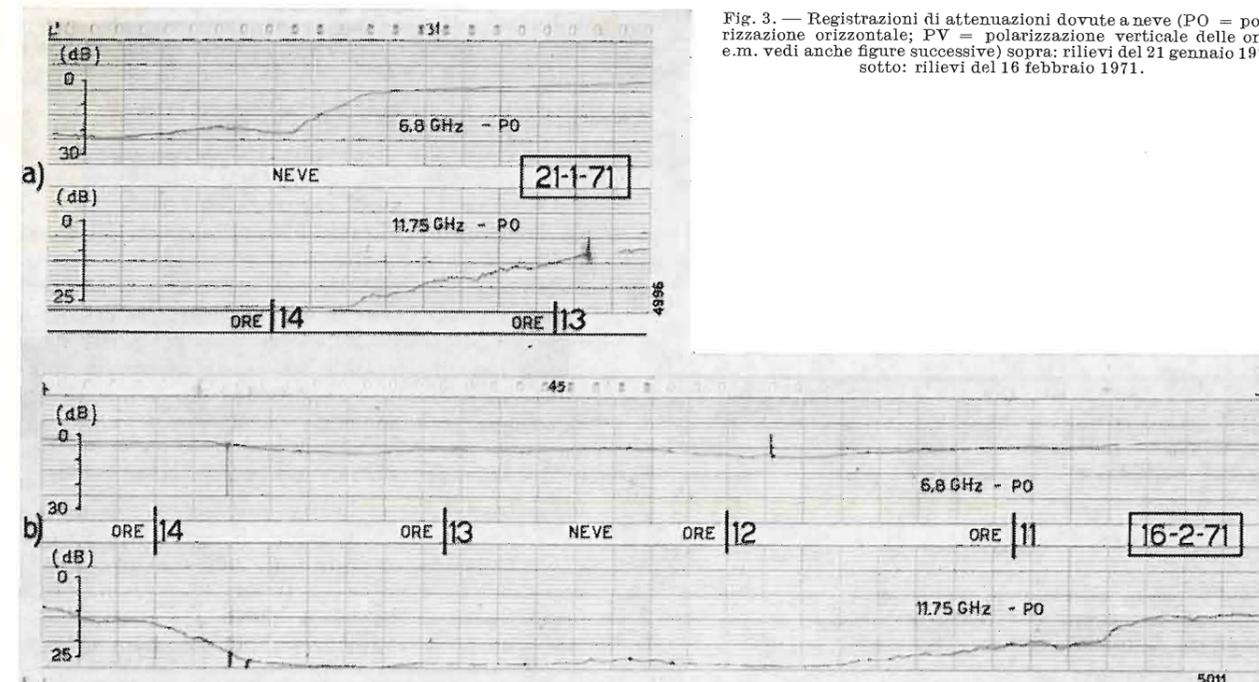


Fig. 3. — Registros di attenuazioni dovute a neve (PO = polarizzazione orizzontale; PV = polarizzazione verticale delle onde e.m. vedi anche figure successive) sopra: rilievi del 21 gennaio 1971; sotto: rilievi del 16 febbraio 1971.

Pioggia. Le osservazioni hanno incluso tutte le piogge persistenti dell'inverno-primavera 1971, e alcuni eventi temporaleschi dei mesi di maggio 1970 e 1971.

Si sono osservati nel complesso sedici eventi piovosi che hanno prodotto attenuazioni superiori a 10 dB a 11,75 GHz e solo due eventi piovosi, il 17 maggio 1970, che hanno prodotto attenuazioni superiori a 10 dB a 6,8 GHz.

a) La corrispondenza tra precipitazioni e attenuazioni a 11,75 GHz si può vedere qualitativamente dalla figura 5 in cui sono riportate le precipitazioni medie orarie ricavate dalle registrazioni disponibili dei pluviografi lungo la tratta, e le corrispondenti attenuazioni rilevate dalle registrazioni. La correlazione è particolarmente visibile in quanto si tratta di piogge uniformi ed estese; per poterla osservare nel caso di eventi temporaleschi, e quindi limitati nello spazio e nel tempo, bisognerebbe ovviamente disporre di pluviografi più fitti e in grado di fornire l'intensità di pioggia pressoché istantanea.

La scarsità di dati pluviometrici non permette ovviamente di stabilire in questa sede una correlazione quantitativa tra intensità di precipitazione e attenuazione. La grande quantità di dati sperimentali accumulati da vari ricercatori tende a legare attenuazione A (in dB/km) e intensità di precipitazione R (in mm/h) con una relazione lineare empirica:

$$A = \alpha R \quad (1)$$

ove il coefficiente α (espresso in dB/km per mm/h di pioggia) dipende dalla frequenza. I valori di α a 11 GHz variano secondo gli autori da 0,04 dB/km per mm/h (bibl. 8) a 0,06 dB/km per mm/h (Medhurst, bibl. 1, fig. 22). Dalle curve del Medhurst si ottiene $\alpha = 0,07$ dB/km per mm/h a 11,75 GHz.

Per le piogge uniformi della figura 5 si sono ricavate le distribuzioni statistiche della attenuazione a 11,75 GHz e delle precipitazioni su base

giornaliera. Facendo il confronto a parità di percentuale di tempo si sono ricavati valori di α compresi tra 0,035 e 0,065, che sono compatibili, come ordine di grandezza, con i risultati della letteratura.

b) Le piogge producono andamenti caratteristici sulle registrazioni di attenuazione. La figura 6 riporta alcuni tratti di registrazione che si riferiscono alle piogge persistenti di gennaio e marzo 1971 di cui anche alla figura 5. Le attenuazioni sono notevoli ma di minor durata di quelle dovute a neve. I temporali producono attenuazioni più profonde e più brevi, con seghettature, come risulta dalle due registrazioni in alto di figura 7. Piogge meno intense producono invece solo lievi seghettature (terza registrazione di fig. 7). È interessante infine notare che condizioni di tempo coperto, o con pioviggine o nevischio, danno luogo a diagrammi perfettamente uniformi (ultima registrazione di fig. 7) il che conferma quanto già noto, cioè che in presenza di precipitazioni sono assenti le altre cause di evanescenza (in particolare quelle che danno luogo a rifrazione anomala o a percorsi multipli, par. 3.2).

c) Per gli eventi piovosi più importanti (piogge persistenti) si sono riportate in figura 8a) le durate degli affievolimenti in funzione della attenuazione superata, a 11,75 GHz. Le attenuazioni inferiori a 10-15 dB vengono superate in genere una volta sola, per la durata indicata dalle curve. Per attenuazioni maggiori spesso si verificano più affievolimenti di durata più breve nel corso di un singolo evento piovoso. L'attenuazione massima misurata è stata dell'ordine di 25 dB.

In figura 8b) sono riportate invece le attenuazioni contemporanee alle due frequenze: è da rilevare il notevole raggruppamento dei punti attorno alla retta corrispondente ad un rapporto pari a 5.

La figura 9 riporta durate e attenuazioni contemporanee per i temporali osservati. Le attenua-

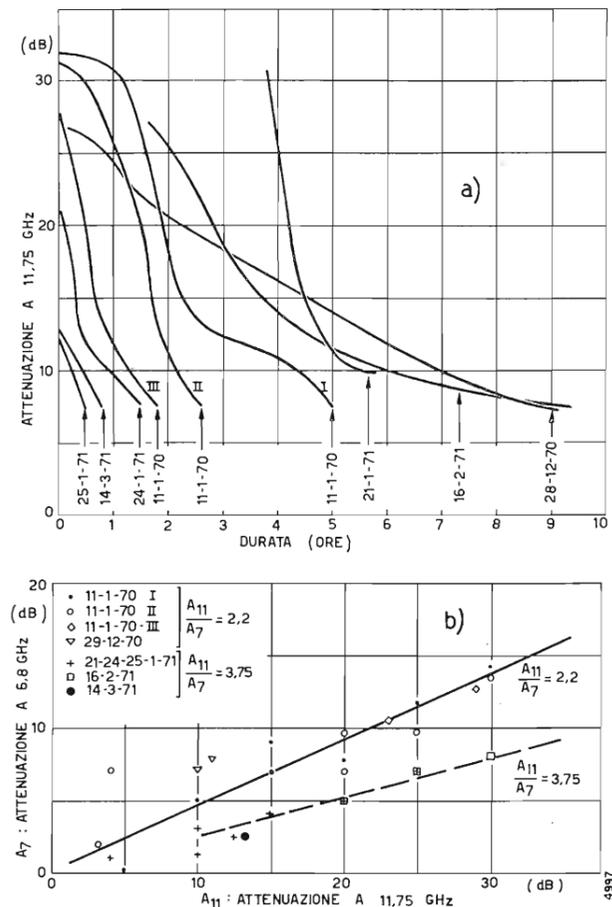


Fig. 4. — Affievolimenti dovuti a neve: a) durata delle attenuazioni in funzione del livello superato; b) confronto tra le attenuazioni alle due frequenze.

zioni massime misurate sono dell'ordine di 30 dB, ed il rapporto fra le attenuazioni è minore che per le piogge persistenti (quindi meno intense) benché l'esiguità del numero di eventi non permetta di trarre conclusioni.

d) Per quanto concerne il rapporto tra le attenuazioni alle due frequenze, è interessante confrontare i valori rilevati sperimentalmente con quelli ottenuti per via teorica.

I valori di attenuazione in funzione dell'intensità di pioggia e della frequenza sono stati ricavati da Ryde e da Medhurst (bibl. 1) calcolando l'attenuazione prodotta da gocce di un certo diametro e tenendo conto della distribuzione percentuale dei diametri per una data intensità di pioggia (distribuzione di Laws e Parson). La presentazione dei risultati di questi calcoli differisce secondo gli autori. I dati più attendibili sono quelli del CCIR (bibl. 9) dai quali risulta che il rapporto tra le attenuazioni a 11,75 GHz e a 6,8 GHz decresce al crescere dell'intensità di pioggia (fig. 10). I rilievi sono dunque in accordo qualitativo con questo andamento.

e) Per quanto riguarda la distribuzione statistica delle attenuazioni dovute a precipitazioni atmosferiche, la figura 11 riporta le percentuali di tempo, riferite al tempo totale di osservazione per cui i vari

valori di attenuazione sono stati superati. Statistiche di questo tipo diventano attendibili solo se estese ad un periodo annuale o meglio pluriennale. La figura 11 è riportata a titolo indicativo, poiché mette in evidenza le diverse incidenze di pioggia e neve alle due frequenze. In particolare si nota che le attenuazioni a 6,8 GHz sono circa dieci volte meno frequenti che a 11,75 GHz.

Dal punto di vista dei collegamenti televisivi mobili, che non sono in funzione in permanenza, sono forse di maggior interesse le durate per cui sono superati i vari valori di attenuazione. La figura 12 riporta i valori medi e i valori massimi rilevati delle durate per cui sono state superate le attenuazioni indicate in ordinata. Si può notare che le durate alle due frequenze sono dello stesso ordine di grandezza, anche se a 6,8 GHz le attenuazioni sono meno frequenti (fig. 11). La curva riguardante la pioggia a 6,8 GHz di figura 12 deve comunque essere ritenuta di limitata validità, in quanto in tutto il periodo di osservazione si sono verificati solo due eventi con attenuazione superiore a 10 dB. Nella figura 12 è stata riportata una scala del campo ricevuto che corrisponde a valori tipici del rapporto segnale disturbo nel canale video considerato dal CCIR (vedi oltre).

3.2. ATTENUAZIONI PRODOTTE DA INOMOGENEITÀ DELL'ATMOSFERA IN ASSENZA DI PRECIPITAZIONI.

È ben noto che i collegamenti da punto a punto sono influenzati dalle caratteristiche dell'atmosfera, e dalle loro variazioni nel tempo. La situazione ideale (atmosfera normale) corrispondente ad un indice di rifrazione che decresce con l'altezza con un dato gradiente (vedi ad esempio bibl. 10), viene frequentemente alterata dalle perturbazioni meteorologiche, e cioè da variazione di umidità, pressione o temperatura.

Fra le attenuazioni prodotte da perturbazioni atmosferiche, le più importanti vengono solitamente divise in due classi:

— *Attenuazioni o evanescenze lente*: sono attenuazioni generalmente non molto profonde, con durate dell'ordine di vari minuti (fig. 13) dovute a variazioni del gradiente dell'indice di rifrazione; queste variazioni fanno sì che l'onda elettromagnetica si propaghi con curvatura diversa da quella normale e quindi arrivi all'antenna ricevente con inclinazione diversa da quella per cui è stato effettuato il puntamento, causando una attenuazione tanto maggiore quanto più direttiva è l'antenna. Questo tipo di evanescenza è denominato nella letteratura anglosassone « substandard refraction » o « greater than standard refraction fading » (bibl. 11) e per sua natura non è selettivo, presentandosi contemporaneamente su diverse bande di frequenza, anche se con valore diverso di attenuazione, come appare dalla figura 13.

— *Attenuazioni o evanescenze rapide*: sono molto profonde e di brevissima durata (fig. 14) e vengono denominate solitamente « multipath interference fading », o evanescenze per percorsi multipli. Sono dovute a distribuzione irregolare dell'indice di rifrazione con l'altezza, che rende possibili diversi percorsi per le onde tra trasmettitore e ricevitore:

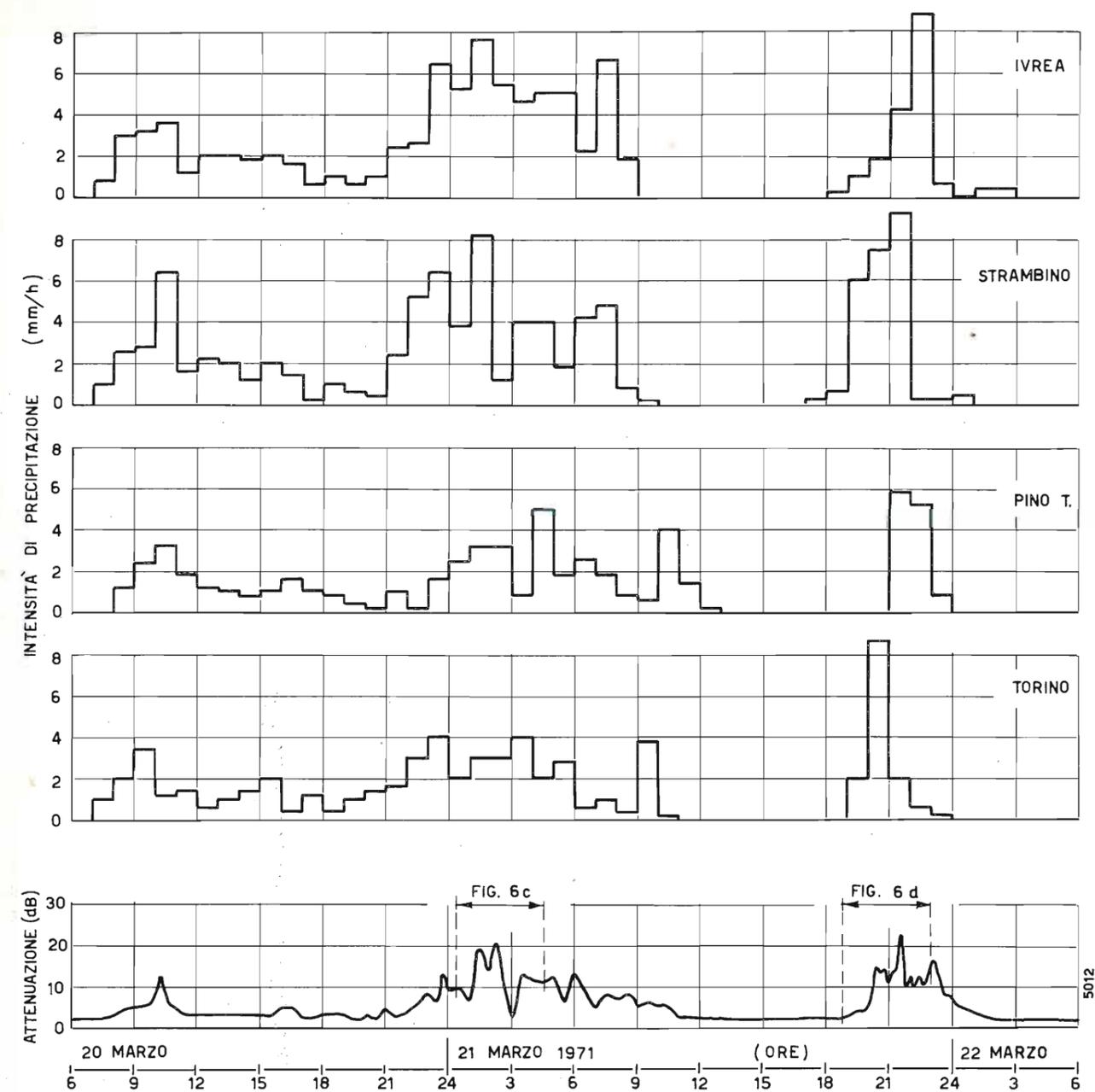


Fig. 5a. — Correlazione fra precipitazioni piovose e attenuazioni.

all'arrivo le onde provenienti da percorsi diversi interferiscono tra loro con ampiezze e fasi variabili nel tempo producendo evanescenze di durata limitata, tanto minore quanto maggiore è l'intensità del fenomeno. Per loro natura queste evanescenze tendono ad essere selettive rendendo possibile l'impiego di tecniche di « diversità » di posizione o di frequenza per ridurne gli effetti.

Lo studio statistico di questi due tipi di evanescenze e delle distorsioni che esse producono su un canale di trasmissione a larga banda è argomento di notevole complessità (vedi ad esempio bibl. 12, 13 e 7); per quanto concerne in particolare le distorsioni, il controllo del canale video mediante sistemi di misura già in uso alla RAI (bibl. 14) è iniziato solo verso la

fine del periodo di misura di cui si riferisce nella presente relazione e per il momento non ha permesso di ottenere dati in quantità sufficiente. Ci si limita pertanto in questa sede ad elencare alcuni risultati sperimentali delle misure effettuate.

Per quanto riguarda le evanescenze ad andamento lento, esse si presentano in forma lieve in condizioni di tempo variabile (fig. 13a) e in forma molto più pronunciata in presenza di nebbia (fig. 13b e c), con attenuazioni fino a 20 dB a 11,75 GHz. Come si vede dai grafici, e come si è osservato in tutte le registrazioni, le evanescenze tendono ad essere contemporanee alle due frequenze (eccetto i casi di nebbia fitta in cui i diagrammi tendono ad assumere l'andamento caratteristico della propagazione per percorsi multipli, figg. 13b e 14c).

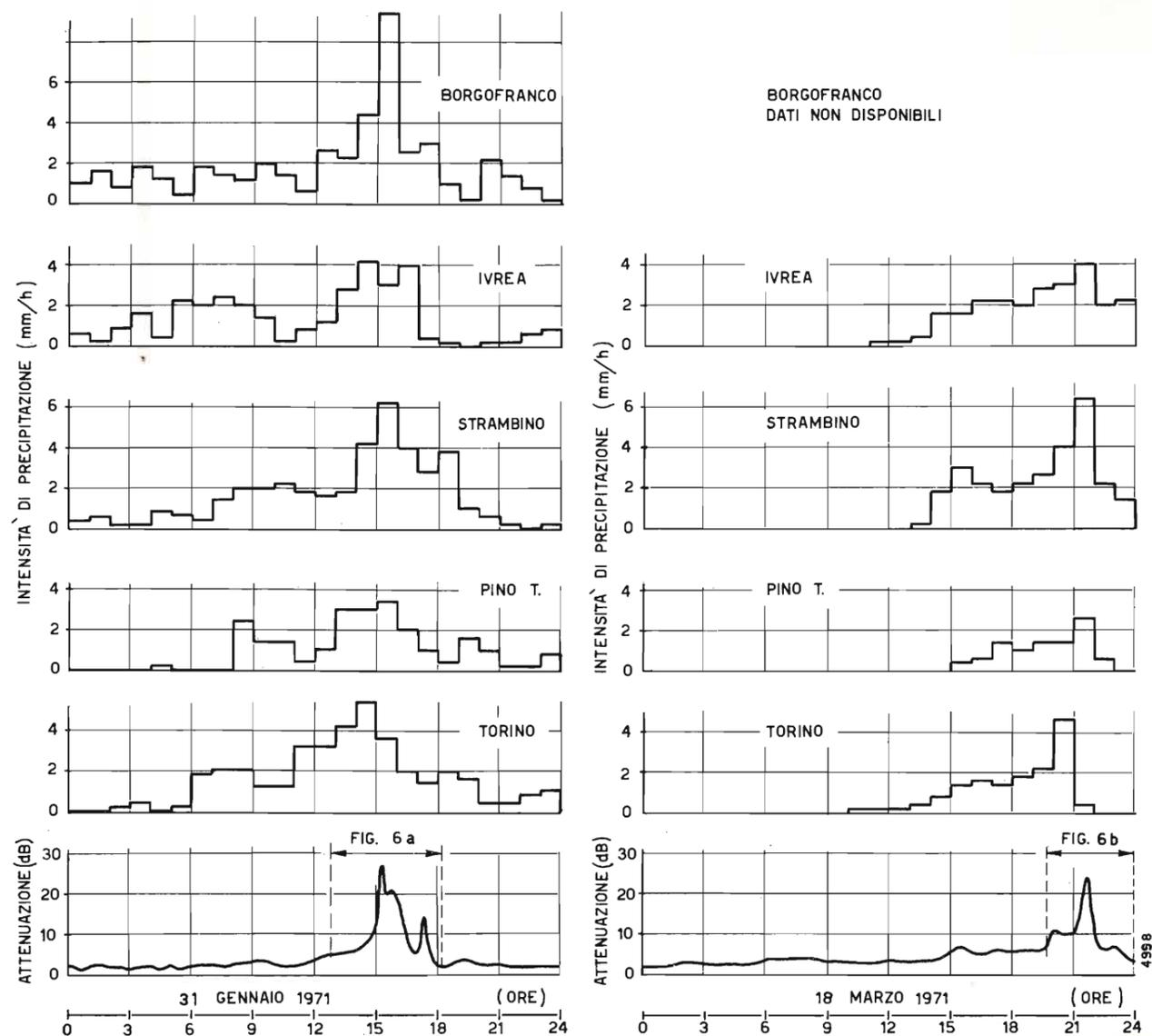


Fig. 5b. — Correlazione fra precipitazioni piovose e attenuazioni.

Le attenuazioni alla frequenza superiore sono più forti e ciò dipende sicuramente anche dal fatto che il diagramma di irradiazione dei paraboloidei è più stretto a 11 GHz (circa $\pm 0,9^\circ$ a -3 dB per 11 GHz e $\pm 1,3^\circ$ a -3 dB per 7 GHz), e quindi, a parità di scostamento angolare dell'asse dell'antenna il segnale ricevuto decresce più rapidamente. La forte dispersione dei punti relativi alle attenuazioni contemporanee alle due frequenze non ha comunque consentito di trarre conclusioni significative. A titolo indicativo si può ritenere che le attenuazioni a 11,75 GHz siano due-tre volte più forti che a 6,8 GHz.

In quanto collegate alla nebbia, le evanescenze lente sono state osservate più di frequente in gennaio e febbraio, distribuite uniformemente lungo tutto l'arco della giornata. Nei mesi successivi si sono verificate in condizioni di tempo sereno e variabile prevalentemente nelle ore notturne (circa dalle 20 alle 9), con attenuazioni ridotte, inferiori a 10 dB.

Per quanto riguarda le evanescenze per percorsi multipli, alcuni casi tipici sono riportati nella figura 14. I fenomeni più imponenti di questo tipo si sono osser-

vati nelle giornate fredde e serene dei mesi invernali (fig. 14b), con intere giornate perturbate. Nei mesi da marzo a giugno si sono presentati sporadicamente, in giorni sereni o coperti, concentrati nelle ore notturne fino a dopo l'alba, nonché dopo il tramonto; i periodi fortemente perturbati (attenuazioni oltre i 15 dB) non hanno mai superato la mezza giornata in ogni mese. Evanescenze profonde e accidentate sono state osservate anche, come si è detto, in caso di nebbia fitta (fig. 14c).

Come si vede dai diagrammi, le attenuazioni istantanee a 11,75 GHz e a 6,8 GHz non sono correlate tra loro, benché il periodo perturbato venga risentito su entrambe le bande di frequenza.

Invece le registrazioni del giugno 1970, e altre ancora precedenti (bibl. 6) in cui era attivo anche un terzo fascio a 11,2 GHz a polarizzazione verticale (fig. 14a) mostrano che i due canali nella banda a 11 GHz hanno un comportamento molto simile con evanescenze praticamente contemporanee. Su questo tipo di collegamenti e per queste perturbazioni pare quindi più consigliabile l'uso di sistemi in diversità di

frequenza tra 7 e 11 GHz, piuttosto che tra due canali a 11 GHz (vedi bibl. 15).

Nella figura 15 sono riportate infine le percentuali di tempo, su base mensile, in cui le registrazioni presentano l'andamento caratteristico sia delle evanescenze lente (sotto) sia delle evanescenze accidentate, più o meno pronunciate (sopra tratteggiato). Come già per le evanescenze lente, le percentuali più forti si sono avute nei mesi invernali.

L'effetto di tutte le evanescenze dovute a inomogeneità dell'atmosfera è riassunto in figura 16 dove sono riportate le percentuali di tempo in cui sono state superate le attenuazioni indicate in ordinata, per tutto l'arco di tempo considerato. Anche dal punto di vista di queste evanescenze la banda a 7 GHz è circa dieci volte meno disturbata della banda superiore.

Per quanto riguarda le durate delle evanescenze, i diagrammi riportati in figura 14 mostrano che esse

sono molto brevi, mediamente inferiori al minuto per attenuazioni superiori a 10-15 dB.

Oltre ai tipi ora descritti, si sono rilevati sui diagrammi altri andamenti caratteristici, di importanza minore perché corrispondenti ad attenuazioni inferiori a 10 dB. In particolare si è notato nelle giornate calme dei mesi primaverili una attenuazione con periodicità giornaliera che raggiunge un massimo verso mezzogiorno, mantenendosi inferiore ai 5 dB per entrambe le bande di frequenza.

4. Osservazioni sulla qualità del collegamento.

Per una valutazione globale della qualità del collegamento si sono riportate in figura 17, per i mesi peggiori osservati, le percentuali di tempo mensili per cui sono state superate le attenuazioni indicate in ordinata, sommando gli effetti delle attenuazioni da pioggia e neve e da inomogeneità atmosferica.

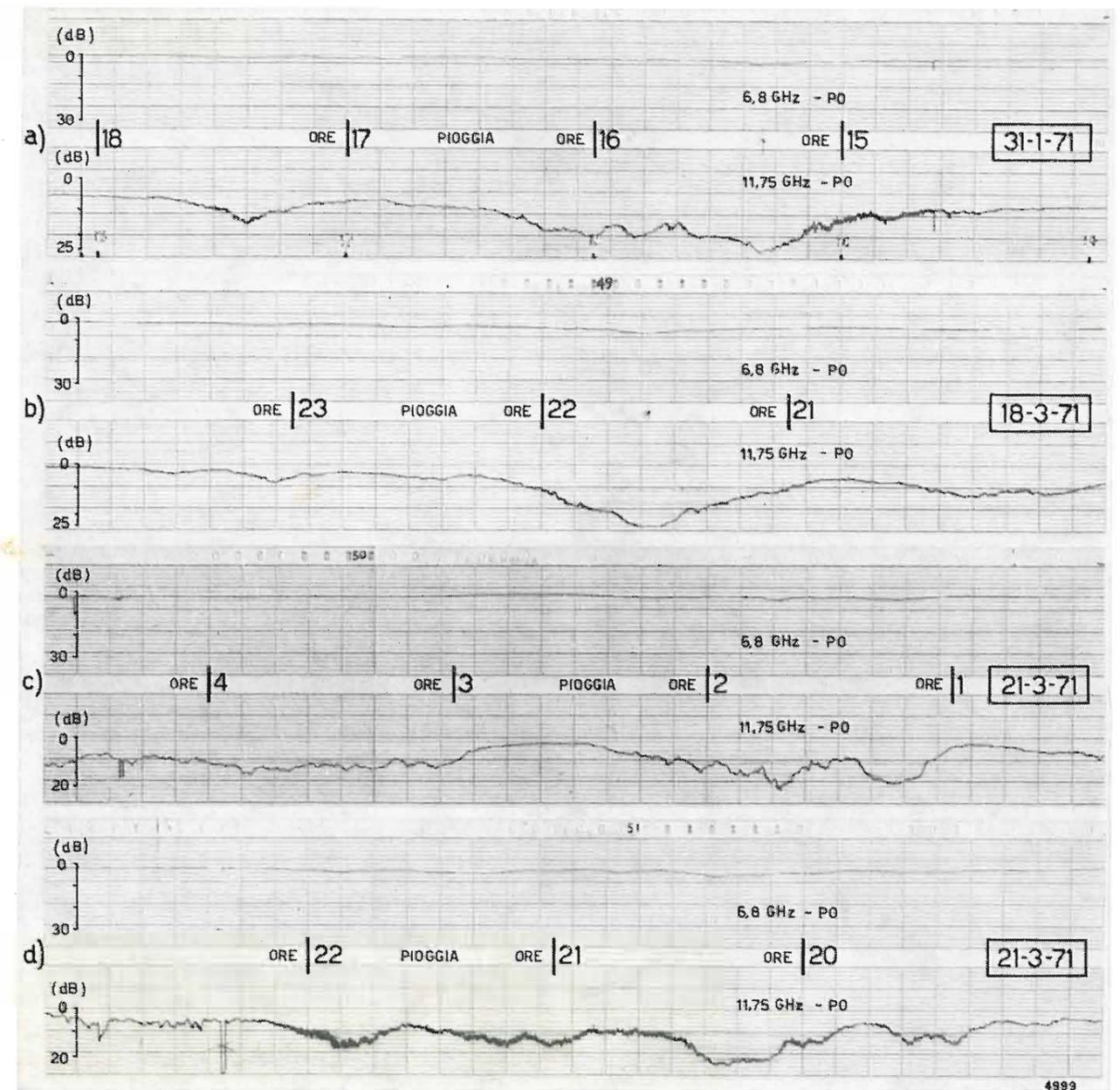


Fig. 6. — Registros delle attenuazioni dovute a piogge (31 gennaio, 18 marzo e 21 marzo 1971).

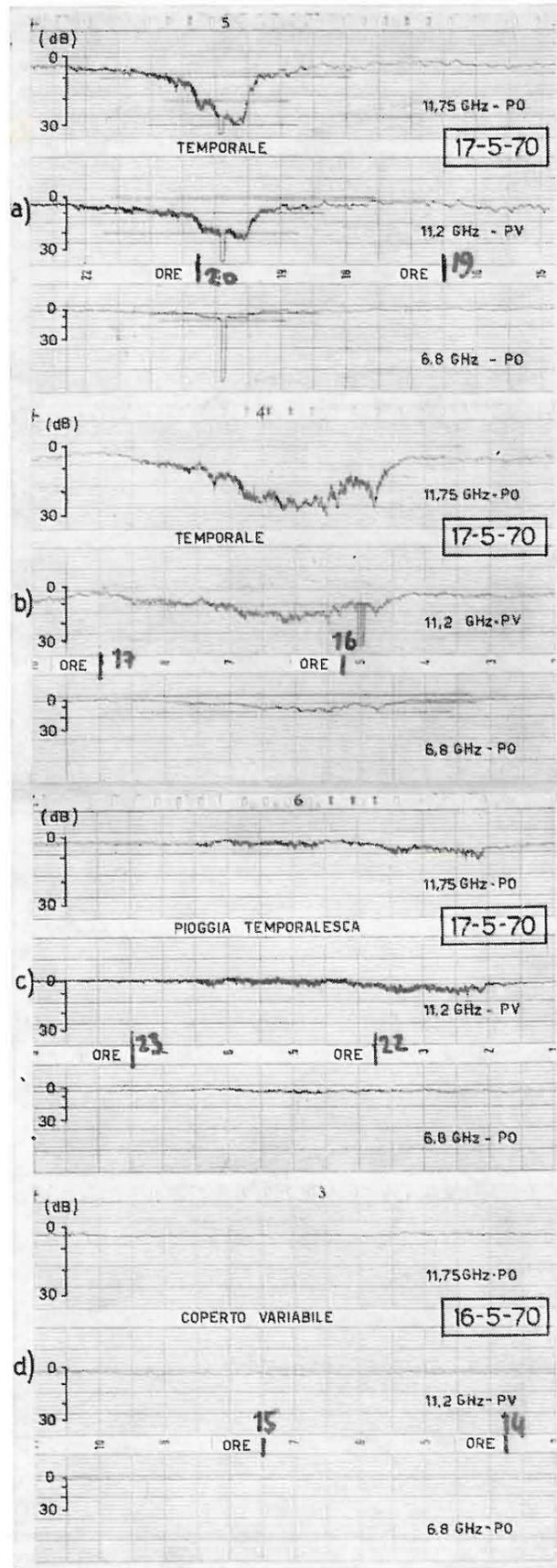


Fig. 7. — Registrazione delle attenuazioni dovute a temporali (maggio 1970), a pioggia temporalesca e a tempo variabile. Nota: I «picchi» di attenuazione che compaiono in figura 7 a) e b) sono dovuti a mancanza di energia al trasmettitore per alcuni minuti.

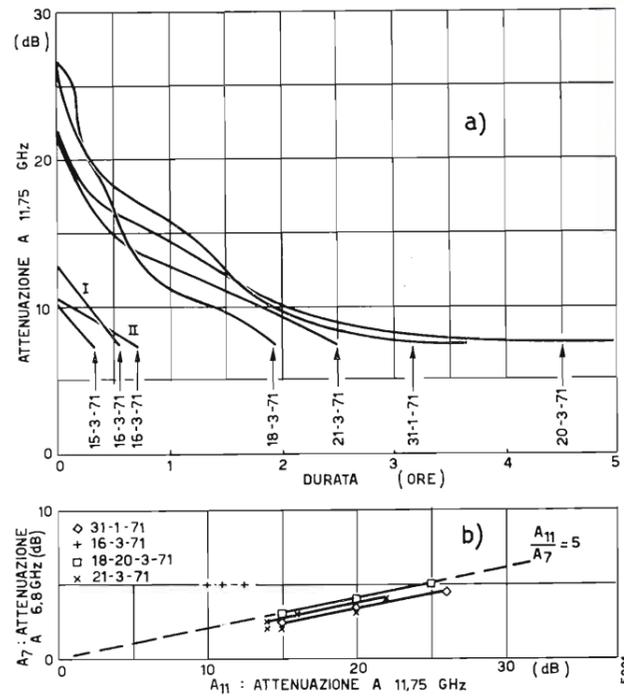


Fig. 8. — Piogge persistenti: a) durata delle attenuazioni in funzione del livello superato espresso in dB; b) confronto tra le attenuazioni alle due frequenze.

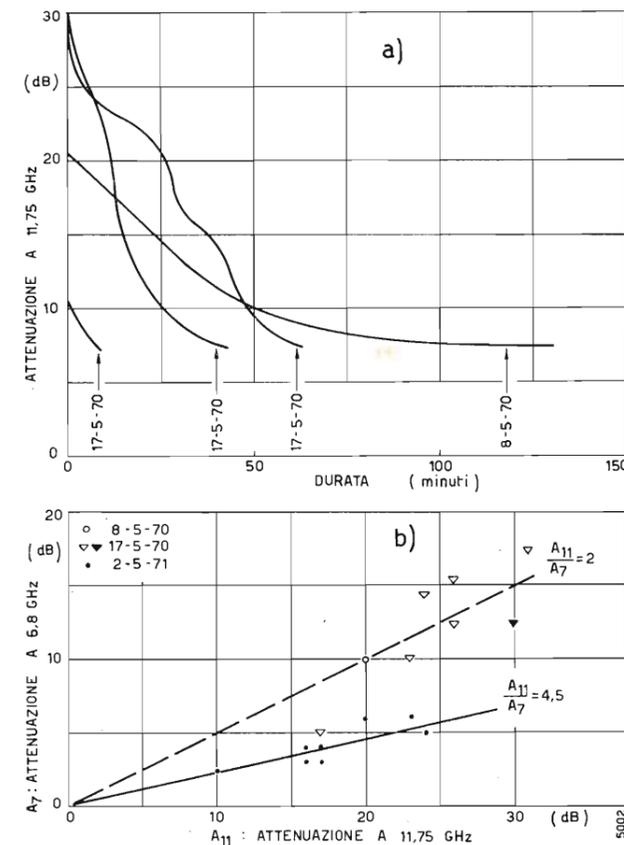


Fig. 9. — Temporali: a) durata delle attenuazioni in funzione del livello superato; b) confronto tra le attenuazioni alle due frequenze.

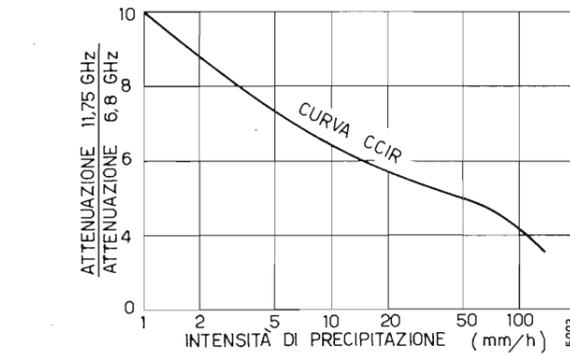


Fig. 10. — Andamento del rapporto tra le attenuazioni da pioggia alle due frequenze di 11,75 e 6,8 GHz secondo il CCIR.

Si sono indicate inoltre come già in figura 12 le intensità di campo ricevuto che danno luogo, nei ponti radio usati, a quei valori tipici del rapporto S/N «segnale/disturbo» sul canale video, considerati dal CCIR (bibl. 16) secondo la tabella seguente.

Campo ricevuto (dBm)	VALORI TIPICI CCIR	
	Rapporto S/N canale video misurato da 10 kHz a 5 MHz con filtro di pesatura* (dB)	Percentuale di tempo, in un mese, in cui è ammissibile che il rapporto S/N sul canale video sia peggiore di quello indicato
-57	56	20%
-61	52	1%
-69	44	0,1%

* Il CCIR prescrive che le misure di disturbo sul canale video vengono effettuate con filtro detto «di pesatura» che attenua le frequenze alte per tener conto della ridotta sensibilità dell'occhio umano per i disturbi su tali frequenze.

Si deve tener presente che i lavori del CCIR si riferiscono, come è noto, ad un collegamento di riferimento di 2.500 km. Essi sono stati assunti in questa sede, anche se la lunghezza del collegamento è molto minore, come criterio indicativo di giudizio.

Altri valori, più restrittivi, possono essere scelti quando la tratta a microonde sia inserita in una catena di più collegamenti.

Appare comunque che, per il mese peggiore (gennaio 1971), il collegamento non rientra, per nessuna

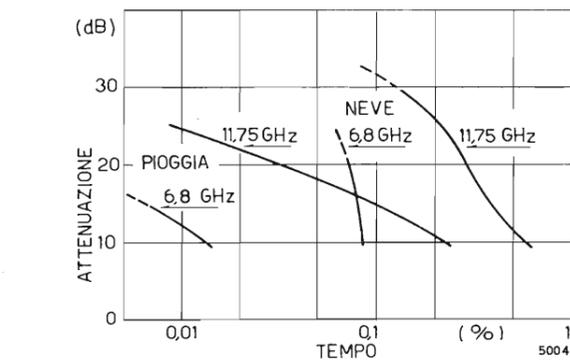


Fig. 11. — Distribuzioni statistiche cumulative delle attenuazioni dovute a pioggia e neve riferite al tempo totale di osservazione.

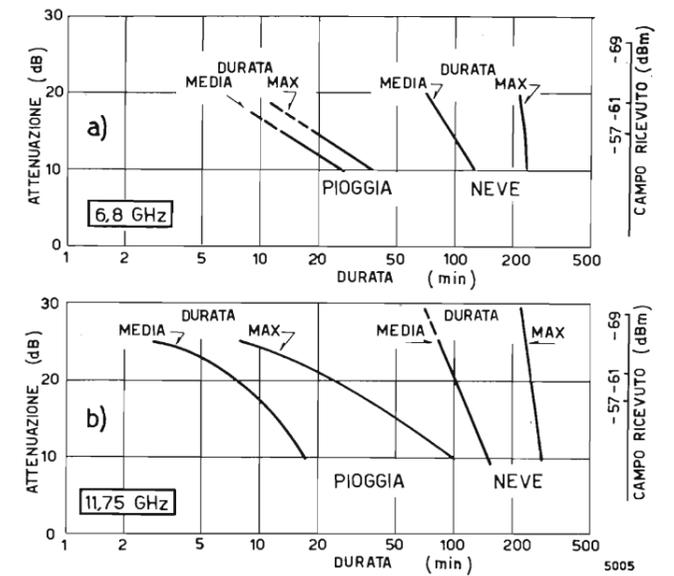


Fig. 12. — Durate medie e massime delle attenuazioni dovute a pioggia o neve.

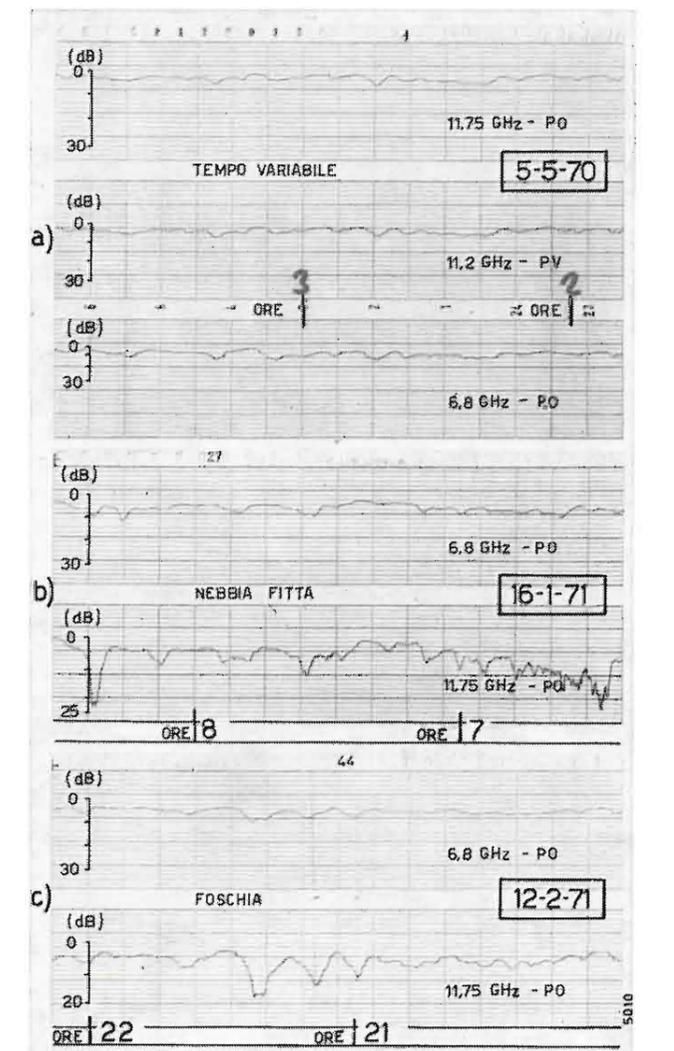


Fig. 13. — Evanescenze ad andamento lento.

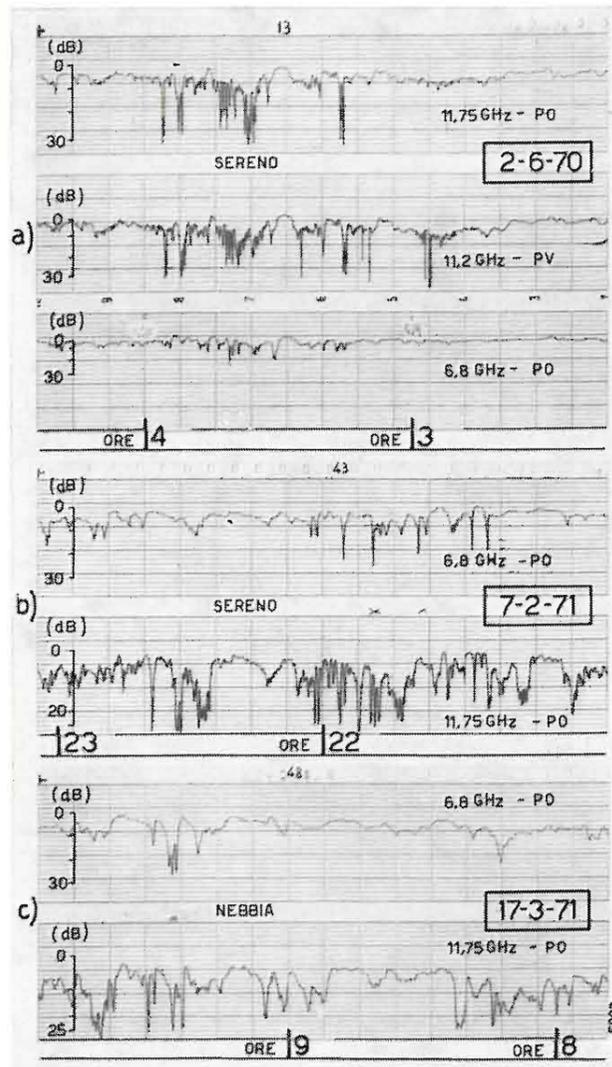


Fig. 14 — Evanescenze dovute a percorsi multipli.

delle due frequenze, nel limite dello 0,1% indicato dal CCIR, e ciò per effetto delle forti e prolungate attenuazioni dovute alla neve. Scartando le precipitazioni nevose, i mesi peggiori osservati sono stati maggio 1970 e marzo 1971, quest'ultimo particolarmente pio-

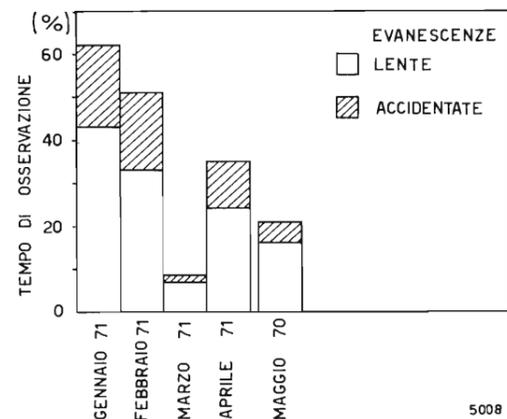


Fig. 15 — Distribuzione dei diversi tipi di evanescenza.

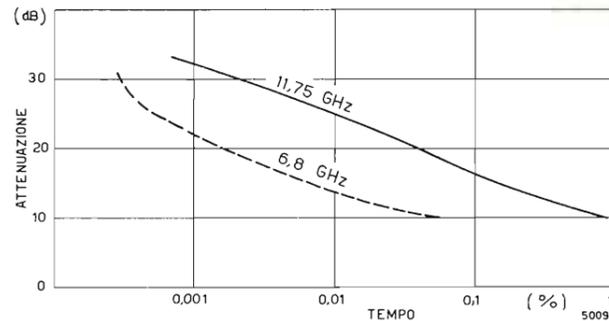


Fig. 16. — Distribuzioni statistiche cumulative di tutte le attenuazioni.

vosio. Per entrambi i mesi e per entrambe le frequenze le prestazioni del collegamento sono rientrate nelle percentuali di tempo indicate dal CCIR.

5. Conclusioni.

Le misure di propagazione, eseguite su due fasci in parallelo nelle bande 7 e 11 GHz, su un collegamento di 58 km tra Andrate e Torino permettono di trarre le conclusioni seguenti:

- La neve costituisce la limitazione più severa per l'uso collegamenti ad onde centimetriche (fig. 3). Essa provoca attenuazioni profonde della durata di alcune ore e in alcuni casi ha portato all'interruzione completa del collegamento a 11,75 GHz, con attenuazione superiore a 20 dB a 6,8 GHz. Le attenuazioni prodotte da neve sono risultate da due a quattro volte più forti alla frequenza superiore.
- La pioggia provoca attenuazioni poco importanti a 6,8 GHz e molto vistose (da quattro a cinque volte più intense) a 11,75 GHz (figg. 6, 7). Esse sono in buon accordo qualitativo (almeno per le piogge uniformi) con le intensità di precipitazione rilevate dai pluviografi lungo la tratta. Le attenuazioni misurate non hanno superato i 30 dB a 11,75 GHz e hanno avuto durata media relativamente ridotta, dell'ordine della decina di minuti.
- La nebbia dà luogo ad attenuazioni poco importanti, rispetto alle precedenti, eccettuati i casi di nebbia fitta in cui sono presenti evanescenze per percorsi multipli (figg. 13b, 14c).

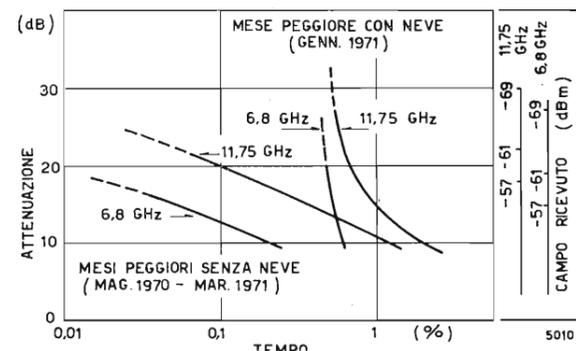


Fig. 17. — Distribuzioni statistiche per i mesi peggiori di tutte le attenuazioni.

- Durante le giornate serene, specialmente invernali, si presentano perturbazioni molto notevoli, dovute a evanescenze per percorsi multipli, che influenzano entrambe le bande a 7 e 11 GHz (fig. 14a, b) con attenuazioni molto elevate e di durata limitata, inferiore al minuto. Si vede dai diagrammi che le evanescenze sono quasi contemporanee su due canali nella banda 11 GHz, mentre tendono ad essere non correlate tra la banda a 7 GHz e la banda ad 11 GHz. Nel complesso, la banda a 11 GHz è disturbata dalla evanescenze dovute a percorsi multipli per percentuali di tempo dieci volte superiori che non la banda a 7 GHz.
- Le condizioni migliori per la propagazione sono risultate essere quelle di tempo variabile o coperto o con pioviggine o nevischio in cui sono completamente assenti le evanescenze dovute ad irregolarità dell'atmosfera: i diagrammi dell'intensità di segnale ricevuto hanno un andamento orizzontale, o tutt'al più con lievi ondulazioni o seghettature.
- infine, per quanto riguarda le prestazioni complessive, le misure hanno mostrato che, per la tratta e per il periodo in esame, tanto il collegamento a 7 GHz che quello a 11 GHz sono rientrati nei valori indicati dal CCIR, anche tenendo conto delle attenuazioni prodotte da pioggia, con l'esclusione però dell'effetto della neve. Per la loro durata e intensità, le attenuazioni da neve possono compromettere seriamente, specie a 11,75 GHz, l'efficienza dei collegamenti in ponte radio, specie se si tiene conto della limitata durata e della non ripetibilità delle riprese esterne televisive.

Gli autori desiderano ringraziare l'ing. Giuffrida e il geom. Biffi del Servizio Idrografico del Po per avere gentilmente messo a disposizione i dati pluviometrici. (1325)

BIBLIOGRAFIA

1. - MEDHURST R. G.: *Rainfall attenuation of centimeter waves: comparison of theory and measurements.* « IEEE Transactions on antennas and propagation », Luglio 1965, p. 550.
2. - *Statistics of attenuation due to precipitations of radio waves in 10 GHz band at higher angles of elevation.* « NHK Laboratories ». Note N. 130. Agosto 1969.
3. - ROCCI R.: *Prove di propagazione a 11 GHz.* « XVIII Congresso internazionale per l'elettronica ». Roma, marzo 1971. Rendiconti, Vol. I, pag. 19.
4. - QUARTA P., GRIFFINI G.P., SARAIVA MENDES J.: *Misure di attenuazione a 11 GHz sui percorsi Montevchia-Cassina de' Pecchi e Vimerate-Cassina de' Pecchi.* « XVIII Congresso internazionale per l'elettronica ». Roma, marzo 1971. Rendiconti, Vol. I, pag. 27.
5. - FEDI F.: *Programma di ricerca ISPT-FUB sulla propagazione di onde elettromagnetiche con frequenza superiore a 10 GHz.* « XVIII Congresso internazionale per l'elettronica ». Roma, marzo 1971. Rendiconti, Vol. I, pag. 37.

6. - *Prove di propagazione nella banda 11-12 GHz. Risultati preliminari.* « Relazione tecnica n. 70/17/1 » del Laboratorio Ricerche della RAI.
7. - TURNER D.: *Experimental investigation into radio propagation at 11-11,5 GHz.* « Proc. IEE », vol. 113. Settembre 1966, pag. 1477.
8. - HOGG D. C.: *Statistics on attenuation of microwaves by intense rain.* « Bell. System Tech. Jour. » Novembre 1969, pag. 2949
9. - CCIR - Rep.: 234-1. Oslo 1966. Vol. II.
10. - CCIR - Racc.: 369-1. Oslo 1966. Vol. II.
11. - *TV microwave Systems engineering.* « NAB Engineering Handbook ». McGraw Hill, 1960; Section 4, part 2.
12. - BAGHDADY E. J.: *Lectures on communication system theory.* McGraw Hill, 1961. Cap. 7.
13. - COLAVITO C.: *A statistical study of fading in line-of-sight microwave radio links.* « Alta Frequenza ». Novembre 1970, pag. 964.
14. - CASTELLI A., GIUGLIARELLI G.: *Il controllo automatico delle reti di distribuzione televisive.* « Alta Frequenza ». Luglio 1968, pag. 633.
15. - COLAVITO C., FAILLI R.: *Sulla diversità di gamma tra 7 e 11 GHz.* « XVIII Congresso internazionale per l'elettronica ». Roma, marzo 1971. Rendiconti, Vol. I, pag. 117.
16. - CCIR - Racc.: 289. Oslo 1966. Vol. IV (1).

La nuova generazione di Relè Reed L + M ha i seguenti vantaggi: contatti piccoli ma di elevata potenza, costruzione solida e stabile con un ottimo sfruttamento dello spazio, dimensioni ridotte, prezzi veramente interessanti. I dati tecnici sono a Vostra disposizione.



Ing. F. Luchsinger
Via F. Nullo, 29/A - 24100 BERGAMO
Tel. (035) 239.047

IL RILEVAMENTO DEI PICCOLI INTERVALLI DI TEMPO

ENRICO PAOLINI (*)

SOMMARIO — L'esistenza dei transistori per commutazione rapida, usati nei contatori e nei calcolatori, ha creato la convinzione che sia possibile rilevare un piccolo intervallo di tempo tra due eventi fisici, di durata ridotta sino ai nanosecondi o meno. Questa convinzione è errata in quanto le limitazioni prodotte dai ritardi dei « sensori » degli eventi fisici sono di gran lunga preponderanti, tali cioè da rendere inutili le elevatissime prontezze dei contatori stessi. Nello scritto sono esaminate le limitazioni suddette, sono forniti alcuni valori orientativi dei ritardi minimi ottenibili, delle reazioni sugli eventi fisici prodotti dalla presenza dei sensori stessi, e si accenna ai disturbi esterni che possono influenzare la determinazione, e la conseguente utilizzazione, di un piccolo intervallo di tempo.

SUMMARY — *Evaluation of very short time intervals.* The availability of fast switching solid state devices used in counters and computers has created the belief that measurements of short time intervals are possible between two physical events, down to a few nanoseconds or less. This belief is not true; the limitations due to the delays of the "sensors" of the physical events are greatly prevalent, such as to render quite worthless the very high speed of the counters. These limitations are examined and some approximate values of the minimum obtainable delays and of the events caused by the "sensors" themselves are suggested. Also the influence of external disturbances that can affect the determination and consequently the usefulness of short time intervals is reminded.

1. Generalità.

La tecnica del rilevamento dei piccoli intervalli di tempo ha le più varie applicazioni nella radaristica, missilistica, astronautica, telecomunicazioni codificate, nei calcolatori e nella impulsometria in generale.

Esistono da anni sul mercato apparecchi contatori che permettono la misura di intervalli di tempo molto piccoli, inferiori a $10^{-7} \div 10^{-8}$ s, delimitati tra due impulsi, e niente lascia prevedere che non si possa scendere ancora, con relativa facilità, fino ad intervalli di 1 ns e meno. Tale limite dipende soltanto dalla rapidità di commutazione dei transistori usati nel contatore e già la tecnologia attuale mette a disposizione tipi di transistori che possono commutare con la velocità di alcuni gigahertz.

In questa fase di rapidissimo sviluppo tecnico sembrerebbe quindi logico ritenere che il rilevamento del più piccolo intervallo di tempo effettuabile fosse unicamente legato al più rapido dispositivo contatore disponibile, e perciò che si potesse parlare, con una certa ragionevolezza, di rilevamento di intervalli di tempo dell'ordine delle frazioni di nanosecondi e meno, perché tali sono appunto i limiti dei dispositivi (contatori ed oscilloscopi campionatori) oggi esistenti.

In realtà questa concezione sottintende che i segnali di comando dell'inizio e della fine dell'intervallo siano del tipo adatto all'apparecchio contatore. Esso richiede cioè che tali segnali siano: o apertura e chiusura di contatti, oppure siano impulsi di tensione che debbono avere valore compreso entro dati limiti, durata superiore ad altro limite e pendenza superiore ad un terzo limite ancora.

Questa circostanza in generale non si verifica perché gli eventi fisici che delimitano un piccolo intervallo

di tempo possono essere i più svariati, cioè in generale del tutto inadatti a comandare direttamente un contatore. Quindi è necessario predisporre elementi trasduttori atti a trasformare l'evento fisico utile in un segnale di comando espresso nel linguaggio del contatore. La presenza di tali trasduttori comporta ritardi (costanti di tempo) di gran lunga maggiori di quelli propri del dispositivo contatore, i quali aumentano sostanzialmente il limite minimo misurabile dell'intervallo di tempo; ritardi che, in generale, non sono sufficientemente noti o non sono facilmente determinabili.

Salvo il caso particolare in cui i due eventi fisici che delimitano l'intervallo siano di identica natura e quindi il ritardo introdotto dal trasduttore usato per l'istante di inizio dell'intervallo compensi esattamente il ritardo introdotto dal trasduttore usato per l'istante di fine intervallo, le costanti di tempo dei trasduttori sono la limitazione più importante nella misura dei più piccoli intervalli di tempo. È di questo tipo di limitazione, anziché della risoluzione dei contatori, generalmente ben note, che si vuole trattare in questa breve nota.

2. Sensori di eventi fisici e loro caratteristiche.

I trasduttori che hanno la caratteristica di trasformare l'evento fisico in un segnale accettabile dal contatore si chiamano « sensori ».

A rigore il sensore non può essere che sensibile ad un'energia incidente, ma spesso il sensore è un quadrupolo attivo e quindi l'energia d'entrata è molto piccola e quasi trascurabile, di fronte all'energia del segnale d'uscita da esso fornito e soprattutto piccola di fronte all'energia fornita dalla sua sorgente interna.

Gli eventi fisici che si possono considerare sono di una varietà enorme e quindi altrettanti sono i tipi di sensori adoperabili. Infatti si può passare, ad esempio, dal valore raggiunto da una grandezza fisica, al valore raggiunto da una sua derivata (od integrale) rispetto

ad un'altra variabile (che non sempre è il tempo); oppure si può passare dalla corrispondenza dei valori di una certa grandezza fisica con un codice prefissato, ad una combinazione determinata di valori di grandezze fisiche, ecc.

Ovviamente un inquadramento dei sensori relativi a tutti i casi pensabili è impossibile ed occorre limitarsi a considerare solo i casi elementari più semplici e ben noti, fornendo un quadro delle prestazioni raggiungibili da tali sensori elementari per le grandezze fisiche più correnti, lasciando al progettista la cura di determinare i ritardi relativi alle combinazioni di sensori elementari.

Per costante di tempo, correntemente indicata come « ritardo », di un sensore semplice di una qualsiasi grandezza fisica, s'intende il tempo intercorrente tra l'istante di applicazione del fronte, teoricamente verticale, della suddetta grandezza fisica e l'istante in cui la grandezza (spesso elettrica) d'uscita del sensore raggiunge una determinata e convenzionale frazione (spesso 63%) del suo valore di regime.

Assai frequentemente viene data per il ritardo la seguente diversa definizione (e quindi risulta diverso il valore): applicando al sensore un fronte teoricamente verticale della grandezza di eccitazione, il suo « ritardo » è il tempo che intercorre fra gli istanti in cui la grandezza d'uscita dal sensore passa dal 10 al 90% del valore di regime.

Le due definizioni sono nettamente diverse e per la presenza di eventuali ritardi fissi, non è neppure determinabile se, in generale, la costante di tempo secondo una definizione sia sempre superiore alla costante di tempo secondo l'altra definizione. Comunque si può stabilire la costante di tempo con un criterio qualsiasi ed i ritardi con lo stesso o con altro criterio.

Due o più sensori posti in serie, cioè tali che la grandezza d'uscita di uno di essi comandi la grandezza d'entrata di un altro (senza però che la sua presenza influenzi il precedente) hanno una costante di tempo t_c , funzione di quelle t_1 , t_2 , ecc. dei sensori separatamente considerati.

Nel caso di sensori con caratteristiche analoghe a quelle di quadripoli lineari è facile mostrare che è:

$$t_c = \sqrt{t_1^2 + t_2^2 + \dots}$$

Se invece i sensori hanno caratteristiche a scalino (ad esempio: per ogni sensore l'apertura di un contatto d'entrata produce un'apertura di un altro contatto d'uscita) è:

$$t_c = t_1 + t_2 + \dots$$

In generale poiché i sensori hanno caratteristiche comprese tra le due leggi suddette si può intuitivamente ammettere che sia:

$$\sqrt{\sum t_i^2} < t_c < \sum t_i$$

Per ridurre al massimo i ritardi dovuti ai sensori, ritardi spesso non noti né determinabili sperimentalmente, è opportuno ridurre al minimo il numero dei sensori in serie per il rilevamento e possibilmente ridurli ad uno solo, il quale abbia come entrata l'evento fisico che interessa e come uscita la grandezza di comando del contatore.

A parità di costante di tempo, la grandezza di uscita di un sensore semplice è funzione, generalmente monotona, dell'entità dell'evento d'entrata che incide sul sensore stesso. Data la presenza, in generale, di una prestabilita soglia dei segnali di comando dei conta-

tori, gli istanti di inizio e di fine intervallo sono funzioni sia delle costanti di tempo dei sensori usati, sia delle intensità degli eventi da rilevare.

In generale si può affermare che, per eventi semplici, il ritardo effettivo con cui è comandato il contatore è direttamente proporzionale alla costante di tempo del sensore usato ed inversamente proporzionale all'intensità dell'evento. In altre parole una più alta costante di tempo di un sensore potrebbe essere compensata aumentando l'intensità dell'evento di comando del sensore.

È difficile, e talvolta impossibile, la determinazione sperimentale per via diretta della costante di tempo di un sensore: i metodi per tale eventuale determinazione sono qui elencati.

Se si dispone di un altro sensore per lo stesso evento, il quale abbia costante di tempo diversa, ma nota, si può mettere i due sensori « in parallelo » in modo che essi risultino controllati dallo stesso evento. Con l'uscita del più pronto si alimenta lo « start » e con quella del più ritardato lo « stop », di un contatore di sufficiente prontezza e con identiche regolazioni per lo « start » e lo « stop ». Si può così rilevare la differenza Δt tra le costanti di tempo tra i due sensori, relativa a quelle condizioni di prova.

Se si può ridurre gradualmente la durata dell'evento, è valutabile l'eventuale presenza di un tempo morto di ritardo del segnale d'uscita dal sensore.

Se l'evento può essere fatto ripetitivo a cadenza costante, è possibile valutare orientativamente la costante di tempo del sensore, relativa a quelle condizioni di prova, osservando la forma del segnale d'uscita con un oscilloscopio campionatore.

La determinazione sperimentale per via indiretta della costante di tempo di un sensore è invece possibile usando la trasformata di Fourier, cioè rilevando la risposta del sensore in funzione della frequenza, laddove però l'evento fisico sia tale da consentirlo, ciò che tuttavia in molti casi non avviene. Ad esempio, se l'evento è il raggiungimento di una temperatura T od il raggiungimento di un incremento ΔT di temperatura in un intervallo di tempo Δt , o per un incremento di pressione Δp , la risposta in frequenza è fisicamente priva di senso.

La valutazione della costante di tempo del sensore è necessaria per apportare la correzione alle indicazioni del contatore e si può dire che più la costante di tempo di un sensore è piccola, più imprecisa è la sua determinazione. D'altra parte più l'intervallo di tempo da misurare è piccolo più deve essere piccola la costante di tempo dei sensori, perciò più imprecisa risulta la misura dell'intervallo di tempo stesso.

Oltre alle costanti di tempo « interne » del sensore esistono anche altre due cause di possibile ritardo e precisamente quella dovuta all'accoppiamento tra evento da rilevare ed entrata del sensore e quella dovuta all'accoppiamento tra uscita del sensore e contatore elettronico.

Circa la prima causa è da ricordare che una caratteristica fondamentale dei sensori è costituita dall'alterazione che essi, con la loro presenza, apportano all'evento fisico che sono chiamati a rilevare. È questo un fatto notissimo, ma raramente valutato con precisione salvo casi particolari: per esempio, dipoli ricevitori di onde elettromagnetiche e microfoni di forma geometrica semplice (sfera, cilindro rettangolare e cubo).

Vi sono anche sensori i quali non modificano apprezzabilmente, con la loro presenza, l'evento da rilevare nel senso di ritardarlo, ad esempio i captatori di radiazione per i quali, perciò, va soltanto valutata la propria costante di tempo.

3. Esempi di sensori.

a) **INTERRUTTORI.** — Il caso più semplice di sensore è il *contatto*, usato in apertura od in chiusura, di un circuito sotto corrente. Nel contatto non si può parlare di costante di tempo nel senso convenzionale, tuttavia è ben raro che il suo funzionamento sia rigorosamente corretto, cioè che la sua resistenza passi da 0 ad ∞ istantaneamente: infatti in chiusura esistono i rimbalzi delle due parti che vanno a contatto, ed in apertura si producono «sfocature» dovute all'arco (anche se invisibile ad occhio nudo) dovuto alla induttanza parassita del circuito.

Con i più pronti microinterruttori (microswitches) a scatto ultrarapido, la chiusura del contatto dà luogo a rimbalzi che durano anche varie decine di microsecondi e sono rilevabili con un oscilloscopio a larga banda con estrema facilità. I migliori interruttori meccanici oggi esistenti nei quali sono evitati i rimbalzi sono quelli a bicchiere succhiato magneticamente entro bagno di mercurio, così da ridurre al massimo gli spruzzi del mercurio stesso, ma anche con questi non si può assicurare l'assenza di saltellamenti del contatto, le cui durate sono dell'ordine del microsecondo, soprattutto dopo un certo periodo di usura.

Gli interruttori allo stato solido (tiristori) sono totalmente esenti da rimbalzi e da sfocature, però non sono pronti nel senso che la loro resistenza passa da 0 a ∞ , o viceversa, in un tempo minimo dell'ordine della decina di microsecondi o più.

b) **SENSORI MECCANICI.** — I sensori di grandezze meccaniche (spostamenti, velocità, accelerazioni, rotazioni, forze, ecc.) sono costituiti da disposizioni di circuiti meccanici elementari, spesso inerziali, e danno luogo a ritardi elevati e ben noti, addirittura dell'ordine dei millisecondi.

c) **MICROFONI, IDROFONI, GEOFONI, ecc.** — Tutti i sensori di onde sonore ed ultrasonore in aria, in acqua e nel terreno, hanno ritardi variabili, a seconda del tipo usato, dalle decine di millisecondi ad alcuni microsecondi. Infatti la curva di risposta di sensori acustici a « larga banda » non supera mai $200 \div 300$ kHz. Il tipo di trasduttore più pronto è quello piezoelettrico, in quanto azionato dalla pressione sonora (e non dalla velocità) delle particelle del mezzo sede dell'onda sonora od ultrasonora.

d) **SENSORI DI TEMPERATURA.** — I termometri, i bolometri, le termocoppie, le termopile, ecc., sono dispositivi affetti da ritardi elevatissimi, dell'ordine dei millisecondi e più. Inoltre la loro presenza altera poderosamente la temperatura del punto del mezzo in cui sono introdotti e quindi occorrerebbe determinare la legge di variazione della temperatura che si avrebbe nel punto del mezzo in cui è posto il sensore, se il sensore stesso non esistesse.

e) **SENSORI DI LUCE E DI RADIAZIONE.** — In questo gruppo vi è una notevole varietà di sensori. Oltre alle cellule fotoelettriche, fotoresistenti e fotovoltaiche si sono aggiunti in questi ultimi anni i fotodiodi, i fototransistori, ecc.

Le *cellule fotoresistenti* (al selenio, al gallio, al tellurio, ecc.) sono le meno pronte e danno luogo a costanti di tempo fino all'ordine dei millisecondi.

Le *cellule fotoelettriche* (ad esempio al cesio), isolatamente considerate, hanno costanti di tempo molto piccole, dell'ordine del nanosecondo. I fotomoltiplicatori rapidi hanno lo stesso ritardo delle cellule fotoelettriche aumentato del ritardo del tempo di transito che è dell'ordine di 0,5 ns. Tuttavia il circuito ad alta resistenza necessario per la cellula fotoelettrica e per il fotomoltiplicatore e la capacità dinamica d'entrata del necessario amplificatore che segue introducono ritardi fino all'ordine del microsecondo, cioè tali da mascherare la prontezza della cellula fotoelettrica isolatamente considerata.

Tra le *cellule fotovoltaiche* (che in generale sono al selenio), le cellule solari (al silicio) sono un caso particolare. Esse danno luogo a ritardi dell'ordine delle frazioni di microsecondo od al massimo (cellule solari) di $0,8 \div 1,5$ μ s. Tali ritardi, data la bassa resistenza interna delle cellule, non aumentano apprezzabilmente a qualunque circuito esterno esse siano connesse ⁽¹⁾.

I *fotodiodi* danno luogo a ritardi dell'ordine di mezzo microsecondo, quindi paragonabili a quelli delle cellule solari.

I *fototransistori* danno luogo a ritardi molto maggiori, dell'ordine delle decine di microsecondi.

Ultimi arrivati nella famiglia dei sensori di radiazione sono i *rivelatori piezoelettrici* ed i *fotosensori criogeni*. I primi sono costituiti da materiali ferritici polarizzati, sensibilissimi alla temperatura, nel senso che una minuscola variazione di temperatura prodotta dall'incidenza della radiazione produce una d.d.p. agli estremi del sensore. Le costanti di tempo di tali sensori sono tuttavia piuttosto elevate, cioè dell'ordine di $2 \div 5$ μ s.

In conclusione i captatori di radiazione (pur essendo sensibili in bande diverse di lunghezza d'onda) danno luogo in pratica alla minima costante di tempo se essi sono del tipo a cellule fotoelettriche, a cellule fotovoltaiche (o solari) od a fotodiodi.

f) **SENSORI DI CAMPI E.M.** — In questo gruppo sono da considerare le antenne riceventi di qualsiasi tipo. Per agevolare il calcolo della sensibilità, si utilizzano spesso semplici dipoli o spire. Le loro costanti di tempo dipendono dallo scostamento della condizione di accordo (dal quale dipende pure la sensibilità), dato che per ogni assegnata frequenza le antenne presentano un'impedenza interna costituita da resistenza e da reattanza in serie. Inoltre è da mettere in conto anche il ritardo dovuto al cavo di connessione tra l'antenna captante e l'amplificatore selettivo. Per una data antenna captante il ritardo dipende largamente dalla frequenza usata, ad esempio nelle antenne disaccordate in cui la resistenza sia circa pari alla reattanza, la costante di tempo è dell'ordine di ω^{-1} , dove ω è la pulsazione del segnale ricevuto, a cui va aggiunto il ritardo dovuto al cavo di connessione, che è di circa 50 ns per metro.

(1) Prove recenti condotte dallo scrivente sulle costanti di tempo delle cellule solari (al silicio) hanno fornito valori di $0,8 \div 1,5$ μ s, mentre i costruttori indicano $2 \div 20$ μ s. Ciò è forse da attribuirsi ad una definizione della costante di tempo differente da quelle qui adottate e citate in precedenza.

— indicazione di picco \approx indicazione di quasi-picco + 17 dB.

Comunque è sempre indispensabile assicurarsi, nel modo più accurato, che non sono i disturbi a definire l'intervallo di tempo da rilevare, ed i più insidiosi sono proprio quelli connaturati allo stesso evento fisico utile. È ovvio infatti che gli errori degli istanti di «start» e di «stop» definiti dalle uscite dei sensori dei due eventi fisici (fig. 1), sono tanto maggiori quanto più elevati sono i disturbi presenti rispetto ai segnali utili di uscita dei sensori. Questa causa statistica di errore di tempo si somma agli errori dovuti a ritardi non precalcolabili dei sensori.

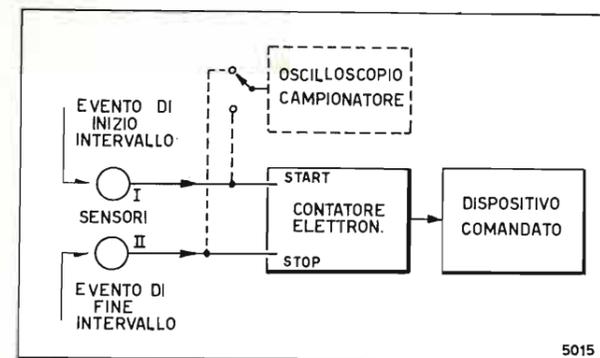


Fig. 1 — Schema a blocchi per il rilevamento di piccoli intervalli di tempo fra due distinti eventi di comando.

4. Influenza dei disturbi impulsivi.

Il rilevamento di un intervallo di tempo è generalmente legato ad una conseguente azione di comando, o di controllo, da iniziare, continuare o terminare in modo correlato all'intervallo stesso (fig. 1). È evidente che un disturbo proveniente dall'esterno può essere la causa di un comando errato. La lotta per la riduzione di disturbi, specie se impulsivi (cioè più idonei ad influenzare i contatori), è perciò ben giustificata, e le RFI (Radio Frequency Interferences), nei Paesi come gli Stati Uniti d'America in cui è più sviluppato l'impiego di radiocomandi a distanza, sono considerate tra le più pericolose insidie da debellare.

In Europa i radiodisturbi sono considerati unicamente come nocivi alle radiocomunicazioni nel senso di peggiorare la loro qualità ed in molti Paesi sono in vigore legislazioni che limitano tali disturbi in base al rilevamento dei loro effetti sulle radiocomunicazioni (corredate o meno di codificazione e di «scrambling» ⁽²⁾ per assicurare un certo grado di segretezza), ma ciò corrisponde sempre a valutare i disturbi in base ad una rivelazione di quasi-picco che non differisce sostanzialmente dal valore efficace. Per contro negli Stati Uniti d'America, allo scopo di proteggere i comandi ottenuti con segnali di radio frequenza, la valutazione del disturbo è fatta in base ad una rivelazione di picco e le limitazioni legislative dei disturbi stessi sono relative a tale valore di picco. La differenza teorica tra queste due concezioni è quella che il valore di quasi-picco, per un disturbo a spettro uniforme, è circa proporzionale alla radice quadrata della banda passante di frequenza dell'apparecchio di misura del disturbo, mentre il valore di picco è circa proporzionale alla banda passante dello stesso.

Per gli impulsi disturbatori che praticamente si incontrano, il dislivello medio tra le due indicazioni sullo stesso apparecchio di misura normalizzato ⁽³⁾ adatto a misurare sia il valore di quasi-picco, sia quello di picco è circa 17 dB; cioè:

(2) Per «scrambling» si intende il dispositivo segreto con il quale in trasmissione si scambiano ritmicamente tra loro intervalli dello spettro di frequenza, ed in ricezione si effettua, sincronicamente, lo scambio inverso così da ripristinare lo spettro iniziale.

(3) L'apparecchio per la misura sia del valore di quasi-picco normalizzato, sia per la misura del valore di picco è stato internazionalmente specificato dal C.I.S.P.R. (Comité International Special Perturbations Radioélectriques, Rue de Varambè 1, Ginevra).

5. Conclusioni.

Da questa rapida rassegna prevalentemente qualitativa emergono due considerazioni finali.

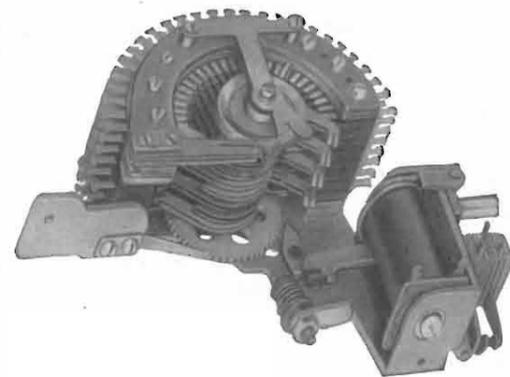
La prima è che la precisione od addirittura la possibilità di misura di piccoli intervalli di tempo, ad esempio al disotto di 10 μ s, è limitata prevalentemente dalle caratteristiche dei sensori che delimitano l'intervallo e non dalla precisione del contatore.

La seconda è che, mentre nella precisione dei contatori si sono fatti notevoli progressi, sino al rilevamento dei nanosecondi, ed è facile prevedere che ulteriori progressi potranno essere fatti in futuro, la riduzione dei ritardi dovuti ai sensori non sta progredendo con lo stesso ritmo. Nel caso più favorevole questi ritardi sono dell'ordine della frazione di microsecondo: molto spesso non è possibile determinare attendibilmente la loro effettiva entità.

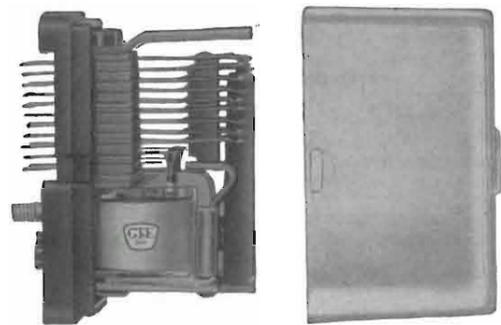
Se ne deve dedurre quindi che l'uso di contatori di elevata precisione per il rilevamento di piccoli intervalli di tempo delimitati da due eventi fisici diversi è spesso illusorio e che ulteriori studi per aumentare la precisione e la risoluzione dei contatori sono praticamente inutili, almeno per lo scopo suddetto.

La critica delle attendibilità del rilevamento di un intervallo di tempo al disotto di alcuni microsecondi deve identificarsi con la sempre difficile analisi delle caratteristiche dei sensori usati per determinare l'intervallo stesso. Cambiando i sensori cambia generalmente il risultato del rilevamento, cosicché disponendo di due o più sistemi di sensori per gli stessi eventi, senza una consumata abilità sperimentale che permetta di portare correzioni per gli errori sistematici calcolabili e di valutare i limiti per gli errori caotici non correggibili, si ottiene il risultato di perdere «fiducia» rispetto al caso dell'impiego di un solo sistema di sensori, nel quale ciecamente si credea...

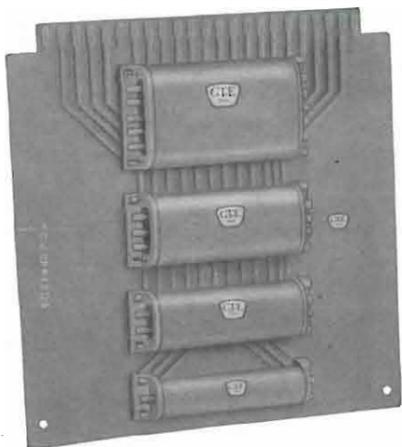
La precisione raggiungibile per la misura di un piccolo intervallo di tempo tra due eventi fisici è variabilissima con la natura dei due sensori usati e dipende dall'entità dell'intervallo. *Orientativamente*, dopo aver apportato tutte le approssimative correzioni menzionate, può dirsi che per intervalli di tempo dell'ordine dei millisecondi, anche usando i sensori meno pronti, l'errore di rilevamento possa agevolmente essere portato assai sotto l'1%; per intervalli dell'ordine di microsecondi, usando i sensori più pronti, l'errore può restare sotto al 10 ÷ 20%; e per intervalli dei nanosecondi, limitatamente ai fenomeni ripetitivi per i quali si possa usare l'oscilloscopio campionatore, difficilmente l'errore può essere contenuto entro il 50%.



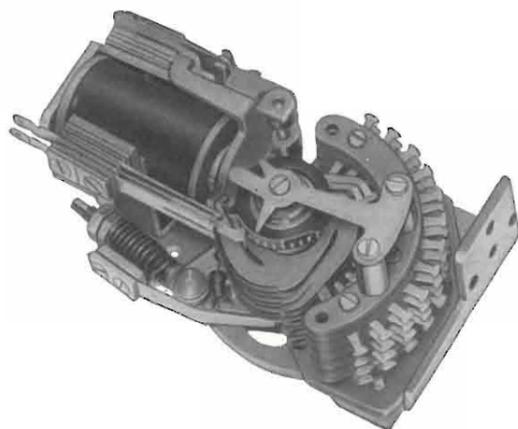
selettore rotativo 45



relé miniatura



relé correeds



selettore rotativo 44



Divisione Commutazione

Impianti telefonici automatici urbani e privati - Centrali telefoniche interurbane - Centralini telefonici manuali - Apparecchi telefonici normali ed amplificati - Impianti telefonici selettivi a codice - Telefonia domestica (citofoni, centralini citofonici, portieri elettrici) - Telecomandi - Relè reed.

SOCIETÀ GENERALE DI TELEFONIA ED ELETTRONICA S.p.A.
 20060 Cassina de' Pecchi (Milano) - Telefoni: 9519201-301
 20158 Milano - Via Bernina 12 - Telefoni: 600151-690500
 00153 Roma - Piazza Albania, 10 - Telefoni 578.444/5/6/7
 16121 Genova - Via Bartolomeo Bosco, 45 - Telef. 580.472

NOTIZIARIO

ELETTRONICA 1 — Nell'ambito del 21° Salone Internazionale della Tecnica di Torino, tenutosi fra il 25 settembre ed il 4 ottobre, si è svolta la manifestazione intitolata « Elettronica 1 ». Essa comprendeva la « I Mostra internazionale dell'Elettronica » ed un « Convegno Internazionale sulle Applicazioni dell'Elettronica nell'Industria ».

La Mostra si estendeva su una superficie di 5.000 metri quadrati, comprendenti il 3° Padiglione di Torino Esposizioni e parte della grande sala « Giovanni Agnelli ». Essa ospitava quanto di più tecnicamente avanzato l'industria mondiale ha saputo attuare in questo campo e si articolava nei seguenti settori:

- l'elettronica nella ricerca di base,
- l'elettronica dei componenti,
- l'elettronica dell'informazione,
- l'elettronica applicata nell'industria: meccanica, elettrica, ottica, nucleare, dei trasporti (terrestri, navali, aerei), delle telecomunicazioni,
- l'elettronica applicata ai controlli industriali, direzionali, gestionali, operativi.

I paesi presenti alla Mostra erano nove: Francia, Giappone, Gran Bretagna, Italia, Paesi Bassi, Repubblica Federale Tedesca, Stati Uniti d'America, Svizzera, Unione Sovietica, rappresentati da circa 130 case fra le quali le più grandi ed importanti del settore.

A completamento della Mostra si è svolto nei giorni 27, 28 e 29 settembre, il « I Convegno Internazionale sulle Applicazioni dell'Elettronica nell'Industria ». Esso è stato tenuto prevalentemente nella Sala dei 500 dell'Unione Industriale ed è stato suddiviso in quattro sessioni a ciascuna delle quali era assegnato un tema svolto da un Relatore Generale di fama internazionale e particolarmente qualificato in quel ramo. Facevano seguito le relazioni di numerosi studiosi ed esperti. I temi e i Relatori Generali furono i seguenti:

- 1° tema: *Elettronica e calcolatori per il controllo gestionale e di funzionamento di macchine e processi.* Relatore il Prof. *Albert L. Hopkins Jr.* del Massachusetts Inst. of Technology, noto per il suo contributo allo studio e alla programmazione dei sistemi di guida e comando del progetto Apollo.
- 2° tema: *Controlli statici di potenza per le macchine operatrici.* Relatore generale il Dr. *L. F. Stringer* della Westinghouse Americana, affermatosi, fra l'altro, per l'apporto dato all'attuazione di impianti di grande potenza (grandi laminatoi) comandati elettronicamente.
- 3° tema: *Apparecchiature elettroniche nell'automobile.* Relatore generale il Dr. Ing. *Giovanni Villa*, Presidente del Convegno e Direttore della Direzione Produzioni Eletttroniche della Fiat.

— 4° tema: *L'elettronica nell'informazione.* Relatore generale il Prof. *Pélegrin*, Direttore dell'Istituto Nazionale Superiore dell'Aeronautica e dello Spazio di Tolosa ed autore di importanti testi, soprattutto nel campo aerospaziale e nel campo dei servomeccanismi, illustra rappresentante della Scuola francese, in questo campo molto avanzata.

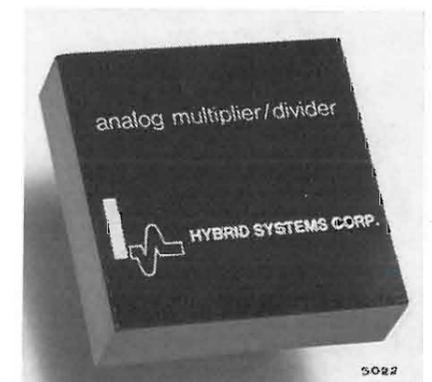
Al Convegno hanno preso parte oltre 400 partecipanti di 11 paesi: Belgio, Francia, Giappone, Gran Bretagna, Italia, Jugoslavia, Olanda, Repubblica Federale Tedesca, Romania, Stati Uniti d'America, Svizzera. Nelle quattro sessioni sono state svolte e discusse complessivamente oltre 90 relazioni, tutte di grande interesse. (1347)

MAGNETRON AD IMPULSI PER LA BANDA 16 ÷ 16,5 GHz — Due nuovi magnetron ad impulsi ad accordo meccanico, denominati BLM 143 e BLM-310 e capaci di fornire potenze di picco rispettivamente di 1 kW e 800 W nella banda 16 ÷ 16,5 GHz sono ora prodotti dalla Varian di Beverly-Mass. Sono particolarmente indicati sia per radar a terra sia su aerei o missili ed hanno elevata stabilità di frequenza anche in condizioni ambiente molto sfavorevoli. Il loro aspetto è illustrato in figura e il loro peso è di circa 650 grammi. (1331)

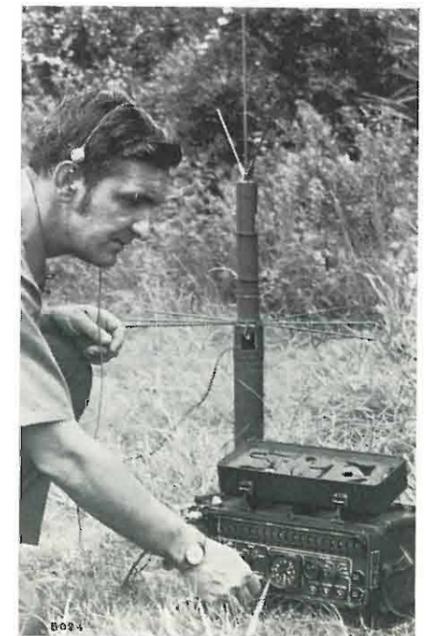


MOLTIPLICATORE DIVISORE ANALOGICO — Il dispositivo analogico illustrato in figura effettua le operazioni di moltiplicazione (XY/10) divisione (10X/Y) e di radice quadrata ($\sqrt{10 X}$) con la precisione di $\pm 1\%$. Il dispositivo (venduto in Italia dalla Tekelec di Milano) funziona con tensioni di entrata di $\pm 10 V$ nella gamma fino a

400 kHz. La deriva di temperatura è inferiore a 2 mV/°C e il rapporto guadagno/temperatura è di 0,03%/°C. L'unità ha una tensione di riferimento interna per cui risulta praticamente insensibile, entro i normali limiti alle variazioni della tensione di alimentazione che è di 15 V c.c. La corrente di riposo è di 7 mA. L'unità interamente incapsulata è adatta per montaggio su circuiti stampati, ha le dimensioni di circa mm 45 x mm 45 x mm 13 e il peso di circa 50 grammi. (1332)



COORDINATE GEOGRAFICHE OTTENUTE VIA SATELLITE — Un tecnico della Divisione Aerospaziale della Honeywell sta rilevando le esatte coordinate geografiche del punto della superficie terrestre su cui è posato questo nuovo strumento portatile che, attraverso la ricezione di segnali emessi dal



sistema di satelliti di navigazione della Marina americana, permette di ottenere la precisa localizzazione di qualsiasi punto del globo in cui lo strumento s' trovi in quel momento. (1334)

PRODUZIONE DEGLI SCHERMI PER CINESCOPI TRICROMICI — Una nuova sala per la produzione degli schermi dei cinescopi tricromatici provvisti della relativa maschera, è stata messa in funzione alla Sylvania di Tienen (Belgio). Essa è composta in effetti da due reparti: uno, il più importante, è quello per l'applicazione dei fosfori sui pannelli di vetro (nella foto), l'altro è quello per l'alluminatura e la laccatura. L'installazione è costata complessivamente più di un miliardo e attualmente viene usata soprattutto per il tubo da 67 cm a 90°, il più grande prodotto su base commerciale. Presto si passerà anche alla produzione del tubo con deflessione di 110°.



Una sala schermi altamente automatizzata e in funzione presso la Sylvania Benelux.

La precisione di saldatura fra maschera e schermo è superiore a $\pm 0,012$ mm.

Tutto il procedimento è complesso, di grande precisione, largamente automatizzato, e richiede sostanze purissime, acqua oltre che purissima anche deionizzata, aria accuratamente filtrata, ecc. L'intero ambiente è a temperatura ed umidità costanti ed alcuni reparti, come quello dove vengono applicati i fosfori, sono esenti da polvere.

Nella foto si vedono in primo piano gli schermi sui banchi di esposizione del fosforo alle radiazioni ultraviolette per il suo fissaggio e, sullo sfondo, una vista parziale per l'applicazione automatica dei fosfori. (1314)

determinare reazioni indesiderate con i circuiti di antenna dello stesso ricevitore.

Per eliminare tali inconvenienti, quando la tensione si riduce a $6 \div 4,5 V_{cc}$ è sufficiente connettere fra i piedini 1 e 3 dell'amplificatore integrato una resistenza di 2,2 k ohm (1/4 W, 20%) e sostituire il condensatore da 0,1 micro F (ceramica) in derivazione sull'altoparlante con uno da 0,2 micro F. Per escursioni della tensione di alimentazione ancora più ampie ($9 \div 4,5 V_{cc}$) la resistenza sarà di 3,3 k ohm.

La figura b) mostra lo schema dell'amplificatore modificato in modo da consentire la connessione dell'altoparlante a massa. La resistenza R avrà i seguenti valori: 220 ohm per $V_{cc} = 9 \div 4,5 V$, 150 ohm per $V_{cc} = 9 V$ e 82 ohm per $V_{cc} = 15 \div 12 V$. È da notare che R dissipa una parte, relativamente modesta, della potenza utile perché risulta praticamente in parallelo con l'altoparlante la cui impedenza è di 8 ohm. Per tensioni inferiori a 9 V si connetterà la resistenza di 2,2 \div 3,3 k ohm fra i piedini 1 e 3 come sopra detto.

Infine la figura c) mostra lo stesso circuito alimentato in alternativa dalla rete attraverso un semplice alimentatore composto da un trasformatore riduttore ($3 \div 5 VA$) un raddrizzatore a ponte e un condensatore elettrolitico da 2.000 micro F. Poiché il TAA 611 B non presenta sufficiente reiezione del ronzio d'alternata (100 Hz) è inserito il filtro $R_1 C_1$ (47 ohm, 500 micro F) che produce un'attenuazione di tale ronzio di $30 \div 40 dB$. Quando si commuta l'alimentazione sulle pile occorre cortocircuitare R_1 , che altrimenti produrrebbe una dannosa caduta di tensione (facilmente compensata con l'alimentazione in c.a.). La resistenza R_2 è quella sopra considerata, connessa fra i piedini 1 e 3 per ridurre la distorsione quando la tensione di alimentazione è scarsa (pile).

Con le modifiche sopra indicate si può facilmente impiegare l'amplificatore integrato TAA 611 B negli apparecchi, portatili o non, come radio, fonovaligie, registratori a nastro, radiotelefoni, ecc. (1336)

DIODI LOGARITMICI — Sono stati attuati diodi con caratteristica logaritmica, accurata entro $\pm 2 mV$, adatti per generare un'uscita avente la seguente equazione: $v = A \log i + B i + C$ dove v = tensione diretta e i = corrente diretta del diodo.

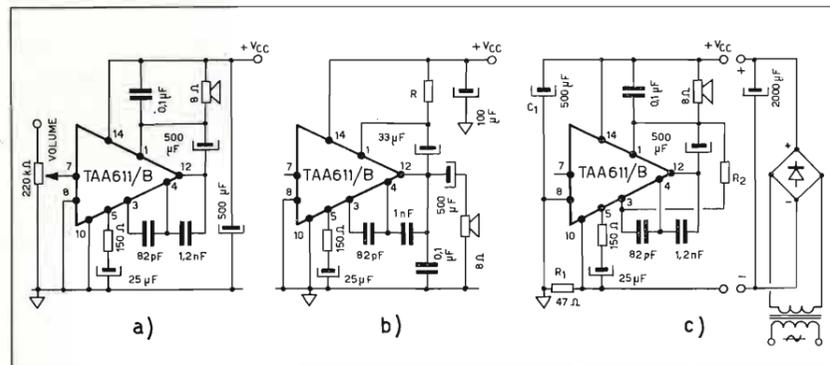
Tali diodi prodotti dalla CODI International di New York sono adatti ad effettuare operazioni analogiche di moltiplicazione, divisione, estrazione di radice o elevazione a potenza. La loro caratteristica essenziale è l'accuratezza e la costanza dei valori di A, B e C. Si noti che A determina la pendenza della tensione rispetto al logaritmo della corrente di uscita del diodo; B definisce la componente ohmica del diodo (che è estremamente bassa) e C è la tensione in corrispondenza della quale la curva interseca l'asse delle ascisse ($i = 0$). I diodi suddetti possono funzionare correttamente entro tre decenni (da 10 a 10.000 microampere) e sono incapsulati in un involucro di vetro TO 7. (1286)

MIGLIORIE NELL'USO DEL CIRCUITO INTEGRATO TAA 611 B — Il circuito integrato TAA 611 B della SGS di Agrate è un amplificatore di bassa frequenza che fornisce una potenza di uscita utile di circa 1,5 W su un carico (altoparlante) di 8 ohm, con $9 \div 11 V_{cc}$ di tensione di alimentazione. Le caratteristiche complete di questo amplificatore sono illustrate nella nota della ditta produttrice.

E. Balboni un tecnico della stessa SGS, nel Rapporto Applicazioni Semiconduttori C-0138, suggerisce alcune semplici modifiche che consentono di

estendere le prestazioni di tale amplificatore.

La figura a) mostra il circuito di normale impiego dell'amplificatore integrato TAA 611 B. L'uso di tale circuito con tensioni di alimentazione inferiori a 9 V determina un notevole aumento della distorsione, specialmente di quella di intermodulazione udibile anche a ridotta potenza di uscita (per es. 50 mW); inoltre i fronti ripidi presenti nella corrente di polarizzazione dello stadio finale hanno componenti armoniche che possono giungere fino alle frequenze delle onde medie e possono



CAVI COASSIALI CON DIELETRICO IN PTFE — La Tygadure Division of Fothergill & Harvey Ltd di Littleborough (Inghilterra) produce una nuova serie di cavi coassiali per radiofrequenza con impiego del PTFE (politetrafluoroetilene) come dielettrico e del PTFE o del fluoro-carbonio FEP (fluoroetilenepropilene) similare, per l'isolamento esterno. I cavi sono costruiti in sedici misure che rispondono alla Norma Militare Statunitense MIL-C-17 e in sei misure che rispondono alla Norma Britannica BS 2316. Il conduttore interno è di rame argentato o d'acciaio rivestito di rame argentato; quello esterno è di rame argentato intrecciato.

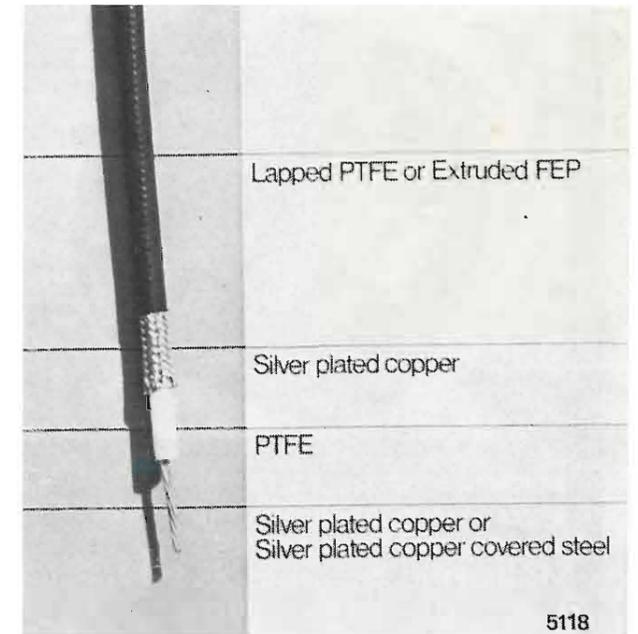
Le principali caratteristiche di un cavo tipo medio della serie (Norma MIL-C-17, Misura RG187A/U) sono:

— diametro esterno	2,67 mm
— peso nominale	16,45 kg/km
— potenza nominale max. (in aria a 40 °C)	480 kW a 100 MHz 190 kW a 1000 MHz
— tensione RF max.	1200 V
— attenuazione nominale	0,33 dB/m a 100 MHz 0,79 dB/m a 1000 MHz

I cavi sono impiegati in tutte le applicazioni (specialmente di carattere militare ed aerospaziale) in cui l'attrezzatura d'alta frequenza è sottoposta a severe condizioni ambientali, ed in particolare nei casi in cui si devono mantenere caratteristiche stabili di rendimento entro una vasta gamma di temperatura. Il politetrafluoroetilene ha una gamma di temperatura d'esercizio da -75 a 260 °C, entro i cui limiti le caratteristiche dielettriche rimangono praticamente immutate. Ha una bassa costante dielettrica (2,10) e un basso fattore di potenza (inferiore a 0,0002), unitamente a un'alta resistenza dielettrica ($1000 V/mil = 400.000 V/cm$, per breve durata). Non è alterato dai lubrificanti, dai liquidi usati per comandi idraulici e dai combustibili per

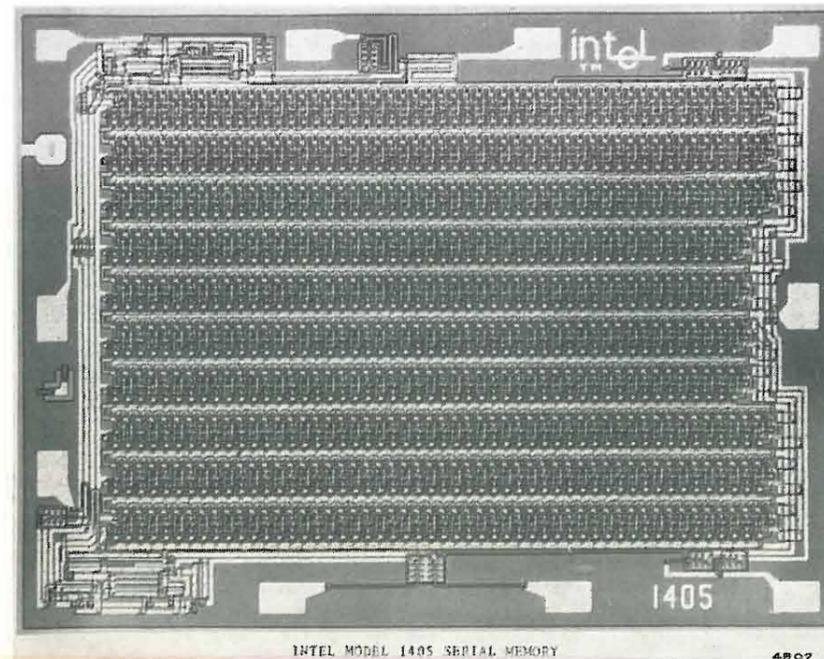
velivoli e razzi. La gamma di temperatura d'esercizio del FEP va da -70 a 200 °C.

I cavi rivestiti di PTFE sono normalmente bianchi, quelli di FEP marron, ma la Società fornisce tali cavi anche in altri colori. (1352)



MEMORIA DI 512 BIT A RICIRCOLAZIONE INTERNA — Una memoria MOS del tipo « shift-register » a 512 bit comprendente, in un'unica piastrina di silicio, anche i circuiti di ricircolazione viene ora prodotta dalla Intel Co. (rappresentata dalla Eledra 3S di Milano). Essa è denominata I-1405 e funziona fino a 2 MHz, dispone di due « chip-selector », di un « read » e di uno « scrivi e ricircola » per un funzionamento com-

pleto come economica memoria-serie senza necessità di alcun circuito logico esterno. Completamente compatibile con le logiche TTL e DTL la I-1405 ha una capacità del terminale al quale è applicato il segnale di « clock » inferiore a 80 pF ed una capacità per tutti gli altri terminali inferiore a 5 pF. L'unità è incapsulata nell'involucro TO-5 a 10 terminali ed è di costo molto basso. (1292)



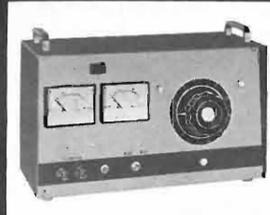
PROVATRANSISTORI DINAMICO UNIVERSALE — È stato di recente brevettato un nuovo apparecchio per la rilevazione di guasti in transistori di qualsiasi tipo, sia in circuito, sia fuori circuito e di impiego semplicissimo. Esso è denominato GO-NO-GO, è poco più grande di un pacchetto di sigarette



e può rilevare il guasto in transistori bipolari (NPN e PNP) ed in FET (a canale N ed a canale P), impiega una normale batteria di 4,5 volt, con una autonomia di diverse migliaia di ore ed è poco costoso. Il GO-NO-GO è prodotto e venduto dalla Società Eledra 3S di Milano. (1354)

VARIATORI DI TENSIONE E RESISTORI VARIABILI RETTILINEI E CIRCOLARI

REO
Germania



applicazioni

- FORNI ELETTRICI - MUFFOLE
- MACCHINE OPERATRICI IN GENERE
- INDUSTRIA GALVANICA
- INDUSTRIA DEI RADDRIZZATORI
- SETTORE CINEMATOGRAFICO
- LABORATORI MISURE
- SETTORE DIDATTICO

UNA GAMMA DI PRODOTTI
DI ELEVATE QUALITÀ
COSTRUITI SECONDO LE
SPECIFICHE VDE 0552
(DIN 42590 ET 42591)

Rappresentante esclusivo per l'Italia con deposito:

EURO CEDAG

Via Delle Leghe, 10 - 20127 Milano
Tel. 2850183 - 2829256

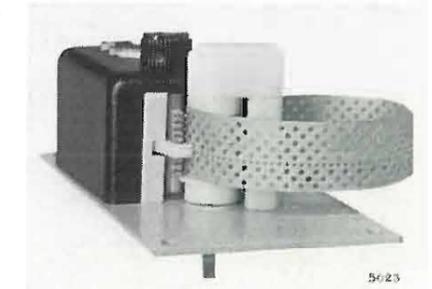
CGM

CONDIZIONATORE DI SEGNALI — È uno strumento versatile che consente di adattare segnali elettrici agli scopi della misura e agli strumenti ai quali viene connesso. Esso ha due entrate: A e B, per due distinti segnali con tensioni fino a ± 30 V e permette di sommare o di sottrarre questi due segnali. Si può sopprimere la componente continua di tali segnali fra -5 e $+30$ V e l'ampiezza della tensione soppressa è indicata sulla manopola di regolazione con la precisione di $0,1\% \pm 10$ mV. Lo strumento incorpora un filtro passa basso e un filtro passa alto, l'attenuazione dei quali può essere commutata sui valori di 6 o 18 dB/ott.

tava. I limiti di frequenza di ambedue i filtri si possono scegliere a salti di $1/3$ di ottava. La banda passante bassa si estende dalla corrente continua ad 1 MHz; quella alta da 0,1 Hz a 100 kHz. È inoltre incorporato un amplificatore con guadagno variabile con continuità fra 0,8 e 200 con sette posizioni fisse di taratura per valori da 1 a 100. Lo strumento è prodotto dalla DISA Elektronik di Copenhagen sotto la sigla 55 D 26 e fa parte di un'apparecchiatura destinata alla misura dei flussi aeriformi nella quale tale strumento è usato per accentuare alcuni spettri di turbolenza.

LETTORE DI NASTRI — Un lettore di nastro perforato ad otto canali di costo ridotto con velocità di lettura fino a 150 caratteri al secondo è prodotto dalla Engineered Products Inc. Esso è comandato meccanicamente dalla rotazione di 15° per carattere di un perno pilota; è adatto per logiche RTL, DTL, TTL ed HTL come pure per i sistemi a relé. Inoltre un commutatore indica la rottura del nastro e la sua fine. Le connessioni terminano in un connettore Anphenol a 24 contatti.

(1333)



INDICATORI LUMINOSI A STATO SOLIDO — Lampadine a stato solido da usarsi soprattutto come segnali luminosi da pannello sono state recentemente introdotte sul mercato dalla Monsanto Electronics di Copertino California e designate con la sigla MV 5020. Esse hanno una affidabilità non conseguibile con le lampade ad incandescenza e praticamente eliminano i costi di rimpiazzamento. Consistono di una piastrina di fosforo-arseniuro di gallio che emette una luce rossa (6500 angstrom). La piastrina è incorporata

5623

5126

multimetri elettronici

ad alimentazione autonoma

Assolutamente competitivi per le loro caratteristiche e prezzo

- Sensibilità: da 10 mV c.c. e 300 mV c.a.
- Correnti da $1 \mu A$ a 10 A
- Misure in frequenza fino a 1000 MHz
- Resistenze fino a 100 M Ω

La ITT Metrix vi offre una gamma di ben 13 voltmetri elettronici



VX 213



VX 313

nozza

Per ulteriori dettagli richiedete il catalogo generale o telefonate a:



Divisione della ITT Standard
Piazza de Angeli 7
20146 Milano
Tel. 4 69 66 41 (4 linee)

Ufficio commerciale
Via Flaminia Nuova 213
00191 Roma
Tel.: 32 36 71

PRIMO RADAR A LUNGO RAGGIO DELLA NADGE — Le prove del primo «Ares», un radar a lunga distanza destinato al sistema automatico di difesa NADGE (NATO Air Defence Ground Environment), effettuate sotto la supervisione di esperti della NATO e di otto Paesi che riceveranno in dotazione questo tipo di radar, sono avvenute in Italia dove è stato installato questo primo «Ares» (vedi figura). Esse erano intese ad accertare, in ogni particolare, le prestazioni e le caratteristiche in conformità alle specifiche NATO e sono state effettuate in condizioni normali di traffico aereo interessando numerosi aeromobili, permettendo così ripetute e precise misurazioni.

Ideato e fabbricato dalla società francese Thomson-CFS, l'«Ares» fa parte di una vasta famiglia di sistemi radar di pre-allarme e avvistamento tridimensionale progettati per esigenze difensive di Paesi membri della NATO e per altre nazioni dove sono già operativi. Considerato tra i più potenti del mondo, questo radar fisserà automaticamente, con precisione e praticamente all'istante, le coordinate dell'aeromobile in volo entro un vasto perimetro, anche in condizioni di interferenze naturali o artificiali.

La NADGE consiste in un sistema di difesa radar collegati con elaboratori che si estende in un ampio arco che va dal nord della Norvegia alla Turchia orientale. Il sistema è stato installato per la NATO dalla Nadgeco Ltd., della quale fanno parte le seguenti società:

AEG-Telefunken (Germania Occidentale); Hughes Aircraft Company (USA); Marconi Company Ltd. (Gran Bretagna); N. V. Hollandse Signaalapparaten (Olanda); Selenia S.p.A. (Italia) e Thomson-CSF (Francia).

(1353)



in una lente di plastica che può essere direttamente incastrata in un foro praticato nel pannello avente uno spessore compreso fra 1,5 e 4 mm. Vi sono quattro modelli, illustrati in figura, che differiscono per la configurazione e la colorazione della lente di plastica che può essere chiara o rossa, a luce concentrata o diffusa. Sono anche disponibili speciali cornici in plastica (vedi figura). I conduttori possono essere ripiegati o saldati ad un circuito stampato. La luce emessa ha un'intensità di 750 foot-lambert a 2 volt e 20 milliampère.

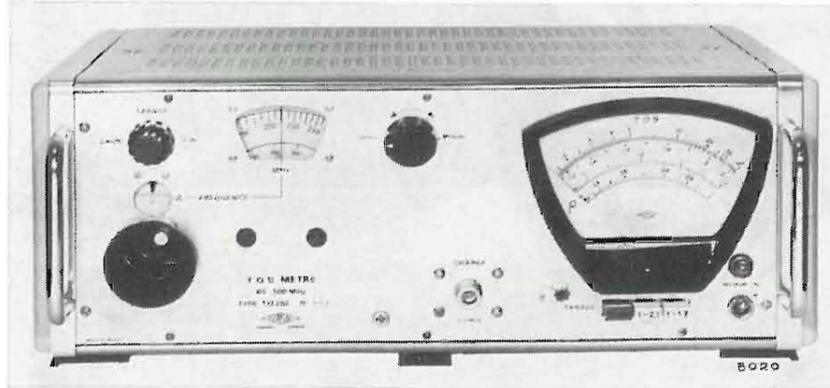
(1355)

STRUMENTO PER LA MISURA DEL R.O.S. — Prodotto dalla Ferisol lo strumento TO 202 illustrato in figura misura il rapporto di onde stazionarie (R.O.S.) di qualsiasi dipolo (carichi, attenuatori, cordoni coassiali, antenne, ecc.) nella gamma compresa fra 65 e 500 MHz. È basato sull'uso di due accoppiatori direttivi contrapposti che consentono di misurare la potenza che si propaga in una direzione e quella che si propaga nella direzione opposta. In realtà nel TO 202 si utilizza un solo

accoppiatore direttivo che viene orientato una volta in una direzione e l'altra nella direzione opposta. Il R.O.S. si legge direttamente sullo strumento a lettura diretta che ha tre portate: da 1 a ∞ da 1 a 2,1 e da 1 a 1,3.

Lo strumento può essere usato anche come generatore di un segnale a frequenza variabile nel campo suddetto (VHF e UHF) e di livello pure variabile. Tale segnale può essere modulato da un'onda quadra a 1000 Hz.

(1330)



SCARTI DEI SEGNALI DI TEMPO

(v. n. 4 - 1971, pag. 153)

MAGGIO 1971			GIUGNO 1971		
a	b	c	a	b	c
5		+42	2		+55
12		+44	9		+58
19	-0,2	+48	16	*	+60
26		+51	23		+63
			30		+65

a) Giorni del mese; - b) Scarto di tempo TUC (IEN) - TUC (BIH) in ms, (media mensile); - c) Scarto di tempo TUC (IEN) - TUC (RGO) in ms. - * Dato non pervenuto.

(1346)

oscilloscopio portatile

OX 318

automatico

compatto

economico



nozza

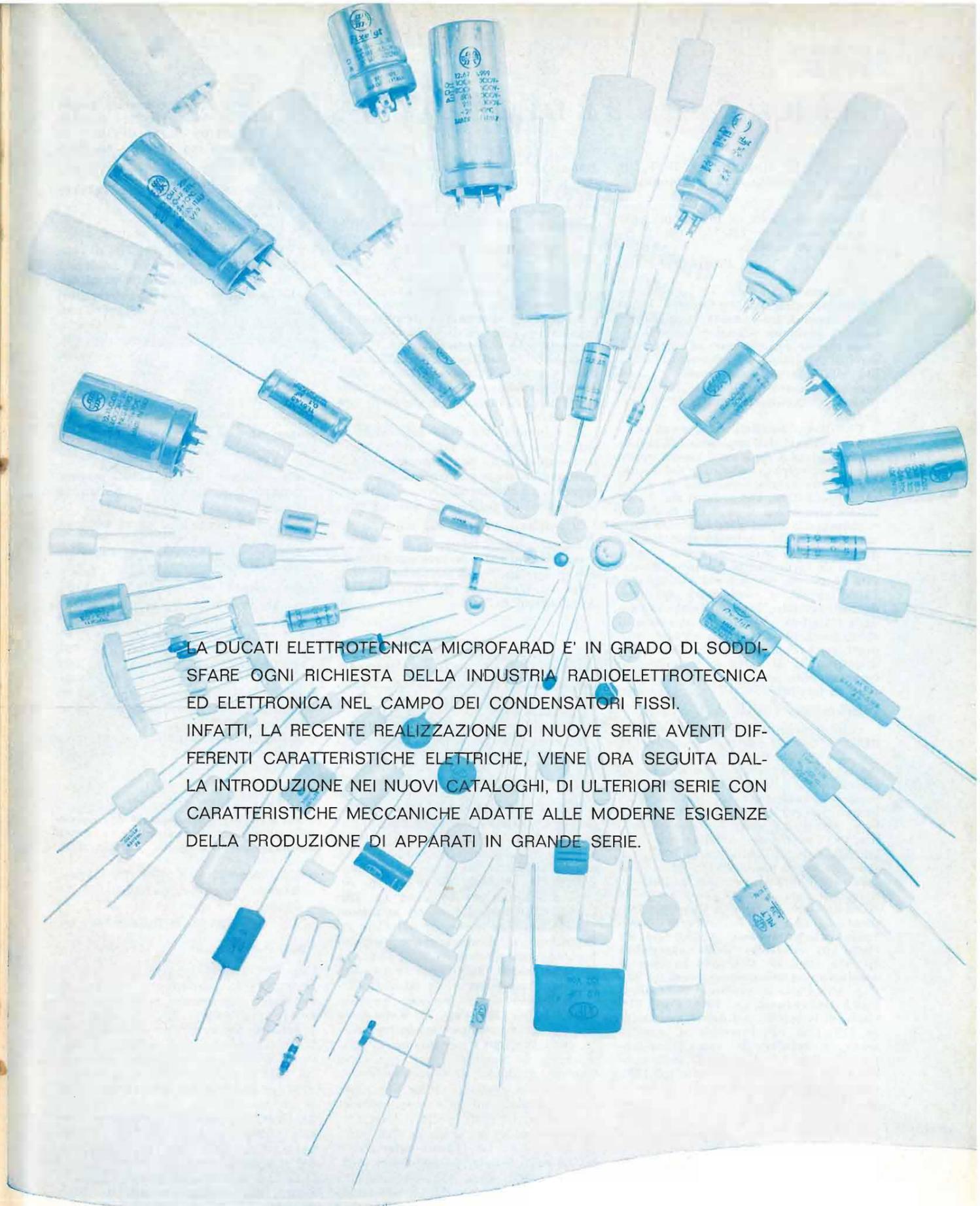
- Sensibilità 10 mV/div.
- Banda passante 0-15 MHz
- Sincronismi completamente automatici
- Tubo rettangolare, postaccelerazione 4 KV

Per ulteriori dettagli richiedete il catalogo generale o telefonate a:



Divisione della ITT Standard
Piazza de Angeli 7
20146 Milano
Tel. 4 69 66 41 (4 linee)

Ufficio commerciale
Via Flaminia Nuova 213
00191 Roma
Tel.: 32 36 71



LA DUCATI Elettrotecnica MICROFARAD È IN GRADO DI SODDISFARE OGNI RICHIESTA DELLA INDUSTRIA RADIOELETTROTECNICA ED ELETTRONICA NEL CAMPO DEI CONDENSATORI FISSI. INFATTI, LA RECENTE REALIZZAZIONE DI NUOVE SERIE AVENTI DIVERSE CARATTERISTICHE ELETTRICHE, VIENE ORA SEGUITA DALLA INTRODUZIONE NEI NUOVI CATALOGHI, DI ULTERIORI SERIE CON CARATTERISTICHE MECCANICHE ADATTE ALLE MODERNE ESIGENZE DELLA PRODUZIONE DI APPARATI IN GRANDE SERIE.



DUCATI elettrotecnica **MICROFARAD** 

VIA M. E. LEPIDO, 178 - BOLOGNA - TELEF. 400.312 - TELEX 51042 DUCATI

LIBRI E PUBBLICAZIONI

ENRICK N. L., MOTTLEY JR. H. E.: **Il controllo di qualità.** « Etas Kompass ». Milano, 1970.

Un volume di XII + 150 pagine, formato cm 15,5 × cm 15,5, con 17 figure e 30 tabelle.

Prezzo lire 2.500

Il volume è tradotto dall'americano « Manufacturing Analytical Control » edito dalla General Instrument Co. Esso illustra i problemi pratici e propone gli stessi esercizi che vengono affrontati nei corsi di istruzione sul controllo di qualità alla General Instrument sia nei suoi stabilimenti negli Stati Uniti, sia presso lo stabilimento italiano di Giuliano.

I problemi descritti sono, senza eccezione, ricavati dall'esperienza di lavoro nell'industria e sono stati risolti applicando i principi del controllo della qualità in una svariata casistica di situazioni produttive, riguardanti sia il materiale grezzo, sia il prodotto finito. Il volume pone soprattutto l'accento sulla metodologia del controllo statistico di qualità inteso come un pratico strumento di lavoro nella quotidiana attività di misura, prova e valutazione dell'accettabilità e conformità del prodotto. Partendo, dagli elementi di base della statistica e attraverso una serie di spiegazioni, esercizi svolti ed altri proposti, quest'opera consente al lettore di impadronirsi di tutte le tecniche più comunemente usate nel controllo statistico di qualità.

Riportiamo i titoli dei capitoli:

Cap. 1°: L'impiego delle distribuzioni di frequenza nel controllo della qualità (p. 1); Cap. 2°: Misura della variabilità dei lotti di produzione e dei processi di lavorazione: lo scarto-tipo e il coefficiente di variazione (p. 13); Cap. 3°: Scarto-tipo per dati raggruppati (p. 25); Cap. 4°: Stima della variabilità mediante l'esplorazione media dei dati (p. 35); Cap. 5°: La curva normale e il suo significato nel controllo della qualità: capabilità dei processi, valutazione delle tolleranze e analisi del controllo (p. 51); Cap. 6°: Errore di campionamento (p. 65); Cap. 7°: Le carte di controllo della produzione (p. 75); Cap. 8°: Carte di controllo della variabilità (p. 87); Cap. 9°: Controllo in caso di specifiche con tolleranze rigorose (p. 93); Cap. 10°: Carte di controllo della difettosità percentuale (p. 109); Cap. 11°: Carta di controllo dei difetti per unità (p. 117); Cap. 12°: Procedure di accettazione e tabelle di campionamento (p. 125); Cap. 13°: Il controllo della qualità nella produzione moderna (p. 139); Cap. 14°: Glossario dei termini statistici (p. 145).

(1348)

Hydrogen thyratrons - Preamble. Un fascicolo della English Electric Valve Co. Ltd. (Chelmsford Essex) di 40 pagine formato cm 15 × cm 21, con 30 figure.

(1339)

BRICHANT F.: **L'Ondistor.** « Dunod », Parigi, 1970.

Un volume di VIII + 124 pagine, formato cm 15,5 × cm 24, con 61 figure.

Prezzo 38 franchi francesi

L'ondistor è un particolare tipo di « onduttore », cioè un convertitore statico autonomo a tiristori capace di fornire corrente alternata a frequenza di centinaia o migliaia di hertz ricavando l'energia dalla corrente continua. F. Brichant, autore del libro, è l'ideatore dell'ondistor e, come capo di una sezione della ditta frances « Alstom », sovrintende alla produzione industriale di tale dispositivo.

Il volume tratta degli ondulatori in generale e delle loro applicazioni quali il riscaldamento per induzione, l'alimentazione degli ozonizzatori, dei dispositivi ad ultrasuoni, ecc., ed illustra le prestazioni particolari dell'ondistor.

Riportiamo l'elenco dei capitoli:

Cap. 1°: Introduzione (p. 1); Cap. 2°: I semiconduttori e le loro caratteristiche (p. 5); Cap. 3°: Gli ondulatori (p. 27); Cap. 4°: L'ondistor (p. 71); Cap. 5°: Applicazioni (p. 91).

(1350)

HAMMER P. L., RUDEANU S.: **Méthodes booléennes en recherche opérationnelle.** « Dunod », Parigi, 1970.

Un volume di XVIII + 378 pagine, formato cm 16 × cm 25, con 25 figure. Rilegato.

Prezzo 98 franchi francesi.

Teoria matematica che tenta di rendere più elastica e comprensiva l'applicazione degli algoritmi classici e quelli della ricerca operativa, applicati sia al caso continuo sia a quello discreto.

Cap. 1°: Algebra di Boole (p. 5); Cap. 2°: Equazioni booleane (p. 28); Cap. 3°: Disuguaglianze ed equazioni pseudo-booleane lineari (p. 57); Cap. 4°: Equazioni e disuguaglianze pseudo-booleane non lineari (p. 96); Cap. 5°: Minimizzazione delle funzioni pseudo-booleane lineari (p. 119); Cap. 6°: Minimizzazione delle funzioni pseudo-booleane (p. 132); Cap. 7°: Estensione della programmazione pseudo-booleana (p. 158); Cap. 8°: Programmazione matematica a numeri interi (p. 185); Cap. 9°: Problemi di connessione e di percorso nei grafi (p. 199); Cap. 10°: Insiemi stabili, nuclei e scomposizioni cromatiche dei grafi (p. 241); Cap. 11°: Accoppiamento dei grafi in due parti (p. 272); Cap. 12°: Flussi nelle reti e catene negli insiemi parzialmente ordinati (p. 295); Cap. 13°: Applicazioni diverse (p. 307); Cap. 14°: Problemi di minimizzazione nella teoria degli automatismi (p. 328).

(1263)

Digital - to - analog converter handbook. Manuale della « Hybrid System Corp. » (Burlington - Mass.) di VIII + 74 pagine, formato cm 13,5 × cm 21,5 con 42 figure.

Gratuito su richiesta alla Tekelec (Milano).

I titoli delle diverse sezioni sono:

1°: Introduzione (p. 1); 2°: Tipi di convertitori da numerico ad analogico (p. 3); 3°: Definizione delle caratteristiche (p. 21); 4°: Prove dei convertitori numerico-analogico; 5°: Scelta dell'amplificatore di uscita (p. 39); 6°: Operazioni bipolari (p. 53); Appendici (p. 63).

(1338)

SCHWEITZER J.: **Ordinateurs et comportement conscient** « Dunod », Parigi, 1971.

Un volume di XII + 204 pagine, formato cm 15 × cm 21,5 con 28 figure.

Prezzo 29 franchi francesi.

Considerazioni generali di carattere psico-filosofico.

Ecco l'elenco dei capitoli:

Cap. 1°: Presentazione (p. 7); Cap. 2°: Cosa c'è da sapere (p. 35); Cap. 3°: La coscienza di sé? (p. 59); Cap. 4°: Le informazioni ambigue (p. 78); Cap. 5°: Macchine immobili (p. 109); Cap. 6°: Macchine attive (p. 130); Cap. 7°: Dove siamo? (p. 146); Cap. 8°: Confronto fra macchina ed essere vivente (p. 163); Cap. 9°: Particolarità psicologiche compatibili con la macchina (p. 182).

(1323)

MARILLAT G.: **Conception des servomecanismes pour machines - outils automatiques.** « Dunod », Parigi, 1970.

Un volume di VIII + 126 pagine, formato cm 16 × cm 24,5, con 56 figure.

Prezzo 38 franchi francesi.

Titoli dei capitoli:

Cap. 1°: Introduzione (p. 1); Cap. 2°: Generalità sui sistemi (p. 3); Cap. 3°: Dinamica dei sistemi permanenti, lineari e invarianti (p. 17); Cap. 4°: I sistemi asserviti (p. 29); Cap. 5°: Le non-linearità nei sistemi (p. 35); Cap. 6°: Generalità sulle macchine (p. 37); Cap. 7°: Analisi della meccanica (p. 43); Cap. 8°: Precisione statica di un asse (p. 51); Cap. 9°: Struttura dei servomeccanismi e modi di funzionamento (p. 69); Cap. 10°: Bande passanti (p. 79); Cap. 11°: Dinamica del posizionamento (p. 87); Cap. 12°: Dinamica al contorno (p. 93); Cap. 13°: Sintesi dei servomeccanismi (p. 101); Cap. 14°: Leggi di similitudine (p. 121).

(1324)

ELETRONICA PER TELECOMUNICAZIONI



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

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

SIAE MICROELETRONICA

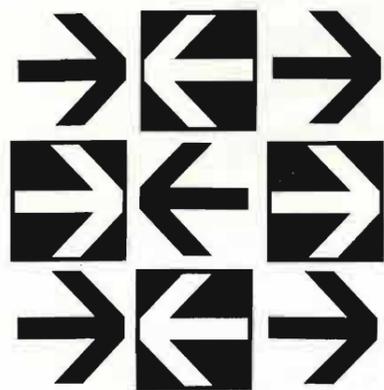
20093 COLOGNO MONZESE - VIA M. BUONARROTI 21 - TEL. 9123264/5 - 9123801

- RIPETITORI TELEVISIVI VHF E UHF
- TERMINALI 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

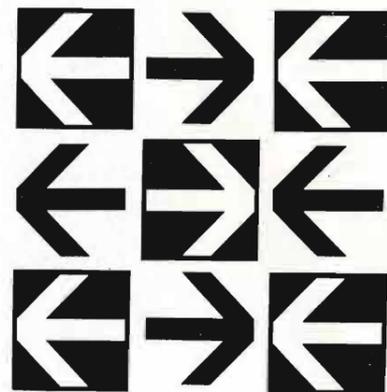
SIP Società Italiana per l'Esercizio Telefonico p.a.



le reti di telecomunicazioni per la elaborazione elettronica a distanza



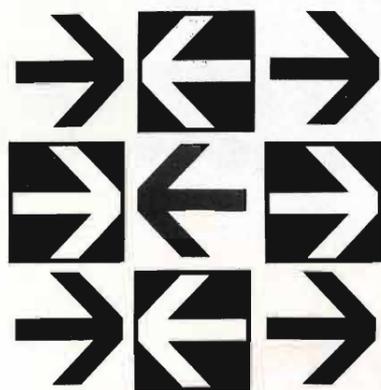
SER
VI
ZIO
TRAS
MIS
SIONE
DATI



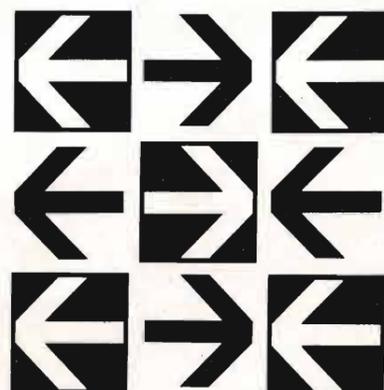
■ Scambio di informazioni a distanza ad alta velocità tra elaboratori e terminali per dati

■ 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

FERISOL

APPARECCHI ELETTRONICI DI MISURA

...dalla Francia
con precisione

ferri pubblicità

Carichi
coassiali
adattati
Mod.
S 815 / S 602

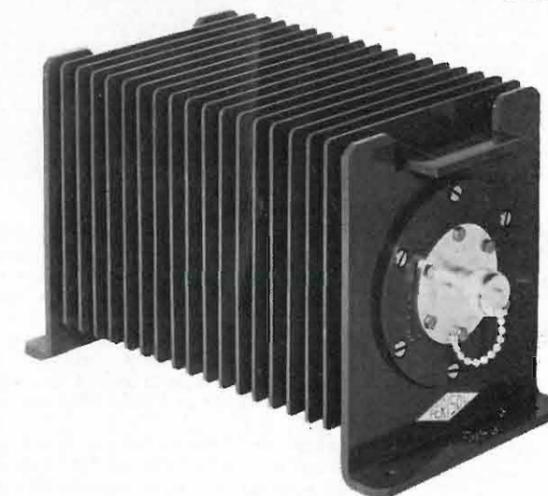
Z = 50 Ω



S 602 - 25 W - 0-0,5 GHz

Nella gamma dei componenti fissi, la FERISOL produce attenuatori fissi, filtri passabasso, accoppiatori direttivi e la seguente serie di carichi coassiali adattati con impedenza di 50 Ω:

S 600 A	1 W; 0-11 GHz
S 702	2 W; 0-12,4 GHz
S 703	3 W; 0-18 GHz
S 710	10 W; 0- 6 GHz
S 602	25 W; 0- 0,5 GHz
S 730	30 W; 0- 4 GHz
S 806	60 W; 0- 4 GHz
S 815	150 W; 0- 4 GHz
S 860	600 W; 0- 2,5 GHz
S 825	2500 W; 0- 2,5 GHz

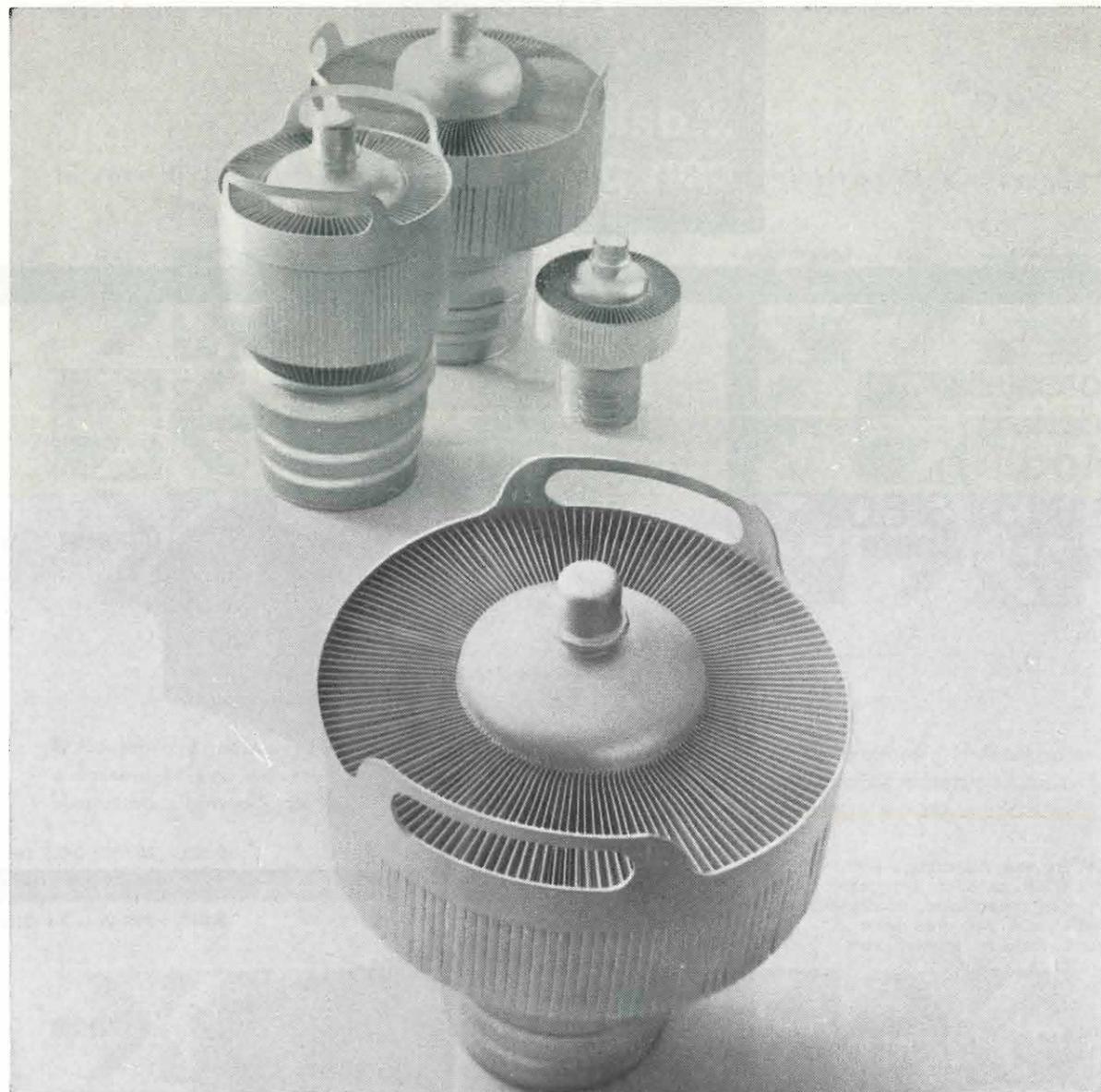


S 815 - 150 W - 0-4 GHz

il successo **FERISOL** nel mondo è garanzia di precisione e qualità

FERISOL
UFFICIO TECNICO ITALIANO
20133 Milano
via F.lli Sangallo 51 - Tel. (02)7386538

FERISOL produce oltre 200 differenti modelli di apparecchi elettronici di misura - Tecnici altamente qualificati sono a disposizione per fornire indicazioni circa il loro migliore impiego nelle diverse applicazioni. Per ulteriori informazioni interpellateci.



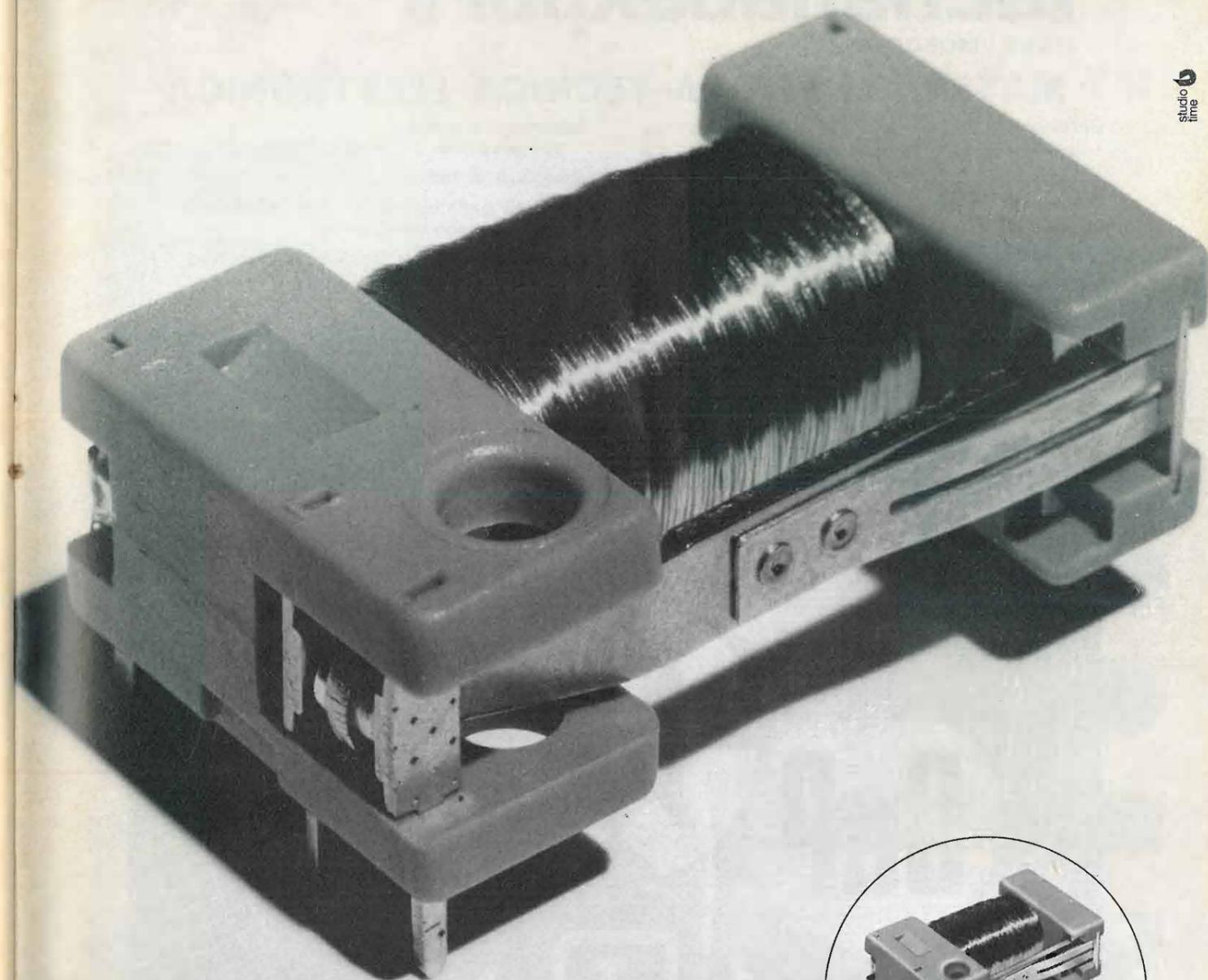
**Nessun tetrodo
presenta
miglior linearità**

Nel campo dei tetrodi di potenza la Eimac definisce lo stato dell'arte con tubi che dimostrano una distorsione di intermodulazione migliore di qualsiasi altro tubo conosciuto. Nel 1966 abbiamo introdotto il 4CX1500B, un tetrodo da 1.5 kW con la più alta linearità finora conosciuta: meglio di -40 dB di distorsione IM di 3° ordine. Successivamente abbiamo prodotto il 4CX600J, un tubo da 600 Watts con prodotti IM di 3° ordine di -45 dB (senza «feedback») e più tardi un tetrodo da 5 kW con le medesime caratteristiche. Ora l'ultimo tetrodo in programma, un tubo da 15 kW, presenta prodotti IM di 3° ordine di -40 dB. Questi tubi presentano miglioramenti della distorsione IM di 10-20 dB in una gamma di correnti di placca praticamente quiescente.

Altri tetrodi attualmente in fase di sviluppo forniscono potenze fino a 40 kW con linearità di oltre -45 dB IMD, come da noi previsto. Queste anticipazioni sulle prestazioni fanno parte di un programma a lungo termine basato su studi e progetti elaborati con l'assistenza di computers, per migliorare la geometria interna dei tubi. Tutti i nostri programmi tendono ad assicurarVi che avrete i migliori prodotti esistenti sul mercato ogni volta che comprenderete Eimac.



Per ulteriori informazioni Vi preghiamo di rivolgerVi a:
Varian S.p.A.
Via Varian
10040 Leini / Torino
Tel.: 26 80 86



**Un relè zettler è oltre
per esempio, la serie AZ 535/530**

Quando non ci si accontenta di un buon relè, quando si vuole qualcosa che per le sue caratteristiche vada oltre a ciò che normalmente viene offerto, allora il relè è Zettler. L'AZ 535 completa il programma dei relè modulari Zettler, come per il relè AZ 530 ha un'altezza di soli 10,5 mm. e questo permette il montaggio su circuiti stampati con intervallo

di 15 mm. Il relè 535 corrisponde alle norme VDE 0435/9,62 e VDE 0804 par. 14/4,65. Tipico per questo relè, l'impiego ovunque sia necessario minimo ingombro e grande potere d'interruzione (1,1 KVA). Inoltre il suo consumo è talmente limitato, che può essere comandato da circuiti transistorizzati a bassa intensità. L'ingombro estremamente

ridotto offre la possibilità, quando non sia sufficiente un contatto di scambio, di sistemare diversi relè in parallelo fra loro.

ZETTLER

apparecchi elettrici s.p.a.
via Benaco 1/3 - tel. 9845755/9845756
20098 S. Giuliano Milanese
Filiale di Roma: viale G. Cesare 51/A
tel. 389044 - 00192 Roma
Filiale di Bologna: via C. Jussi 9
tel. 461377 - 40068 S. Lazzaro di Savena
Filiale di Bari: via Orazio Flacco 23/C
tel. 254558 - 70124 Bari
Filiale di Torino: via Montevecchio 3
tel. 533728 - 10128 Torino

Techsnabexport

USSR · MOSCOW

MATERIALI PER LA TECNICA ELETTRONICA

Germanio
in monocristalli, in policristalli
biossido di germanio puro al 99,999 %
e al 99,9999 %.

Silicio
in monocristalli, in policristalli
pellicole siliciche epitassiche.

Arseniuro di gallio, fosforo di gallio.

Arseniuro di gallio
con proprietà di semiconduttore.

Arseniuro di indio.

**Materiali particolarmente puri, diffondenti,
composti semiconduttori.**

Monocristalli di composti semiconduttori:
niobato di litio
titanato di bario

Per qualsiasi informazione rivolgetevi a: V/K "TECHSNABEXPORT" - MOSCA,
G-200, URSS - TEL.: 244-32-85 - TELEX: 7239

TOA ELECTRONICS LTD.



MODELLO EPR-2TB

CHIMOGRAFO ELETTRONICO

Questo strumento fa parte di una serie di dispositivi basati su di una tecnica di funzionamento semplice come quella del voltmetro elettronico. Tra le prerogative si nota una elevata impedenza di ingresso, una notevole sensibilità, e l'estensione di quest'ultima a seconda delle esigenze in varie portate. Il responso è abbastanza rapido da consentire all'ago scrivente di seguire qualsiasi fenomeno elettrico, anche a variazione molto rapida.

CARATTERISTICHE - Alimentazione: solo a C.A. 220 V, 50 Hz • **Portata:** ± 5 mV - 100 V, in 14 gamme • **Regolamento dello zero:** in qualsiasi posizione rispetto al fondo scala • **Impedenza di ingresso:** più di 1,8 Mohm senza bilanciamento - 2 Mohm con bilanciamento • **Precisione:** 0,5% con massima deflessione • **Velocità di bilanciamento:** maggiore di 300 mm/s (meno di 0,3 s a fondo scala) • **Rullo carta:** larghezza 150 mm, lunghezza 20 m • **Velocità di scorrimento della carta:** 20, 60, 180 mm/minuto - 20, 60, 180 mm/ora in 6 gamme • **Dimensioni:** 230 x 320 x 160 mm • **Peso:** circa 6 kg.

SERIE DELLE APPARECCHIATURE SUPPLEMENTARI

Accessorio per la misura di temperatura Modello PB-10C

Può essere usato per effettuare registrazioni di temperatura tra -30 °C e $+200$ °C. All'estremità del rivelatore è presente un termistore sensibile alle variazioni termiche. Sono disponibili due modelli, e precisamente uno per le misure di superficie, ed uno per le misure nei liquidi.



Modello PB-10C

Apparecchiatura per misure termiche di precisione Modello PB-11A

Portate di misura da 0 a 70 °C (in tre portate, da 0 a 20, da 20 a 40 e da 40 a 60 °C). Il grafico di registrazione può essere esteso fino a ± 2 °C. All'estremità del rivelatore è presente un termistore in vetro ad alta sensibilità; lo strumento è disponibile nelle due versioni, per misure di superficie e per misure nei liquidi.



Modello PB-11A

Strumento per la misura del pH Modello PB-20A

Collegando questo strumento al misuratore tipo HM-5A oppure tipo HM-5 per la misura del pH, è possibile effettuare registrazioni dei valori compresi tra 0 e 14 pH, con escursioni massime sul grafico comprese tra ± 1 e ± 10 pH.



Modello PB-20A

Strumento per la misura di tensioni e di correnti Modello PB-30A

Questo apparecchio accessorio viene usato soltanto quando si desidera registrare la parte variabile della tensione misurata, sopprimendone una certa parte di valore fisso (massimo 1,1 V), e quando si desidera registrare l'intensità di una corrente continua (di valore compreso tra 10^{-9} e 10^{-2} A).



Modello PB-30A

Strumento Modello PB-40B per la misura di tensioni alternate

Portata di misura, da 10 mV a 200 V eff. - Gamma di frequenza, da 10 Hz a 300 kHz, ± 1 dB. La registrazione risulta altrettanto facile quanto lo è quella di una tensione a C.C.



Modello PB-40B

Strumento per la misura della caratteristica EL Modello PB-60A

Questo strumento serve per la registrazione delle relazioni che intercorrono tra la tensione applicata ed i valori misurati, come ad esempio le caratteristiche statiche di transistori e di valvole termoioniche. In altre parole, è possibile valutare le caratteristiche di diodi, eccetera, nei campi dell'elettronica e della polarografia; e nel campo della chimica le caratteristiche di polarizzazione degli elettrodi, ecc.



Modello PB-60A

Convertitore logaritmico dalla C.A. alla C.C. Modello PB-70A

Questo strumento serve per la misura di valori di tensioni in C.C. ed in C.A. per frequenze comprese tra un minimo di 20 ed un massimo di 200 Hz, e per la registrazione dei suddetti valori mediante compressione logaritmica.



Modello PB-70A

Per l'invio dei cataloghi ALTA FEDELTA' e STRUMENTI ELETTRICI trattandosi di pubblicazioni di peso rilevante ai fini della tassazione postale, siamo costretti, nostro malgrado, a richiedere L. 500 in francobolli, a titolo esclusivo di rimborso spese postali.

LARIR

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

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



ITALCABLE

SERVIZI
CABLOGRAFICI
RADIOTELEGRAFICI
E RADIOELETRICI
TELEGRAMMI
TELEX
TELEFONIA
FOTOTELEGRAFIA
GIRATE IL MONDO
CON I SERVIZI
DI TELECOMUNICAZIONE
INTERNAZIONALI
ITALCABLE

CIRCUITI
DI ALTA QUALITA'
A MEZZO CAVI,
SATELLITI E RADIO
TUTTI I SERVIZI
DI TELECOMUNICAZIONE
TRA L'ITALIA
E ATTRAVERSO L'ITALIA
CON IL RESTO
DEL MONDO
PROGRAMMI
TRASMISSIONE DATI
CANALI
AD USO ESCLUSIVO

