

35 ✓

CONTRIBUTI  
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE

a cura del Direttore

Prof. FRANCESCO ZAGAR

NUOVA SERIE

N. 192

---

E. PROVERBIO

SUL CALCOLO RIGOROSO  
DELLE POSIZIONI APPARENTI DELLE STELLE

Estratto dai *Rendiconti* dell'Istituto Lombardo - Accademia di Scienze e Lettere  
Classe di Scienze (A) - Vol. 96 - 1962

MILANO

1962

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

NUOVA SERIE

N. 192

---

E. PROVERBIO

SUL CALCOLO RIGOROSO  
DELLE POSIZIONI APPARENTI DELLE STELLE

Estratto dai *Rendiconti* dell'Istituto Lombardo - Accademia di Scienze e Lettere  
Classe di Scienze (A) - Vol. 96 - 1962

MILANO  
1962

SUL CALCOLO RIGOROSO  
DELLE POSIZIONI APPARENTI DELLE STELLE

Nota di EDOARDO PROVERBIO

Presentata dal m. e. F. Zagar  
(Adunanza del 1° febbraio 1962)

---

**Summary.** — The expressions for the reduction of the apparent place of the stars, considering the second order terms and the parallax, are obtained and briefly examined. Beside the precision of the calculus of reduction executed with an IBM 650 electronic computer utilising the Fortran system of programming is shown.

1. In un precedente lavoro [1] è stato studiato il problema della riduzione delle posizioni apparenti delle stelle appartenenti a cataloghi non fondamentali, utilizzate per osservazioni meridiane presso l'Osservatorio Astronomico di Brera, per mezzo di un calcolatore elettronico IBM 650 utilizzando il sistema Bell.

L'approssimazione fornita da questo programma di calcolo basato su formule di riduzione del primo ordine è sufficiente per stelle appartenenti al General Catalog o al FK3 Sup. Essa risulta però troppo limitata nell'eventualità in cui si richiedano effemeridi di stelle fondamentali, o anche nel caso che si vogliano calcolare effemeridi di elevata precisione per stelle non fondamentali, al fine di eliminare o ridurre notevolmente nelle posizioni stellari gli errori sistematici imputabili alla approssimazione del calcolo.

Ho quindi pensato di preparare e collaudare uno schema di calcolo di riduzione delle posizioni apparenti di elevata precisione. A ciò sono stato spinto dalla considerazione che un tale lavoro possa risultare utile non solo per i calcoli delle effemeridi richieste nei servizi dell'Ora e delle Latitudini dell'Osservatorio di Brera, ma anche per altri Osservatori e calcolatori data la larga disponibilità attuale di calcolatori IBM,

e da alcuni giusti suggerimenti a cui sono debitore al Dr. T. Lederle che si occupa del calcolo delle APFS presso l'Astronomisches Rechen-Institut.

2. La posizione apparente di una stella ad un istante  $\tau'$ , tenendo conto dei termini di secondo ordine, è data dalle seguenti relazioni:

$$(1) \quad \begin{aligned} \alpha &= \alpha_0 + Aa + Bb + Cc + Dd + E + \tau\mu_\alpha + \eta + \beta + \gamma, \\ \delta &= \delta_0 + \Lambda a' + Bb' + Cc' + Dd' + \tau\mu_\delta + \eta' + \beta' + \gamma'. \end{aligned}$$

nelle quali  $\alpha_0$  e  $\delta_0$  sono le posizioni medie dell'inizio dell'anno più vicino a quelle dell'epoca  $\tau$  espressa in frazione di anno, mentre le lettere latine minuscole rappresentano, come è noto, le costanti stellari e quelle maiuscole le costanti di Bessel.

Queste ultime, a partire dal 1960, sono fornite dall'*Astronomical Ephemeris* riferite all'equinozio dell'inizio dell'anno più vicino. Sadler e Porter hanno mostrato che questa soluzione riduce l'errore massimo entro limiti molto piccoli, di molto inferiori a  $0''.01$  [2].

Inoltre, le costanti di Bessel relative all'aberrazione annua tengono conto, sempre a partire dal 1960, della velocità della Terra attorno al centro di massa del sistema solare il che equivale a introdurre una correzione variabile nella costante di aberrazione.

Infine è da rilevare che queste costanti contengono i termini a corto periodo della nutazione e risultano quindi particolarmente adatte per il calcolo di una effemeride giorno per giorno.

Le (1) comprendono inoltre la correzione  $\mu$  per il moto proprio in  $\alpha$  e  $\delta$  nonché le correzioni

$$\begin{aligned} \eta, \eta' &= \text{termini di secondo ordine in } \alpha \text{ e } \delta, \\ \beta, \beta' &= \text{termini dovuti alla parallasse della stella,} \\ \gamma, \gamma' &= \text{termini dipendenti dal moto orbitale nel caso di stelle} \\ &\quad \text{doppie.} \end{aligned}$$

Per quanto riguarda le correzioni  $\eta$  e  $\eta'$  esse possono essere ridotte trasformando convenientemente i termini di Fabritius,

$$(2) \quad \begin{aligned} d_1 \alpha &= \tan \delta_0 \Delta \alpha \Delta \delta \sin 1'', \\ d_1 \delta &= -\frac{1}{2} \cos \delta_0 \sin \delta_0 (15 \Delta \alpha)^2 \sin 1'', \end{aligned}$$

Per i termini  
di 2° ordine trascritti  
vedi Kovalevsky

in cui  $\Delta\alpha$  e  $\Delta\delta$  rappresentano, a meno del moto proprio e della costante  $E$ , le formule di riduzione del primo ordine, essendo le coordinate come al solito riferite all'inizio dell'anno più prossimo.

Le (2) infatti mediante le sostituzioni

$$P_0 = 15 \cos \delta \quad \Delta\alpha = \frac{m}{n} A \cos \delta + \sin \alpha (D + A \sin \delta) + \cos \alpha (C + B \sin \delta),$$

(3)

$$Q_0 = \operatorname{cosec} \delta \quad \Delta\delta = C \operatorname{tang} \varepsilon \cos \delta + \cos \alpha \left( D + \frac{A}{\sin \delta} \right) - \sin \alpha \left( C + \frac{B}{\sin \delta} \right),$$

prendono la forma più semplice

$$d_1 \alpha = -\frac{\sin 1''}{15} P_0 Q_0 \operatorname{tang}^2 \delta,$$

(2')

$$d_1 \delta = -\frac{\sin 1''}{2} P_0^2 \operatorname{tang} \delta.$$

Tenendo inoltre presente che le correzioni (2) o le (2') assumono valori sensibili solo per declinazioni relativamente elevate, è possibile semplificare ulteriormente le (3). Esse infatti in forma sufficientemente approssimata, si possono scrivere, considerando declinazioni positive,

$$P = (A + D) \operatorname{sen} \alpha + (B + C) \cos \alpha,$$

$$Q = (A + D) \cos \alpha - (B + C) \operatorname{sen} \alpha,$$

ovvero, introducendo le costanti stellari,

$$P = -Ab' - Db' + Ba' + Ca',$$

(3')

$$Q = Aa' + Da' + Bb' + Cb'.$$

Con quest'ultima posizione le correzioni approssimate del secondo ordine diventano

$$\eta = \frac{\operatorname{sen} 1''}{15} P Q \operatorname{tang}^2 \delta,$$

$$\eta' = -\frac{\operatorname{sen} 1''}{2} P^2 \operatorname{tang} \delta,$$

3. Per quanto riguarda le correzioni dovute alla parallasse, rappresentata dalle note relazioni,

$\sphericalangle$  *sec*

$$\Delta\alpha = \pi (Y \sin \delta \cos \alpha - X \sin \delta \sin \alpha),$$

$$\Delta\delta = \pi (Z \cos \delta - X \cos \alpha \sin \delta - Y \sin \alpha \sin \delta),$$

esse si possono ridurre, secondo Sadler e Richards [3], nella forma

$$\Delta\alpha = \pi (cY - dX),$$

$$\Delta\delta = \pi (c'Y - d'X);$$

da cui, sostituendo le uguaglianze,

$$X = -C \frac{R}{k} \sec \varepsilon, \quad Y = -D \frac{R}{k} \cos \varepsilon,$$

si ricava

$$\beta = -\pi D h_2 c + \pi C h_1 d,$$

$$\beta' = -\pi D h_2 c' + \pi C h_1 d',$$

ove le costanti  $h_1$  e  $h_2$  hanno la forma

$$h_1 = \frac{R}{k} \sec \varepsilon, \quad h_2 = \frac{R}{k} \cos \varepsilon.$$

In queste ultime  $k$  rappresenta la costante di aberrazione ed  $R$  il raggio vettore Sole-Terra, che con sufficiente approssimazione, può essere sostituito con il suo valore medio  $R = 1$ .

Le correzioni per il moto orbitale  $\gamma$  e  $\gamma'$  infine, da applicarsi nel caso di stelle doppie, si possono considerare sul periodo di un anno delle funzioni lineari che si ricavano dalla conoscenza del moto del sistema.

4. Tenendo presenti gli sviluppi relativi alle varie correzioni le (1) possono essere scritte in forma esplicita

$$\begin{aligned} a &= a_0 + \Delta a + Bb + C(c + \pi h_1 d) + D(d - \pi h_2 c) \\ &\quad + E + p P Q \tan^2 \delta + \gamma + \mu_a \tau, \\ (1') \quad \delta &= \delta_0 + \Delta a' + Bb' + C(c' + \pi h_1 d') + D(d' - \pi h_2 c') + \\ &\quad + q P^2 \tan \delta + \gamma' + \mu_\delta \tau, \end{aligned}$$

in cui,

$$p = \frac{\text{sen } 1''}{15} = + 0,323.10^{-6}, \quad q = - \frac{\text{sen } 1''}{2} = - 2,424.10^{-6}.$$

Dalle precedenti si nota come la parallasse determini una variazione nelle posizioni apparenti il cui importo massimo può essere indicato, per quanto riguarda le ascensioni rette, dall'espressione  $\pi h_1 \sec \delta$ , ove  $h_1$  rappresenta uno dei due valori  $h_1 = 0,0532$ ,  $h_2 = 0,0449$ , validi per un lungo periodo di anni. Nella tabella I sono stati calcolati, in funzione della parallasse  $\pi$  e della declinazione  $\delta$ , i valori della espressione precedente per  $h_1 = h_1$ , espressi in unità di  $10^{-3}$ .

TABELLA I.

$\delta \backslash \pi$	0'',005	0'',010	0'',020	0'',030	0'',040	0'',050
10	0,3	0,5	1,1	1,6	2,2	2,7
20	0,3	0,6	1,1	1,7	2,3	2,8
30	0,3	0,6	1,2	1,8	2,4	3,1
40	0,3	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5
50	0,4	0,9	1,7	2,5	3,3	4,2
60	0,5	1,1	2,1	3,2	4,1	5,1
70	0,8	1,6	3,1	4,7	6,2	7,8
80	1,5	3,1	6,1	9,2	12,3	15,3

Tenendo presente che i corrispondenti valori relativi alla costante  $h_2$  si hanno moltiplicando quelli contenuti nella tabella I per il fattore 0,84, ottenendo quindi quantità dello stesso ordine, e considerando inoltre che le costanti di Bessel C e D possono raggiungere valori di circa 20'', se ne deduce che anche nel caso di declinazioni molto basse, una stella avente una parallasse di 0'',005 introduce errori dell'ordine di 0'',01 nelle posizioni apparenti. Si può quindi concludere che il valore di 0'',005 rappresenta un valore minimo per le parallassi, al di là del quale queste ultime introducono nelle ascensioni rette apparenti variazioni che pos-

sono risultare superiori, per stelle di declinazione media, all'ordine di approssimazione richiesto nei calcoli.

Per quanto riguarda le declinazioni, risultando in generale  $c'$  e  $d'$  inferiori all'unità, gli errori dovuti alla parallasse risultano essere proporzionalmente inferiori a quelli che si riversano sulle ascensioni rette. E' però consigliabile, anche in questo caso, non trascurare parallassi che superano  $0'',010$ .

Considerando infine i termini di secondo ordine  $\eta$  e  $\eta'$ , essi risultano trascurabili per stelle di declinazione inferiore agli  $80^\circ$ , e quindi possono essere presi in considerazione unicamente per stelle polari.

5. I calcoli per la riduzione delle posizioni apparenti utilizzando le nuove formule rigorose (1'), possono venire effettuati con grande rapidità mediante calcolatori IBM 650. Per questo motivo è stato preparato un nuovo programma di calcolo, adottando il sistema di programmazione *Fortransit*, invece del sistema *Bell* precedentemente usato. L'utilizzazione di questa nuova tecnica di programmazione, particolarmente adatta per il calcolo scientifico, facilita grandemente il compito del programmatore non specialista, dato il particolare tipo di linguaggio utilizzato molto simile al comune linguaggio matematico.

L'introduzione del nuovo sistema non ha modificato peraltro l'impostazione ed i procedimenti di calcolo che sono stati alla base del precedente programma [1], se non per l'aggiunta dei nuovi termini che compaiono nelle (1').

Nella tabella II abbiamo riportato i risultati del calcolo della effemeride della stella 335, contenuta nelle APFS, per i primi 17 giorni del gennaio 1961.

Ai valori calcolati delle posizioni apparenti in  $\alpha$  e  $\delta$ , riportati nelle prime due colonne a meno del termine costante, sono stati quindi sottratti i termini a corto periodo della nutazione  $\Delta\alpha$  e  $\Delta\delta$ .

Le differenze

$$\alpha_a - \alpha = \Delta\alpha^*, \quad \delta_a - \delta = \Delta\delta^*,$$

tra i valori interpolati dalle APFS e quelli calcolati, sono indicati nelle ultime due colonne. Queste differenze mostrano il buon accordo tra il metodo di calcolo realizzato all'Osservatorio di Brera ed il procedimento utilizzato per il calcolo delle posizioni apparenti delle stelle fondamentali presso l'Astronomisches Rechen-Institut.

TABELLA II.

<i>Data</i>	$\alpha$	$\delta$	$\Delta \alpha$	$\Delta \delta$	$\Delta \alpha^*$	$\Delta \delta^*$
1961 Gennaio			(0 <sup>s</sup> ,001)	(0 <sup>''</sup> ,01)	(0 <sup>s</sup> ,001)	(0 <sup>''</sup> ,01)
1	33 <sup>s</sup> ,503	31 <sup>''</sup> ,27	- 3	- 5	- 1	- 1
2	33 ,535	31 ,35	+ 2	- 6	- 1	- 1
3	33 ,567	31 ,43	+ 6	- 7	- 2	$\pm$ 0
4	33 ,597	31 ,51	+ 8	- 6	- 1	$\pm$ 0
5	33 ,627	31 ,60	+11	- 4	- 1	$\pm$ 0
6	33 ,656	31 ,69	+20	- 1	- 1	- 1
7	33 ,686	31 ,77	+ 7	+ 2	$\pm$ 0	+ 1
8	33 ,715	31 ,87	+ 2	+ 5	- 1	+ 1
9	33 ,743	31 ,98	- 4	+ 7	- 1	$\pm$ 0
10	33 ,770	32 ,08	-10	+ 9	- 1	$\pm$ 0
11	33 ,797	32 ,19	-16	+ 9	- 2	- 1
12	33 ,823	32 ,30	-20	+ 7	- 1	$\pm$ 0
13	33 ,849	32 ,41	-21	+ 4	- 1	$\pm$ 0
14	33 ,874	32 ,53	-17	$\pm$ 0	- 1	$\pm$ 0
15	33 ,897	32 ,65	- 9	- 4	$\pm$ 0	$\pm$ 0
16	33 ,921	32 ,78	$\pm$ 0	- 7	$\pm$ 0	$\pm$ 0
17	33 ,944	32 ,91	+10	- 8	- 1	$\pm$ 0

Come è già stato accennato, il nuovo programma viene attualmente impiegato per il calcolo delle posizioni apparenti delle stelle non fondamentali, utilizzate nei servizi del Tempo e delle Latitudini dell'Osservatorio di Brera, e viene messo a disposizione di tutti coloro che abbisognano di precise posizioni apparenti.

6. Ringrazio il Dr. Ing. V. Randone ed il Sig. G. Chignoli per la loro preziosissima collaborazione nella programmazione dei calcoli ed il Sig. G. Paleari per l'aiuto fornito nella loro esecuzione materiale. Rim-

grazio infine vivamente la IBM-Italia che con iniziativa veramente encomiabile ha concesso all'Osservatorio di Brera la possibilità di utilizzare gratuitamente un calcolatore IBM-650 per l'esecuzione di tutti i calcoli di riduzione delle posizioni apparenti in programma.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) GULISANO F., PROVERBIO E., *La Ricerca Scient.*, Suppl. 12, 2449, 1960.
  - (2) PORTER J. G., SADLER D. H., *M. N. R. A. S.*, 122, 455, 1953.
  - (3) RICHARDS H. W. P., SADLER D. H., *M. N. R. A. S.*, 108, 154, 1948.
-



# CONTRIBUTI DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE

## NUOVA SERIE

- » 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.*
- » 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. LENOUEVEL, *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.*

(Continua in 4<sup>a</sup> pagina)

- » 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.*
- » 179 - E. PROVERBIO, *Comparaisons entre étalons atomiques de fréquence.*
- » 180 - F. ZAGAR, *L'attività di R. G. Boscovich a Milano.*
- » 181 - E. PROVERBIO, *Sulla riduzione teorica dei diametri dei pianeti esterni.*
- » 182 - L. E. PASINETTI, *Confronto quantitativo di tre coppie di stelle a righe forti e a righe deboli.*
- » 183 - F. ZAGAR e L. GRATTON, *Emilio Bianchi nel ventennio della morte.*
- » 184 - J. O. FLECKENSTEIN, *Variazioni della latitudine e costante della aberrazione annua 1951/52 nel sistema FK3.*
- » 185 - M. HACK, *A new explanation of the binary system  $\epsilon$  Aurigae.*
- » 186 - F. ZAGAR, *L'eclisse totale di Sole del 15 febbraio 1961.*
- » 187 - F. ZAGAR, *Sulle perturbazioni orbitali di un satellite terrestre artificiale.*
- » 188 - A. PASINETTI e L. E. PASINETTI, *Aspetti astrofisici e radiobiologici del volo umano.*
- » 189 - M. HACK, *Radio emission at 21 cm in a region close to h and  $\chi$  Persei Clusters.*
- » 190 - P. BROGLIA, *Curve di luce in tre colori ed elementi di SW Lacertae.*
- » 191 - M. FRACASSINI, M. HACK, L. PASINETTI, *Project for a system for the automation ecc.*
- » 192 - E. PROVERBIO, *Sul calcolo rigoroso delle posizioni apparenti delle stelle.*