

34 ✓

CONTRIBUTI  
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICHI DI MILANO-MERATE  
a cura del Direttore  
Prof. FRANCESCO ZAGAR

NUOVA SERIE

N. 178

EDOARDO PROVERBIO

LA MISURA DEI RITARDI ALLA RICEZIONE DI  
SEGNALI ORARI UTILIZZATI NELLA  
DETERMINAZIONE DI TEMPO E DI LONGITUDINE

Estratto dai *Relicenti dell'Istituto Lombardo - Accademia di Scienze e Lettere*  
Classe di Scienze (A) - Vol. 95, 1961

MILANO  
1961

CONTRIBUTI  
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE  
a cura del Direttore  
Prof. FRANCESCO ZAGAR

NUOVA SERIE

N. 178

---

EDOARDO PROVERBIO

---

LA MISURA DEI RITARDI ALLA RICEZIONE DI  
SEGNALI ORARI UTILIZZATI NELLA  
DETERMINAZIONE DI TEMPO E DI LONGITUDINE

Estratto dai *Rendiconti dell'Istituto Lombardo - Accademia di Scienze e Lettere*  
Classe di Scienze (A) - Vol. 95, 1961

MILANO  
1961

LA MISURA DEI RITARDI  
ALLA RICEZIONE DI SEGNALI ORARI UTILIZZATI  
NELLA DETERMINAZIONE DI TEMPO E DI LONGITUDINE

Nota\* di EDOARDO PROVERBIO

Presentata dal m. e. Francesco Zagar

(Pervenuta il 16 luglio 1961)

**Sunto.** — Dopo una breve analisi critica sulla natura e sulla influenza dei ritardi alla ricezione nei problemi connessi con la determinazione del Tempo e delle Longitudini, vengono determinati i ritardi nei ricevitori ad onde corte e onde lunghe in servizio presso l'Osservatorio Astronomico di Brera, facendo uso di un metodo basato sul principio di Jonaust.

**Introduzione.**

1. Nello studio degli errori sistematici e dei ritardi che intervengono nelle operazioni di confronto di segnali orari è necessario considerare le seguenti cause di errori:

- a)* ritardi dovuti all'emissione dei segnali ( $e_E$ ),
- b)* ritardi dovuti alla trasmissione dei segnali ( $e_t$ ),
- c)* ritardi alla ricezione dei segnali ( $e_r$ ),
- d)* ritardi dovuti alla registrazione ed al confronto dei segnali ( $e_R$ )

Per cui indicato con  $t_0$  l'istante teorico dell'emissione del segnale, l'istante  $t$  vero del confronto con un altro segnale locale risulterà, a meno degli errori accidentali,

$$t = t_0 + e_E + e_t + e_r + e_R.$$

L'analisi e la determinazione dei vari ritardi  $e$  che compaiono nella precedente eguaglianza, risultano quindi di particolare importanza in

---

(\*) Osservatorio Astronomico di Brera in Milano.

precise determinazioni di tempo ed in tutte le operazioni relative al confronto di segnali orari.

Ricerche particolari sono state condotte all'Osservatorio Astronomico di Brera sugli errori sistematici strumentali che interessano la registrazione ed il confronto di segnali orari (1). E' noto tuttavia che una parte rilevante dei ritardi è dovuta ai dispositivi radio-ricevitori, soprattutto negli stadi di media e bassa frequenza, che possono essere messi in evidenza unicamente con determinazioni dirette.

Il ricevitore per onde corte GPR-90 in funzione nel Servizio dell'Ora all'Osservatorio Astronomico di Brera, è un apparecchio supereterodina che copre con continuità la gamma da 540 KHz a 31,5 MHz, suddivisa in sei bande per la ricezione di segnali modulati in AM o in MCW e di segnali di tipo telegrafico non modulati (CW).

Esso dispone di due stadi amplificatori RF con una sensibilità migliore di  $5 \mu\text{V}$  su tutta la gamma.

E' dotato inoltre di una doppia conversione di frequenza. Il primo stadio a 3,955 MHz costituisce una efficace barriera del *segnale immagine* che rappresenta uno degli inconvenienti dei ricevitori supereterodina (2). Il secondo stadio, relativamente basso, a 455 KHz accresce invece convenientemente la selettività che presenta una banda passante di circa 3 KHz a 6 dB, senza l'utilizzazione del filtro a quarzo.

La sezione ad audio frequenza è costituita infine da due stadi amplificatori di tensione e di potenza.

Un secondo ricevitore Incaradio esagamma, modificato per la ricezione in onde lunghe dai 2,7 ai 200 KHz è stato utilizzato dalla fine del 1958 nel Servizio dell'Ora. Le sue prestazioni risultano molto modeste, disponendo di un unico stadio in AF e in MF.

Lo studio dei ritardi alla ricezione non risulta per la verità funzione unicamente del ricevitore e dei vari stadi utilizzati, ma anche dei tipi di segnali ricevuti.

Per quanto riguarda questi ultimi è noto che ai segnali di tipo telegrafico (tipo  $A_1$ ), si tende attualmente a sostituire segnali modulati in ampiezza (tipo  $A_2$ ) con frequenze campioni, fornite da oscillatori a quarzo di grande stabilità ( $10^{-8} + 10^{-9}$ ), che oltre a migliorare sensibilmente la precisione della durata dei secondi anche su lunghi periodi ( $\pm 1 \mu\text{sec.}$ ), possono essere direttamente rivelati e osservati su oscilloscopio senza ricorrere alla regolazione dell'eterodina. Quest'ultimo inconveniente, proprio dei segnali telegrafici, può introdurre i più peri-

Modulated  
Continuous  
Waves

Continuous  
Waves

RF + 305

colosi ritardi, dipendendo sia dalla regolazione della modulazione che dall'intensità del segnale stesso. E' naturale quindi che nello studio dei ritardi si esaminino separatamente i due tipi di segnali.

### I ritardi alla ricezione dei segnali orari.

2. Il ritardo globale alla ricezione  $\tau_r$  comprende, a rigore, l'intervallo di tempo che intercorre tra l'istante in cui il segnale radioelettrico raggiunge l'antenna e l'istante in cui lo stesso segnale viene prelevato ad una delle uscite del ricevitore. Trascurando comunque il tempo di propagazione  $\tau$  delle onde elettromagnetiche lungo il conduttore  $l$  del dipolo e della discesa di antenna, di costante dielettrica  $\epsilon$ , esprimibile con la relazione

$$\tau = \frac{l}{c} \sqrt{\epsilon},$$

i ritardi più sensibili rimangono quelli relativi alle costanti di tempo dei vari stadi del ricevitore, in modo particolare dei circuiti accordati e dei circuiti selettivi.

Abbiamo già accennato in precedenza alla utilità e necessità di prendere separatamente in considerazione, per quanto riguarda la misura dei ritardi, i segnali di tipo  $A_1$  e  $A_2$ .

Questa discriminazione è resa necessaria dalle caratteristiche fondamentalmente diverse che i due tipi di segnali presentano nei riguardi dei due parametri principali che differenziano, oltre la modulazione, il processo di ricezione e di misura, vale a dire la frequenza di trasmissione e la forma e la definizione di inizio del segnale stesso.

Per quanto riguarda la frequenza di trasmissione è noto che i segnali di tipo  $A_2$  sono trasmessi attualmente su frequenze da 2,5 a 25 MHz e cioè esclusivamente nel campo delle onde corte, i segnali di tipo  $A_1$  abbracciano invece campi diversi, dalle onde metriche a quelle chilometriche e miriametriche.

Maggior rilievo presentano le differenze relative alla forma ed ai criteri di definizione di inizio del segnale rivelato all'uscita del ricevitore. I segnali tipo  $A_1$ , avendo all'emissione una forma ben definita, conservano per la loro natura questa forma anche all'uscita del ricevitore, ammesso che il fattore di distorsione di quest'ultimo sia trascurabile e prescindendo da parassiti e rumori. Cosicché il confronto di

questi segnali con dispositivi oscillografici, risulta molto preciso se non intervengono alterazioni durante la propagazione.

In ogni caso accettando le raccomandazioni emanate in occasione della Campagna Internazionale per la determinazione delle Longitudini durante l'A. G. I. <sup>(3)</sup>, si può considerare come inizio del segnale quello caratterizzato dal primo ciclo visibile oscillograficamente di forma chiaramente sinusoidale, senza tener conto del segno del ciclo stesso. Più precisamente può essere considerato come punto di riferimento la sommità positiva di questo primo ciclo, da rilevamenti in bassa frequenza, o il primo minimo nettamente marcato se i segnali sono prelevati alla media frequenza <sup>(4)</sup>.

Per quanto riguarda i segnali non modulati il problema risulta invece tutt'altro che semplice, dato che non sempre è possibile conoscere il fronte di salita del segnale nemmeno all'emissione. A ciò si aggiunge il fatto che la parte iniziale del segnale risulta alla ricezione spesso deformata a causa di disturbi vari, per cui si presenta molto arduo stabilire l'inizio del segnale stesso. Questo viene comunque definito convenzionalmente come quel punto del fronte di salita corrispondente al 50% dell'ampiezza totale del segnale stesso <sup>(\*)</sup>.

Queste definizioni sono adottate dal Servizio dell'Ora dell'Osservatorio di Brera e sono state tenute presenti nelle misure sperimentali riguardanti la determinazione dei ritardi.

Un'ultima considerazione preliminare riguarda l'importanza che possono presentare i vari disturbi sia a carattere locale o atmosferico <sup>(5)</sup>, sia sotto forma di fenomeni di interferenza e sovrapposizione, particolarmente nocivi nel caso di segnali modulati.

Questi fenomeni suscettibili di introdurre distorsioni e ritardi reali e apparenti, non si manifestano sfortunatamente nel caso di misure sperimentali poichè in generale i metodi e le tecniche di misura dei ritardi non utilizzano i segnali orari veri e propri ma segnali riprodotti localmente secondo criteri diversi. La loro influenza deve perciò essere esaminata e rilevata in ricerche particolari e collaterali a quelle che costituiscono lo scopo di questa comunicazione.

---

(\*) Questa definizione può essere estesa anche ai segnali tipo  $A_2$  delle emissioni HBN, in questo caso l'inizio del segnale corrisponde alla metà dell'ampiezza del fronte della prima interruzione.

## La misura dei ritardi.

3. Le misure sperimentali di ritardi di segnali orari vengono generalmente effettuato o utilizzando il metodo dell'emittitore locale <sup>(6)</sup>, o realizzando dispositivi diversi basati sul metodo classico di Jouaust <sup>(7)</sup>. Al primo metodo, che presuppone per misure precise una più complessa strumentazione, abbiamo preferito far ricorso al principio di Jouaust, adottando una soluzione che riteniamo sufficientemente rigorosa e precisa.

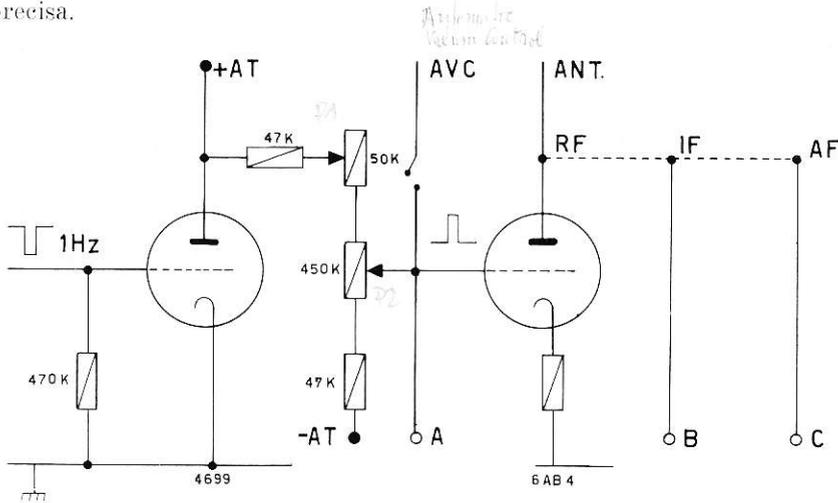


Fig. 1.

Come è noto quest'ultimo si basa essenzialmente sul criterio di utilizzare il segnale di riferimento utilizzato nelle misure, per rendere conduttrice la prima valvola amplificatrice dello stadio in AF del ricevitore in esame, mantenuta artificialmente nello stadio di interdizione. Ciò può essere realizzato inviando generalmente un segnale positivo, ottenuto normalmente per mezzo di un tasto o di un microinterruttore <sup>(8)</sup>, alla griglia della valvola in AF fortemente polarizzata in modo conveniente. Il criterio manuale presenta però vari inconvenienti, non ultimo quello della difficoltà di sincronizzazione nel caso di misure osciloscopiche.

Il dispositivo realizzato all'Osservatorio di Brera (figura 1), utilizza invece di un interruttore manuale per generare il segnale di comando, un impulso negativo al secondo. Questo segnale, reso positivo e

amplificato dallo stadio di amplificazione costituito da una 4699, viene sovrapposto ad una tensione continua, regolabile a piacere sia positivamente che negativamente per mezzo dei due potenziometri  $P_1$  e  $P_2$ . Quest'ultima è tenuta ad un livello tale da interdire la prima valvola amplificatrice in RF e da permettere contemporaneamente all'arrivo del segnale positivo che la stessa valvola diventi conduttrice. In tal modo ad ogni secondo questa valvola permette il passaggio, su una determinata gamma di frequenza, di treni della durata del segnale stesso. Il segnale prelevato in AF o in IF viene inviato, assieme al segnale di comando A, ad un oscilloscopio, sul quale sono infine eseguite le misure, direttamente o fotograficamente.

4. La misura dei ritardi di segnali di tipo  $A_1$  prelevati in bassa frequenza è stata eseguita per il ricevitore ad onde corte e per quello ad onde lunghe. Sono stati utilizzati segnali di comando negativi della durata di 25 ms, prelevati dal divisore elettronico di 50 Hz, forniti dall'orologio a quarzo Q2. Gli stessi segnali, positivi, sono utilizzati per comandare la base tempi, variabile da 1 sec a 2 msec, dell'oscilloscopio impiegato nelle misure. In tal modo il sincronismo dei due segnali permette di eseguire precise misure ad ogni secondo.

Nella Tabella I sono riassunti i risultati medi di queste prove, espressi in unità di  $10^{-4}$  sec. Le misure sono state eseguite, ad eccezione di un'unica serie di ricezioni sui 5.000 MHz, escludendo completamente tutti i dispositivi selettori e limitatori, rispettando cioè le condizioni generalmente realizzate durante la ricezione di segnali orari utilizzati nel Servizio dell'Ora.

TABELLA I.

Ricevitore	MHz	Segnali	Ritardi	Annotazioni
Imcaradio	0,030	$A_1$	12.	
Imcaradio	0,100	$A_1$	2.	
GPR 90	0,600	$A_1$	1.8	
GPR 90	5.000	$A_1$	1.8	Selett. RF — 1 KHz
GPR 90	5.000	$A_1$	1.5	
GPR 90	5.000	$A_2$	1.0	Frequenza campione IBF
GPR 90	15.000	$A_1$	1.3	
GPR 90	30.000	$A_1$	1.2	

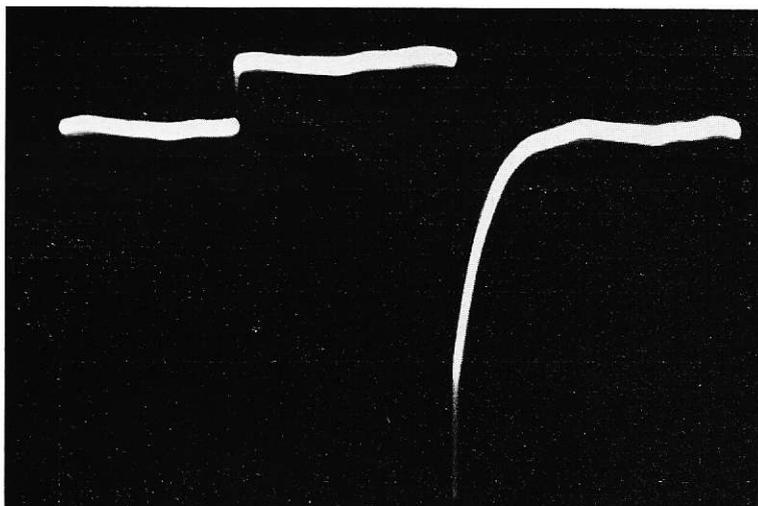


Fig. 2 *a*

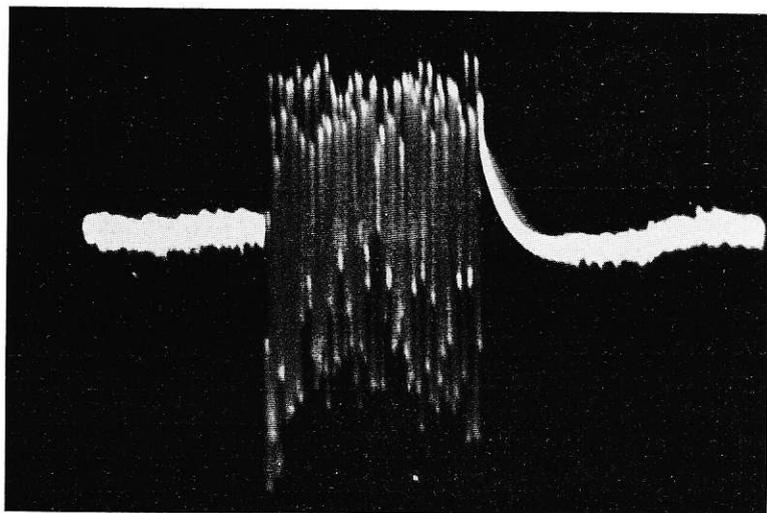


Fig. 2 *b*

I valori indicati nella Tabella si riferiscono ai ritardi assoluti, indipendenti cioè dalle deformazioni del fronte di salita del segnale che nel nostro caso risulta di  $0,7 \cdot 10^{-4}$  sec.

Il ritardo dovuto a queste deformazioni si è dimostrato d'altra parte pressochè nullo nel campo delle bande 7 e 6. Le onde miriamiche e chilometriche presentano invece una deformazione che è risultata funzione sia della tensione di polarizzazione della griglia del ricevitore che della potenza del segnale radio di entrata. Nelle migliori condizioni di polarizzazione questo effetto si è mostrato comunque abbastanza modesto, portando ad una deformazione ed un aumento del fronte di salita dell'ordine di pochi decimillesimi di secondo.

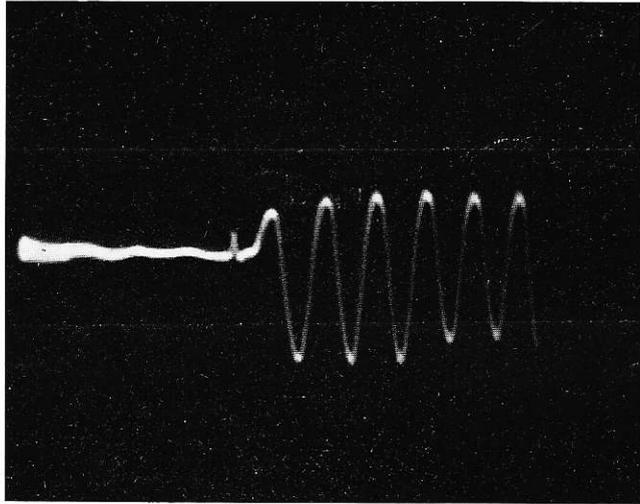


Fig. 3.

Le figure 2a e 2b rappresentano la forma del segnale di comando prelevato in A ed il corrispondente treno di frequenza prelevato in C. La figura 3 mostra invece il fronte e l'inizio dello stesso segnale, sempre all'uscita della bassa frequenza, preceduto da una minuscola immagine del segnale di comando, usando la massima dilatazione della b. t. E' possibile rilevare da questa figura e dalla precedente, ambedue relative a ricezione di frequenze attorno ai 5.000 MHz, il brusco stabilirsi dell'ampiezza del segnale e la corrispondente mancanza di un sensibile tempo di stabilizzazione.

5. Per quanto riguarda i ritardi di tipo  $A_2$ , essi sono stati studiati particolarmente sulla gamma dei 5.000 MHz. Le uniche deformazioni sono attribuite in questo caso alle distorsioni che il segnale può subire soprattutto attraverso i filtri dello stadio di AF<sup>9)</sup>.

I ritardi propri del ricevitore GPR 90 sono risultati dell'ordine di  $1.10^{-4}$  sec, anche usando filtri passa basso in AF.

Le misure eseguite infine prelevando i segnali all'uscita della IF sono risultate solo apparentemente inferiori di qualche unità su  $10^5$  sec, cioè dell'ordine degli errori medi di osservazione.

Come conclusione alle misure ed ai risultati conseguiti possiamo rilevare:

a) Nei segnali di tipo  $A_1$  si nota, nella gamma delle onde corte, un leggero aumento dei ritardi in funzione della lunghezza d'onda, dell'ordine però degli errori medi dei risultati stessi. Nelle onde lunghe si rileva un aumento dei ritardi relativamente modesto e tuttavia dell'ordine di grandezza di misure analoghe eseguite su altri ricevitori di segnali orari<sup>10)</sup>.

b) I ritardi dei segnali di tipo  $A_2$  sembrano risultare leggermente inferiori ai ritardi dei segnali di tipo  $A_1$  ricevuti sulla stessa frequenza.

c) Tenendo presenti le condizioni realizzate nella riproduzione dei segnali di confronto (tempo di salita all'emissione inferiore a  $1.10^{-4}$  sec) ed i risultati ottenuti sulla modificazione del fronte di salita nel caso di segnali di tipo  $A_2$  nelle bande 4 e 5 inferiore, si può arguire che a rigore i ritardi introdotti nei confronti oscillografici con segnali orari, dovrebbero risultare su queste bande leggermente superiori a quelli misurati.

*Misure  
L'accordo con  
risultati  
ottenuti in  
confronto ripet  
orari*

#### BIBLIOGRAFIA

- (<sup>1</sup>) PROVERBIO E., Mem S.A.It., XXVIII (3), 1957.  
 PROVERBIO E., Ann. Franç. de Chron., XIV (1), 1, 1960.  
 (<sup>2</sup>) TERMAN F. E., Fundamentals of Radio, London, 317, 1938.  
 (<sup>3</sup>) DECAUX B., IGY Instruction Manual, III, 151, 1957.  
 (<sup>4</sup>) Observatoire de Neuchâtel, Circ. N. 4, 1960.  
 (<sup>5</sup>) PROVERBIO E., Confer. Oss. Astr. Milano-Merate, N. 2, 1961.  
 (<sup>6</sup>) MOREAU F., VERBAANDERT J., BAB, I (8), 155, 1932.  
 MAZZON C., La Ric. Scient., 27, 2727, 1957.  
 (<sup>7</sup>) JOUAUST R., Bull. hor., 70, 1932.  
 (<sup>8</sup>) VERBAANDERT J., Comm. Obs. R. Belg., 67, 178, 1954.  
 (<sup>9</sup>) MESNAGE P., BOUCHARD J., Le Jour de Phys. et le Radium, 17, 111A, 1956.  
 (<sup>10</sup>) STONE R. R., MARKOWITZ J. W., HALL R. G., IRE Trans. on Instr., I-9 (2), 155, 1960.

# CONTRIBUTI DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE

## NUOVA SERIE

- n. 100 - J. O. FLECKENSTEIN, *Il problema dei due corpi nel quadro della cosmogonia planetaria di Schmidt.*
- » 101 - F. ZAGAR, *Sulla dinamica della galassia. Parte I.*
- » 102 - P. BROGLIA e A. MASANI, *Osservazioni fotometriche in due colori della variabile BD + 37° 2635.*
- » 103 - A. KRANJC, *Rettifica e determinazione delle costanti strumentali di un equatoriale.*
- » 104 - M. HACK, *Le variazioni spettrali di  $\zeta$  Tauri dal 1950 al 1956.*
- » 105 - P. BROGLIA e A. MASANI, *Osservazioni di RR Lyrae con filtri a banda stretta.*
- » 106 - M. G. J. MINNAERT, *Problèmes modernes concernant le spectre solaire.*
- » 107 - B. CASATI e M. HACK, *Ricerche sulle stelle A peculiari:  $\epsilon$  U Ma.*
- » 108 - P. BROGLIA, *Osservazioni fotoelettriche di 12 Lacertae.*
- » 109 - M. HACK, *Misure di velocità radiali di 12 Lacertae.*
- » 110 - A. KRANJC, *Miglioramento delle prestazioni di un microfotometro Moll.*
- » 111 - A. KRANJC, *Considerazioni teoriche sulla scelta delle lastre fotografiche a scopo spettrofotometrico.*
- » 112 - G. ARRIGHI, *Sopra alcune classi di modelli anisotropi nella cosmologia newtoniana.*
- » 113 - P. BROGLIA, *Osservazioni fotoelettriche della variabile ad eclisse CW Cassiop.*
- » 114 - J. O. FLECKENSTEIN, F. ZAGAR, *Un diario di G. V. Schiaparelli, Giacomo Bernoulli cartesiano.*
- » 115 - J. O. FLECKENSTEIN, *Osservazioni di 62 sistemi multipli.*
- » 116 - E. PROVERBIO, *Studio sugli errori cronografici.*
- » 117 - LUIGI GABBA, *Ricordo dell'astronomo Giovanni Angelo Cesaris.*
- » 118 - M. HACK, *Stelle a righe forti e stelle a righe deboli.*
- » 119 - A. MARTINI e A. MASANI, *Studio di modelli di atmosfere stellari e flusso integrale costante.*
- » 120 - M. FRACASSINI e M. HACK, *Calcolo del profilo di H $\delta$  per modelli di atmosfera stellare in equilibrio radiativo ed in equilibrio adiabatico nella zona convettiva.*
- » 121 - A. KRANJC, *Un microfotometro a registrazione automatica dell'intensità.*
- » 122 - F. BRANDO e E. PROVERBIO, *Un comparatore di frequenza per oscillatori a quarzo.*
- » 123 - M. HACK, *Spettrofotometria di W Serpentis.*
- » 124 - M. FRACASSINI e M. HACK, *Osservazioni spettrografiche di  $\epsilon$  Aurigae eseguite a Merate nel periodo 1956-57.*
- » 125 - P. BROGLIA *Sulla molteplice periodicità della variabile RV Arietis.*
- » 126 - E. PROVERBIO, *Occultazioni di stelle e loro riduzioni ed osservazioni di eclissi negli anni 1956-57.*
- » 127 - M. HACK e T. TAMBURINI, *Ricerche sulle stelle A peculiari - Lo spettro di  $\alpha^2$  C Ven nel marzo 1954.*
- » 128 - M. HACK, *Studio spettrofotometrico di 12 Lacertae.*
- » 129 - M. HACK, *Ricerche sulle stelle A peculiari - Analisi quantitativa di  $\beta$  Coronae Borealis.*
- » 130 - E. PROVERBIO, *La determinazione degli errori periodici del passo di una vite micrometrica con distanze meridiane.*
- » 131 - A. KRANJC, *Determinazione di un'orbita circolare ed effemeride mediante calcolatrici elettroniche a programma.*
- » 132 - G. BORTONE - A. MASANI - A. ZANONI, *Studio sulla struttura interna di una stella gigante rossa di tipo  $\eta$  Aquilae.*
- » 133 - FRANCESCO ZAGAR, *Giovanni Silva.*
- » 134 - M. HACK e T. TAMBURINI, *Ricerche sulle stelle A Peculiari: Studio di HD 224801.*
- » 135 - E. PROVERBIO, *Sulla determinazione di tempo e sul calcolo dell'Azimut strumentale per uno strumento in meridiano.*
- » 136 - E. PROVERBIO, *Irregolarità dei contatti dei pendoli astronomici e dispositivo fotoelettrico per la registrazione dei secondi.*
- » 138 - M. HACK, *Stelle A peculiari e campi magnetici stellari.*
- » 139 - G. DE MOTTONI, *L'impiego dei grandi riflettori nello studio dei pianeti.*
- » 140 - M. HACK, *Parametri fisici e composizione chimica delle atmosfere delle stelle normali di popolazione I.*

(Continua in 4ª pagina)

- » 141 - M. HACK, *Colore, grandezza assoluta e composizione chimica delle stelle a righe metalliche.*
- » 142 - P. BROGLIA, *La seconda periodicità della variabile BP Pegasi.*
- » 143 - E. PROVERBIO, *Misura sperimentale di ritardi cronografici ecc.*
- » 144 - F. BRANDO e E. PROVERBIO, *Cronometro elettronico e dispositivo oscillografico per confronti di tempo.*
- » 145 - P. BROGLIA e F. LENOUEV, *Osservazioni fotoelettriche.*
- » 146 - E. PROVERBIO, *Ricerche sulle figure dei perni dell'asse orizzontale dello strumento dei passaggi Askania AP 100.*
- » 147 - S. O. FLECKENSTEIN (-GALLO), *Risultati provvisori delle osservazioni di latitudine all'Osservatorio di Brera durante l'Anno Geofisico 1957-58.*
- » 148 - T. TAMBURINI and G. THIESSEN, *Center-limb variation of the slowly variable earth magnetic effective solar X-ray radiation and remarks on the structure of coronal condensations.*
- » 149 - E. PROVERBIO, *Sull'irregolarità di ricezione dei segnali orari ad onde corte.*
- » 150 - E. PROVERBIO, *La détermination théorique et expérimentale des retards dans la comparaison des signaux horaires.*
- » 151 - A. MASANI, *The early evolutionary phases of stars of small masses.*
- » 152 - M. HACK, *The spectrum of Upsilon Sagittarii.*
- » 153 - E. PROVERBIO, *Determinazioni di ascensioni rette e semidiametri del pianeta Marte.*
- » 154 - E. PROVERBIO, *Il servizio dell'ora all'Osservatorio Astronomico di Brera - Milano.*
- » 155 - P. BROGLIA, *Curve di luce in due colori ed elementi fotometrici della binaria ad eclisse SU Bootis.*
- » 156 - F. ZAGAR, *Nuove prospettive nello studio del sistema solare.*
- » 157 - M. HACK, *Macro e microturbolenza nell'atmosfera di  $\epsilon$  Aur.*
- » 158 - E. PROVERBIO, *Nuovo studio di un apparecchio esaminatore di livelle.*
- » 159 - M. HACK, *Ricerche sulle stelle A peculiari: Analisi di  $\gamma$  Equulei.*
- » 160 - E. PROVERBIO, *Osservazioni di occultazioni da parte della Luna.*
- » 161 - F. ZAGAR, *Giovanni Schiaparelli nel cinquantenario della morte.*
- » 162 - E. PROVERBIO, *Les signaux de temps et leur utilisation ecc.*
- » 163 - J. O. FLECKENSTEIN, *Il problema della cattura nella cosmogonia delle binarie.*
- » 164 - A. MASANI, *La politropica d'indice 3 e possibili applicazioni ecc.*
- » 165 - P. BROGLIA, *Variazioni delle curve di luce e degli elementi della variabile ad eclisse RZ Comae.*
- » 166 - M. HACK, *Sulla natura del compagno di  $\epsilon$  Aurigae.*
- » 167 - E. PROVERBIO, *Sul calcolo d'orbita di stelle doppie a lungo periodo tenendo presente la legge delle aree.*
- » 168 - T. TAMBURINI e G. THIESSEN, *On the origin of the slowly variable soft X-ray radiation ecc.*
- » 169 - A. MASOTTI, *Sull'estensione della formula di Lambert al moto apparente delle stelle doppie.*
- » 170 - E. PROVERBIO, *Determinazioni meridiane di ascensioni rette di pianeti esterni.*
- » 171 - E. PROVERBIO, *I micrometri e le livelle dello strumento Ap 100 dell'Osservatorio di Brera.*
- » 172 - T. TAMBURINI e T. THIESSEN, *On the existence of a new polarisation effect in stellar spectral lines.*
- » 173 - M. HACK e M. FRACASSINI, *Studio sulla polarizzazione della corona solare.*
- » 174 - E. L. PASINETTI, *Sulla possibilità dell'impiego di microfotogrammi nello studio della corona solare.*
- » 175 - P. BROGLIA, *Sui periodi di alcune variabili di tipo RR Lyrae.*
- » 176 - F. GULISANO e E. PROVERBIO, *Riduzione delle posizioni apparenti stellari per mezzo di un calcolatore IBM 650.*
- » 177 - P. BROGLIA, *Osservazioni fotoelettriche di due variabili a eclisse.*
- » 178 - E. PROVERBIO, *La misura dei ritardi alla ricezione di segnali orari utilizzati nella determinazione di tempo e di longitudine.*