

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

NUOVA SERIE

N. 246

E. PROVERBIO - L. MARTINENGHI

**Programmi di riduzione su calcolatore
elettronico delle osservazioni astronomiche
di tempo e di Azimut**

Estratto da *Calcolo* Vol. 2, fasc. 4 (Ottobre-Dicembre 1965)

INAC - Piazzale delle Scienze 7 - Roma
CSCE - Piazzale Torricelli 2 - Pisa
AICA - Piazzale delle Scienze - Roma

E. PROVERBIO - L. MARTINENGI

Programmi di riduzione su calcolatore
elettronico delle osservazioni astronomiche
di tempo e di Azimut

Estratto da *Calcolo* Vol. 2, fasc. 4 (Ottobre-Dicembre 1965)

INAC - Piazzale delle Scienze 7 - Roma
CSCE - Piazzale Torricelli 2 - Pisa
AICA - Piazzale delle Scienze - Roma

Sezione II.

PROGRAMMI DI RIDUZIONE SU CALCOLATORE ELETTRONICO DELLE OSSERVAZIONI ASTRONOMICHE DI TEMPO E DI AZIMUT (*)

E. PROVERBIO - L. MARTINENGI

(Osservatorio Astronomico di Brera, Milano)

ABSTRACT - In this paper a program is described for the reduction of the astronomical time and azimuth observations. The program is based on the Mayer's formula and allows a separate computation of the clock correction and instrumental azimuth. As regards this last quantity the program foresees three interesting procedures for the utilization of each observed azimuth utilising polar or equatorial stars. Besides by means of this program is possible to utilise the values of the time transit obtained by a totalizer chronograph. The various approximations introduced in the program are discussed, putting in evidence the great accuracy of the program.

1. Posizione del problema.

1.1. Il problema della riduzione delle osservazioni astronomiche in meridiano per la determinazione del tempo e dell'azimut strumentale può sembrare a prima vista poco adatto ad essere risolto mediante calcolatore elettronico di media potenza. Esso è caratterizzato infatti da un notevole numero di dati di osservazione e da una certa complessità, dal punto di vista logico, per il susseguirsi e l'intrecciarsi di numerose istruzioni di controllo. D'altra parte se si tiene presente il consumo effettivo di tempo che richiede il calcolo manuale di riduzione di un gruppo di stelle orarie e polari (in media 25 stelle), spesso effettuato in doppio per eliminare gli eventuali errori, si vede come l'esigenza di programmare questi calcoli sia senza dubbio giustificata, a condizione che il programma stesso risulti veramente completo

(*) Ricevuto il 12-2-65.

nel senso sia di prevedere e risolvere interamente tutte le operazioni ed i calcoli di riduzione, sia di permettere il calcolo successivo di più gruppi di stelle mediante la semplice introduzione di pochi dati codificati.

A queste ultime esigenze pone una naturale limitazione solo la capacità del calcolatore impiegato, nel nostro caso un IBM 1620 a nastro.

Le formule usate per il calcolo di riduzione dell'azimut strumentale k mediante osservazione di stelle circumpolari (indice zero) e di stelle orarie (indice i) e, successivamente, della correzione ΔT osservata dall'orologio, sono state in questo lavoro dedotte dalla ben nota formula di Mayer.

Tenendo conto che l'orologio a quarzo impiegato è generalmente un orologio a tempo medio ed introducendo le correzioni a corto periodo della nutazione in α , tali formule assumono con sufficiente approssimazione la forma:

$$(1) \quad k_0 (K_0 - K_i) = (\alpha_0 - \alpha_i) (1 - B) + A (\sec \delta_0 - \sec \delta_i) - (i_0 I_0 - i_i I_i) - \\ - (T_0 - T_i) + \Delta CAT_0 - \Delta CAT_i + d\varepsilon (D\varepsilon_0 - D\varepsilon_i) + d\psi (D\psi_0 - D\psi_i);$$

$$(2) \quad \Delta T = (\alpha_i - b + \lambda) (1 - B) - T_i + A \sec \delta_i + d\psi D\psi_i + d\varepsilon D\varepsilon_i - \\ - i_i I_i - k_0 K_i + \Delta CAT_i.$$

In esse sono contenuti quattro diversi tipi di quantità costanti o variabili, e precisamente:

(a) *costanti fondamentali*

$$\lambda = -2205^s.8309 \text{ (longitudine convenzionale di Brera);}$$

$$1 - B = 0.997 \ 269 \ 566 \ 44 \text{ (complemento all'unità della riduzione siderale per } 24^h \text{ di T.S.);}$$

$$\tau_{1,2} = 10^s, 20^s \text{ (valori possibili della costante del totalizzatore).}$$

(b) *variabili in funzione del tempo e dati di osservazione*

i (inclinazione strumentale ridotta in s);

T (istante del passaggio osservato in h, m, s);

α (ascensione retta apparente calcolata delle stelle in h, m, s);

b (tempo siderale 0^h T.U. del giorno);

$d\varepsilon, d\psi$ (termini a corto periodo della nutazione).

(e) variabili stellari

$K = \sin(\varphi \mp \delta) \sec \delta$, (coefficiente di azimut, — culm. sup., + culm. inf.),

$I = \cos(\varphi \mp \delta) \sec \delta$, (coefficiente inclinazione — culm. sup., + culm. inf.);

$$\left. \begin{aligned} D\psi &= \frac{1}{15} (\cos \varepsilon + \sin \alpha \operatorname{tang} \delta \sin \varepsilon), \\ D\varepsilon &= \frac{1}{15} \cos \alpha \operatorname{tang} \delta, \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{(coefficienti dei termini a corto periodo} \\ \text{della nutazione);} \end{array}$$

$A \sec \delta$, (correzione per l'aberrazione diurna e per gli errori micrometrici);

ΔCAT , (correzione da apportare alla posizione apparente delle stelle per la riduzione ad un altro catalogo);

$\cos \delta$ (quantità da utilizzarsi mediante un eventuale sotto programma per il calcolo dei pesi).

1.2. INTRODUZIONE DEI DATI. Le costanti fondamentali sono contenute nel programma di riduzione che prevede la memorizzazione iniziale da macchina da scrivere (TW) delle seguenti quantità:

- Data [in virgola mobile (fl)];
- Data in giorni giuliani (J.D.) [in virgola fissa (fx)];
- Numero indice del gruppo di osservazione (fx);
- Numero indice del catalogo di osservazione (fx);
- ERK = limite massimo ammesso per gli scarti di k (fl);
- ERR = limite massimo ammesso per gli scarti di ΔT (fl);
- NN = numero totale delle stelle (orarie e polari) che entrano in elaborazione.

Successivamente vengono introdotte da nastro le variabili stellari preventivamente calcolate e perforate su nastro di anno in anno per mezzo di un programma a parte (RID 1), quindi da TW ed in ordine crescente: il numero convenzionale MN (fx) della stella (numero macchina), accompagnato dalle tre variabili i , $T \alpha$, e dal valore MT , espresso in codice macchina, della costante τ del totalizzatore (tale valore può essere uguale a 1 oppure a 2 a seconda che risulti $\tau = 10^s$ oppure $\tau = 20^s$); ciò prosegue fino ad esaurimento delle stelle del gruppo. Infine vengono introdotte, sempre da TW, le ultime tre variabili b $d\varepsilon$, $d\psi$ (fl), seguite dal numero NP (fx) delle

polari contenute nel gruppo e dal numero d'ordine di entrata $MP (fx)$ delle stesse polari.

Il numero macchina che individua ciascuna stella del programma di osservazione (12 gruppi stellari) viene ovviamente a caratterizzare anche ciascun gruppo di variabili stellari. Al fine di individuare il tipo di stella, all'ultima cifra del numero macchina di ciascuna stella è stato attribuito un particolare significato stabilito dal seguente codice:

<i>cifra</i>	<i>significato</i>
0	stella oraria $FK4$, culm. sup.
1	stella circumpolare $FK4$, culm. sup.
2	stella oraria effem. russe, culm. sup.
3	stella circumpolare effem. russe, culm. sup.
4	stella « intercalare »
5	stella equatoriale
6	stella di « catalogo »
7	_____
8	stella polare effem. russe, culm. inf.
9	stella polare $FK4$, culm. inf.

Tenendo conto della capacità del calcolatore (20.000 posizioni di memoria) e del fatto che le variabili stellari ed i dati di osservazione di ciascuna stella occupano circa 150 posizioni di memoria del calcolatore, le possibilità di calcolo sono limitate al calcolo successivo di tre gruppi stellari composti al più di 35 stelle, le rimanenti circa 5.000 posizioni di memoria essendo predisposte per le necessità di programmazione.

2. Il programma di riduzione delle osservazioni.

2.1. I SOTTOPROGRAMMI. L'organigramma a blocchi di fig. 1 e fig. 2 fornisce un'idea generale della logica del programma predisposto per i calcoli di riduzione. I simboli in esso introdotti hanno il seguente significato:

NP = numero delle stelle polari,

NO = numero delle stelle orarie,

I = indice di numerazione delle polari,

J = indice di numerazione delle orarie,

$K_{i,j}$ = azimut della stella oraria i relativa alla polare j ,

$\Delta T_{i,j}$ = correzione orologio della stella oraria i relativa alla polare j .

Il programma è costituito fondamentalmente da quattro sottoprogrammi. Uno per il calcolo dell'azimut $k_{i,j}$, un secondo per il calcolo della correzione $\Delta T_{i,j}$, relativi a ciascuna stella oraria, il terzo invece predisposto per il calcolo delle medie e degli scarti.

Quest'ultimo sottoprogramma viene utilizzato, mediante appositi *statements* di controllo, sia nel caso degli azimut k_i che delle correzioni ΔT_i . Esso prevede inoltre la possibilità di scartare tutti quei valori degli azimut e delle correzioni dell'orologio che per ragioni diverse si scostino di valori inaccettabili dal valore medio dell'azimut o della correzione calcolata. In questo caso, dopo il calcolo del primo valore medio, viene ripetuto un secondo calcolo senza tener conto dei valori scartati, e solo nel caso che alla fine gli scarti calcolati risultino tutti inferiori al valore *ERK* (o *ERT*) predisposto, il calcolo prosegue (verso il calcolo di ΔT_j) o termina (nel caso che il ciclo avesse calcolato le correzioni ΔT_j) con la stampa dei risultati medi e dei singoli scarti.

Il quarto sottoprogramma, il più complesso, riguarda il calcolo degli azimut medi k_i relativi ad una o più polari che vengono successivamente utilizzate per la riduzione delle correzioni ΔT_i .

È noto infatti che durante il periodo di osservazione di un gruppo di stelle della durata di due ore, l'azimut strumentale può subire delle variazioni accidentali o sistematiche (reali o apparenti) di cui è necessario tener conto per la riduzione del meridiano. Abbiamo quindi considerato tre distinte circostanze:

- (a) caso in cui si disponga di una sola polare o di due polari che distano in tempo meno di un'ora. In questo secondo caso viene effettuata la media aritmetica degli azimut relativi alle polari in modo da disporre comunque di un unico valore dell'azimut strumentale.
- (b) caso in cui si disponga di due polari che distano in tempo un'ora o più. Viene calcolato il valore di:

$$(3) \quad \overline{\text{tg } \alpha} = \frac{k_{II} - k_I}{\alpha_{II} - \alpha_I},$$

per mezzo del quale risulta determinato, stella per stella, il valore di:

$$(3') \quad k_i = k_{II} - (\alpha_{II} - \alpha_i) \overline{\text{tg } \alpha},$$

da impiegarsi per la riduzione al meridiano.

(c) caso in cui si disponga di tre o più polari. In quest'ultimo caso viene eseguita la media aritmetica degli azimut relativi alle polari prese a due a due successivamente. Il programma è predisposto quindi per effettuare la riduzione al meridiano di tutte le stelle con α_i inferiore ad α_{II} utilizzando l'azimut medio relativo alla *I* e *II* polare; delle stelle con α_i compreso tra α_{II} ed α_{III} utilizzando l'azimut medio relativo alla *II* e *III* polare, e così via fino alla polare ($NP - 1$)-esima; per le stelle con α_i maggiore di α_{NP-1} (e quindi maggiore anche di α_{NP}) la riduzione viene effettuata, mediante un piccolo artificio, utilizzando l'azimut medio relativo alle polari ($NP - 1$)-esima ed ($N - P$)-esima.

Nel caso di più polari non è stata introdotta la correzione dell'azimut calcolata stella per stella come nel caso (b), poichè si presuppone che in queste circostanze le polari non possano essere separate da intervalli maggiori di un'ora.

2.2. CARATTERE PARTICOLARE DEL PROGRAMMA. Il programma impiegato per la riduzione delle osservazioni astronomiche di tempo e di azimut richiede quindi unicamente la compilazione di un apposito modello dal quale, come si è detto, devono essere introdotte da *TW* le variabili in funzione del tempo e i dati di osservazione. Per quanto concerne queste ultime, è necessario tener presente le seguenti caratteristiche:

(a) le inclinazioni strumentali *i* relative a ciascuna stella vengono calcolate direttamente dal quaderno di osservazione, che riporta le letture degli estremi *E* ed *W* della bolla della livella, mediante la relazione:

$$i = [(W_1 + W_2) - (E_1 + E_2)] 0^s,0197.$$

Il tempo impiegato ad eseguire questo calcolo con un calcolatore elettrico è pressochè identico a quello necessario per perforare i dati delle letture degli estremi della bolla, inoltre si evita il pericolo di commettere errori di ricopiatura.

(b) le posizioni apparenti in α possono essere dedotte mediante interpolazione dalle APFS oppure calcolate mediante apposito programma (P 002), nel quale è tenuto conto dei termini a corto periodo della nutazione [1], [2].

In quest'ultimo caso è necessario quindi porre $d\varepsilon = d\psi = 0$. Va osservato infine che nell'introduzione dei dati, per ascensioni rette maggiori di 24^h o nel caso che risulti

$$|-b + \lambda| > \alpha,$$

le ascensioni rette stesse dovranno essere maggiorate di 24^h .

- (c) L'Istante del passaggio osservato, espresso in T. U., è indicato, come le ascensioni rette apparenti, in ore, minuti e secondi. Ciò potrebbe costituire una seria limitazione per il calcolo dell'azimut strumentale (1) nel caso che gli istanti del passaggio fossero forniti da un cronografo stampante *totalizzatore* che, come è noto, fornisce solo il valore del passaggio in sec ed a meno di una quantità multipla di 20^s (o 10^s). In questa circostanza però, essendo la durata dell'osservazione di un gruppo al più di 2^h , risulta sempre verificata la relazione (a meno degli errori strumentali che sono in genere sempre molto piccoli)

$$(4) \quad |(\alpha_{NP} - \alpha_{NO})(1 - B) - (t_{NP} - t_{NO})| < 20^s.$$

Nel caso in cui questo test, controllabile per mezzo di un'apposita istruzione di controllo, non risulti verificato vengono aggiunti a $(t_{NP} - t_{NO})$ multipli di 20^s (o 10^s) fino a che la (4) risulti soddisfatta. Per quanto riguarda invece il calcolo della correzione (2) la variazione di multipli di 20^s (o 10^s) nel risultato non costituisce ovviamente alcuna incertezza.

Le costanti ed i dati variabili e di osservazione devono essere espressi da numeri semplici: il programma provvede infatti solamente al calcolo di trasformazione in secondi di tempo dei numeri complessi α e T .

3. Approssimazioni introdotte nel programma.

3.1. APPROSSIMAZIONI DELLE VARIABILI STELLARI. Le approssimazioni introdotte nel programma, a prescindere dalle approssimazioni di calcolo e prendendo come riferimento la precisione con cui sono forniti i dati di osservazione (± 1 ms), sono distinte essenzialmente in:

- a) approssimazione delle costanti fondamentali,
- b) approssimazione delle variabili stellari,
- c) approssimazioni introdotte dal programma di riduzione.

L'approssimazione introdotta dalla costante $B = 24^h 3^m 55^s, 90946 = 0.002\ 730\ 433\ 56$ risulta senza dubbio esuberante. Nel calcolo della riduzione siderale il fattore che moltiplica $1 - B$ risulta infatti al più di 86.400,000 s, e cioè con un numero di cifre significative inferiore a quello con cui è conosciuto $1 - B$. Lo stesso può dirsi della longitudine convenzionale senza dubbio precisa a meno di 1 ms.

Per quanto riguarda le variabili stellari, osserviamo invece che in esse compaiono sempre come fattori $tg \delta$ o $sec \delta$. Nell'ipotesi, peraltro largamente soddisfatta, che i valori della correzione per l'azimut e l'inclinazione stru-

mentale risultino al più espressi da quattro cifre significative ($< 10^6$) è necessario che lo stesso numero di cifre sia assicurato ai coefficienti, in particolare a K ed a I . Questa ipotesi può ritenersi soddisfatta però solo per stelle con declinazione inferiore a 85° . Per stelle di declinazione più elevata (esclusa poi la Polaris e la 914 del catalogo *FK4* per cui sarebbe prudente calcolare volta per volta i relativi coefficienti) è necessario provvedere al calcolo periodico, e cioè disporre il calcolo di queste costanti stellari, mediante l'apposito programma *RID 1*, per due o più valori delle posizioni apparenti relative ad epoche diverse durante l'anno.

3.2. APPROSSIMAZIONI INTRODOTTE DAL PROGRAMMA DI RIDUZIONE.

Le formule di riduzione rappresentate dalla (1) e (2) non risultano formule rigorose rispetto alla relazione di Mayer ed alla trasformazione di tempo. La formula di Mayer rigorosamente scritta infatti assume la forma:

$$T_n + \Delta T = \alpha_n + A \sec \delta_n + d\varepsilon D\varepsilon_n + d\psi D\psi_n - i_n I_n - b - B(\alpha_{c,n} - b + \lambda) - kK + \lambda,$$

nella quale,

$$\alpha_{c,n} = \alpha_n + A \sec \delta_n + d\varepsilon D\varepsilon_n + d\psi D\psi_n - i_n I_n$$

ove l'indice n può significare indifferentemente l'indice o o l'indice i mentre T_i risulta espresso in T.U.

Tenendo conto di queste ultime relazioni si trova facilmente che l'azimut k e la correzione ΔT espresse dalle (1) e (2) sono rispettivamente approssimate a meno dei termini:

$$(1') \quad \delta k = \frac{-B [\alpha_{c,0} - \alpha_0] - (\alpha_{c,i} - \alpha_i)}{K_0 - K_1},$$

$$(2') \quad \delta T = -B (\alpha_{c,i} - \alpha_i).$$

Ora, se si considera che generalmente la differenza $\alpha_{c,0} - \alpha_0$ assume valori al più di qualche decimo di secondo di tempo, mentre ancora più piccola risulta essere la differenza $\alpha_{c,0} - \alpha_i$, si può concludere che l'approssimazione delle (1) e (2) è senza dubbio tale da garantire nei risultati un errore inferiore a $\pm 0^s.001$.

Infine, anche le (3) e (3') risultano valide solo in prima approssimazione. Infatti il valore corretto della (4) risulta:

$$k_I = k_{II} - (T_{II} - T_I) \operatorname{tg} \bar{\alpha},$$

per cui l'errore massimo nella determinazione dell'azimut k_i , che si ha ponendo $k_i = k_I$, sarà,

$$\delta k' = - [T_{II} - T_I - (\alpha_{II} - \alpha_I)] \frac{k_{II} - k_I}{T_{II} - T_I}.$$

Risultando ora sempre :

$$T_{II} - T_I - (\alpha_{II} - \alpha_I) < 10^s;$$

$$3600^s \leq T_{II} - T_I \leq 7200^s,$$

e ponendo come ipotesi sempre largamente soddisfatta,

$$k_{II} - k_I < \pm 0^s.5$$

si trova subito che, anche in queste condizioni limite, l'errore massimo risulta sempre inferiore a $\pm 0^s.001$.

3.3. La precedente esposizione logica e la discussione del programma di riduzione delle osservazioni astronomiche di tempo e di azimut impiegato presso la sezione Astrometrica dell'Osservatorio di Brera, dimostra come il programma stesso soddisfi ai requisiti richiesti dalla precisione dei calcoli e soprattutto alla condizione che esso sostituisca il calcolatore in tutti i calcoli, anche i più semplici, quando questa sostituzione corrisponda ad un effettivo guadagno in tempo; fornendo contemporaneamente migliori probabilità di non commettere errori di calcolo o trascrizione.

Il programma scritto in linguaggio FORTRAN viene attualmente impiegato, come è stato accennato, presso l'Osservatorio di Brera utilizzando il calcolatore elettronico IBM 1620 a nastro in dotazione all'Osservatorio stesso.

Gli autori saranno lieti di mettere a disposizione questo programma di altri osservatori interessati alle riduzioni delle osservazioni astronomiche di tempo e di azimut.

BIBLIOGRAFIA

- [1] GULISANO F., PROVERBIO E., *Riduzione delle posizioni apparenti stellari per mezzo di un calcolatore IBM 650*, La Ricerca Scientifica, anno 30^o (Suppl. 12), 2449, 1960.
- [2] PROVERBIO E., *Sul calcolo rigoroso delle posizioni apparenti delle stelle*, Rendic. Istit. Lombardo di Scienze e Lettere, Vol. 96, 1962.

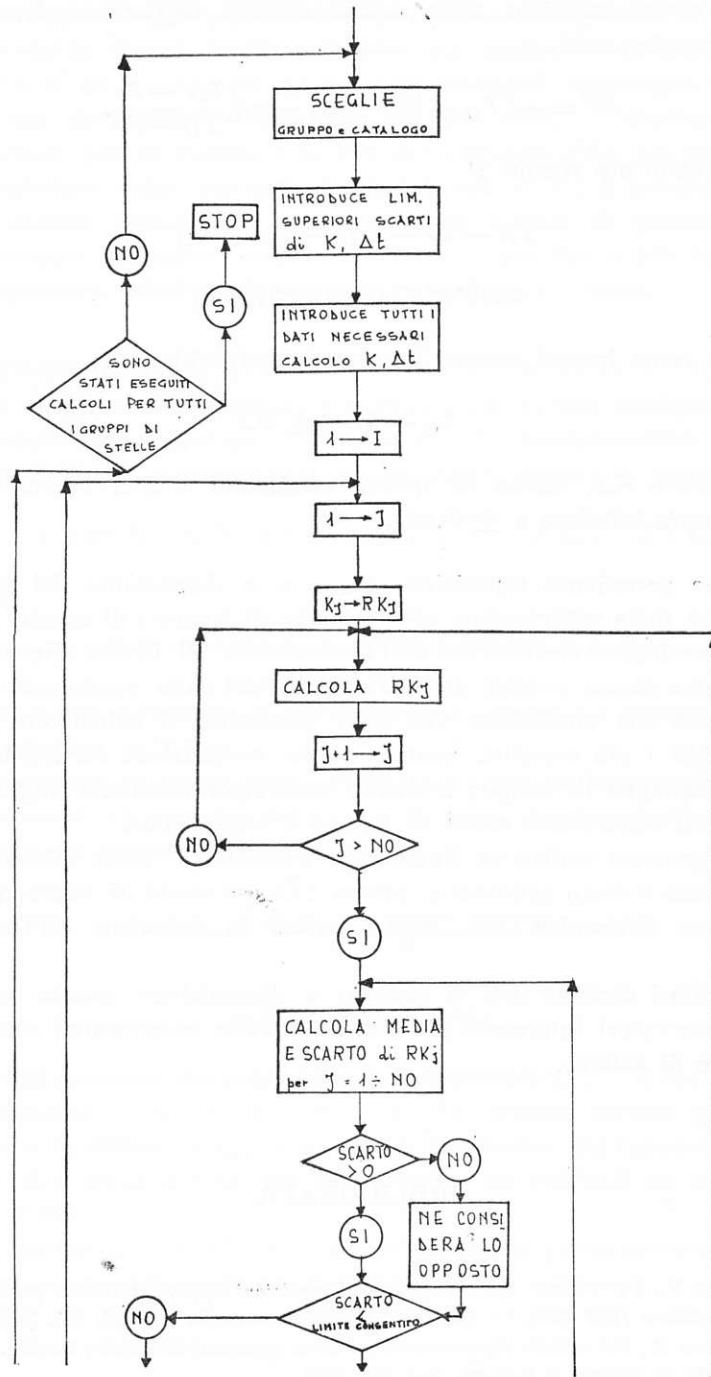


Fig. 1

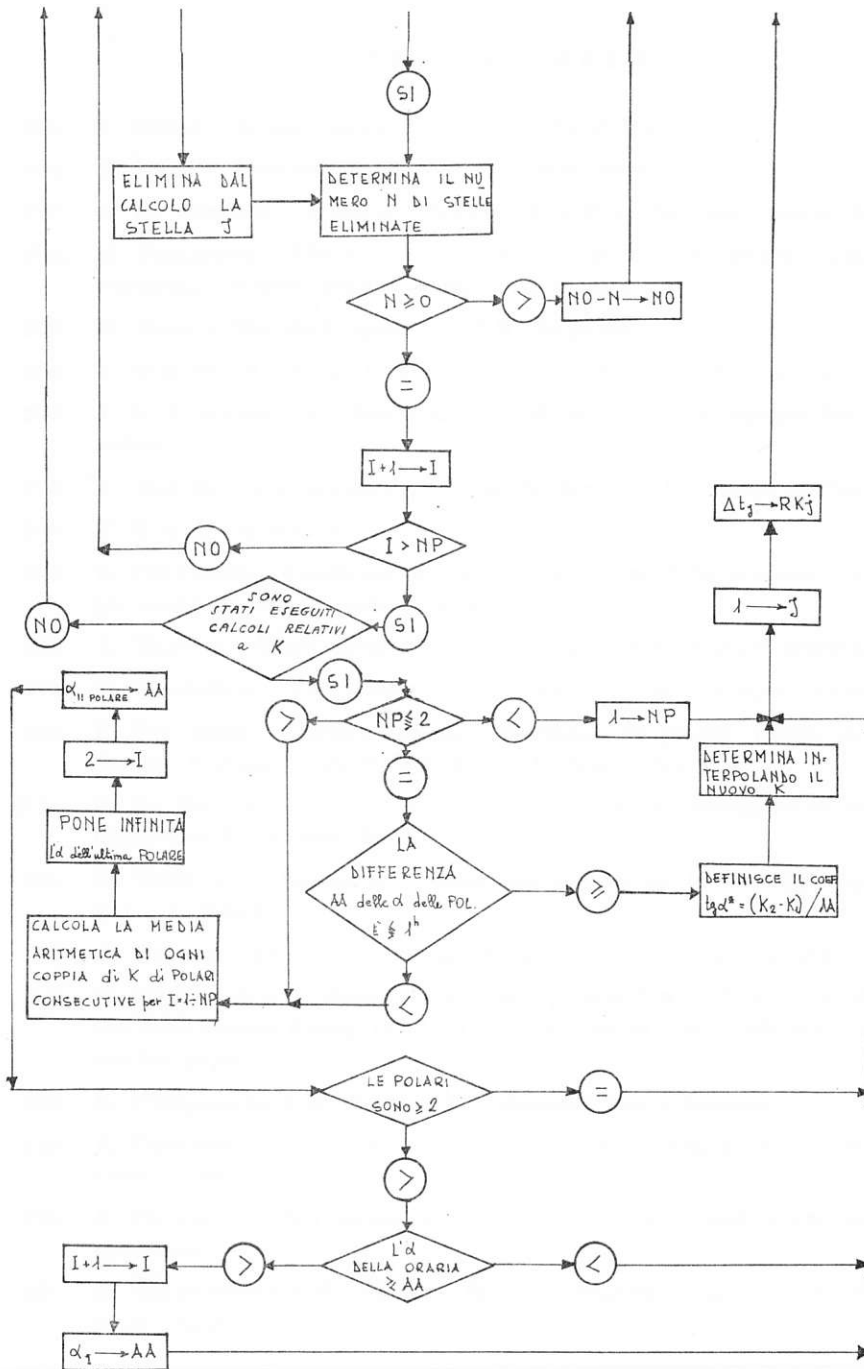


Fig. 2

CONTRIBUTI DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMIC DI MILANO - MERATE

NUOVA SERIE

201. F. ZAGAR - L'osservatorio di Milano nella storia.
202. M. HACK - Absolute Magnitudes of *O*-type stars.
203. G. DE MOTTONI - Il nuovo riflettore di 1,37 m dell'Osservatorio di Merate.
204. M. FRACASSINI - The solutions of the van de Hulst's integral equations for computing electron density of the solar corona.
205. M. HACK - The shell spectrum of *W* Serpentis.
206. A. GÖKGÖZ, M. HACK, I. KENDIR - Study of the spectrum ζ Tauri in 1960.
207. J. O. FLECKENSTEIN - Boscovich als Mithegründer der sphärischen Trigonometrie.
208. A. MASANI - The propagation of shock waves in the inside of Stars-II.
209. F. ZAGAR - Galileo Astronomo.
210. E. PROVERBIO - Condizioni per la determinazione della costante micrometrica per mezzo di coppie stellari fondamentali.
211. A. MASOTTI - Sopra alcuni cimeli bibliografici della Specola braidense.
212. M. FRACASSINI - The solution of the van de Hulst's integral equations, ecc.
213. E. PROVERBIO - Determinazione fotografica di precisi istanti dei contatti durante l'eclisse totale di Sole del 15 febbraio 1961.
214. G. DE MOTTONI - Considerazioni sulla collaborazione internazionale nello studio fotografico del Pianeta Marte.
215. M. HACK e L. PASINETTI - Quantitative analysis of the Hydrogen - poor star ν Sagittarii.
216. A. MASANI - Sui recenti sviluppi della teoria delle stelle variabili.
217. M. FRACASSINI e M. HACK - Intensities, polarization and electron density of the solar corona during the total solar eclipse of 1961, february 15: (final results) paper II.
218. R. FARAGGIANA e M. HACK - The magnetic star γ Equulei.
219. E. PROVERBIO - La variazione della latitudine di Milano (Brera) nel periodo 1960. 1-1961.3.
220. E. PROVERBIO - Sul problema della determinazione dell'azimut strumentale meridiano
221. R. STAMPACCHIA e M. HACK - Results obtained from the 1961-62 eclipse of 31 Cygni.
222. P. BROGLIA - The ultrashort period variable *SZ* Lyncis.
223. A. PASINETTI e L. PASINETTI - The problem of ionizing radiations in space flight.

224. E. PROVERBIO - Possibilità della misura di distanze nel campo topografico con metodi ottici.
225. T. TAMBURINI - Studio spettrofotometrico di 56 Arietis.
226. P. BROGLIA - Light curves variations and elements of *CV* Cassiopeiae.
227. A. MASANI e G. SILVESTRO - Energy Spectrum of Neutrinos Produced in e^+ , e^- Pair annihilation.
228. M. FRACASSINI e L. E. PASINETTI - Study of ϵ Del: Reduction and Elaboration of the observations by the electronic computer *IBM 1620*.
229. E. PROVERBIO - Riduzione degli errori sistematici nelle osservazioni meridiane di tempo e di longitudine.
230. E. PROVERBIO - Sulla determinazione di differenze di longitudine per scopi geodetici.
231. E. PROVERBIO - Osservazioni sulla propagazione di segnali orari su 2.500 e 5.000 Mc/s durante l'eclisse totale di Sole del 15 febbraio 1961.
232. R. FARAGGIANA - Quantitative analysis of γ Capricorni.
233. A. MASANI - La produzione di neutrini nei piani ad altissima temperatura.
234. E. PROVERBIO - Ricerche sulla marcia e sulla deriva di campioni di frequenza a quarzo.
235. E. PROVERBIO - Sur la détermination du facteur de qualité du Système Balancier - Spiral d'un oscillateur mécanique.
236. M. FRACASSINI e L. PASINETTI - Teorie e problemi attuali sulla variazione ecc.
237. A. MASANI, R. GALLINO, G. SILVESTRO - Neutrino Emission of Massive Star Evolutions, in the Late Stages.
238. R. FARAGGIANA, A. GÖKGÖZ, M. HACK, I. KENDIR - Spectrographic Observations of the 1962 Eclipse of 32 Cygni.
239. C. DE CONCINI - E. PROVERBIO - Determinazione unilaterale della differenza di longitudine tra Milano (Brera) e Solferino e valutazione critica dei metodi di riduzione.
240. E. PROVERBIO - Sulla determinazione delle variazioni della curvatura media di una livella e delle irregolarità di curvatura.
241. E. PROVERBIO - Determinazione degli errori progressivi e del passo della vite micrometrica di un micrometro di latitudine con stelle a bassa declinazione.
242. E. PROVERBIO - Sulla determinazione dell'equazione personale mediante osservazioni di passaggi di meridiano.
243. E. PROVERBIO - Sulla determinazione astronomica del tempo e sull'impiego del metodo di Döllén in meridiano in determinazioni di elevata precisione.
244. E. PROVERBIO - F. CHLISTOVSKY - Sulle variazioni a corto periodo della velocità di rotazione della terra.
245. A. MASANI - R. GALLINO - G. SILVESTRO - L'astronomia del neutrino.