

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

NUOVA SERIE

N. 242

EDOARDO PROVERBIO

---

Sulla determinazione dell'equazione personale  
mediante osservazioni di passaggi in meridiano

Estratto dalle « Memorie della Società Astronomica Italiana »  
vol. XXXVI, fasc. 4 - 1965

CATANIA  
SCUOLA SALESIANA DEL LIBRO  
1965

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

**NUOVA SERIE**

**N. 242**

EDOARDO PROVERBIO

---

## Sulla determinazione dell'equazione personale mediante osservazioni di passaggi in meridiano

Estratto dalle « Memorie della Società Astronomica Italiana »  
vol. XXXVI, fasc. 4 - 1965

CATANIA  
SCUOLA SALESIANA DEL LIBRO  
1965

## SULLA DETERMINAZIONE DELL'EQUAZIONE PERSONALE MEDIANTE OSSERVAZIONI DI PASSAGGI IN MERIDIANO

Nota di EDOARDO PROVERBIO (\*)  
(*Osservatorio Astronomico di Brera*)

ABSTRACT. — An astronomical method for the determination of the absolute personal equation in time determination work is proposed.

This method is founded on the meridian observation of two circumpolar stars in lower and upper culmination and of two equatorial stars.

In this case is possible to obtain the absolute personal equation  $\varepsilon$  from the relation,

$$a_{os} - a_{oi} = a_s - a_i + \varepsilon X \sec \varphi - Z \sec \varphi ,$$

where  $a_{os} - a_{oi}$  is the calculated difference of two instrumental azimuths deduced from the observations, while  $a_s - a_i$  is the azimuth variation put in evidence by observations of the meridian mark, and  $\varphi$  is the conventional latitude.

The X coefficient is function only of the stars declination. The term Z, on the contrary takes into account the sistematic catalogue errors of the observed stars.

In an ideal case of a good many observations this term might be omitted. In real work, however, is necessary that the observations will be suitably combined for to disregard or to compensate its influence.

The method is applied in practice to a particular case.

RIASSUNTO. — Viene esposto un metodo astronomico per la determinazione della equazione personale assoluta che si manifesta durante osservazioni astronomiche di tempo.

Il metodo è fondato sull'osservazione in meridiano di due stelle circumpolari in culminazione superiore ed inferiore e di due stelle equatoriali.

In questo modo è possibile ottenere l'equazione personale assoluta  $\varepsilon$  per mezzo della relazione:

$$a_{os} - a_{oi} = a_s - a_i + \varepsilon X \sec \varphi - Z \sec \varphi ,$$

dove  $a_{os} - a_{oi}$  è la differenza dei due azimut strumentali dedotta direttamente dalle osservazioni, mentre  $a_s - a_i$  è la variazione di azimut messa in evidenza dalle osservazioni della mira meridiana e  $\varphi$  è la longitudine convenzionale.

---

(\*) - Ricevuta il 5 maggio 1965.

Il coefficiente  $X$  è funzione soltanto della declinazione delle stelle. Il termine  $Z$ , al contrario, tiene conto degli errori sistematici di catalogo delle stelle osservate.

Nel caso limite di numerosissime osservazioni questo termine può essere omissso. In tutti gli altri casi tuttavia è necessario che le osservazioni vengano convenientemente combinate per ridurre o compensare la sua influenza.

Il metodo è applicato praticamente in un semplice caso particolare.

## 1. - ANALISI DELLE FORMULE DI RIDUZIONE

1.1. - È nota l'importanza che la conoscenza degli errori personali di osservazione riveste nelle ricerche di astronomia fondamentale. In particolare, in tutte le ricerche ed osservazioni che hanno come scopo, o come fondamento, la determinazione del tempo o delle ascensioni rette per mezzo di micrometri impersonali manuali, la riduzione degli errori personali (di movimento) costituisce senza dubbio uno dei problemi più delicati.

Nelle osservazioni di astronomia meridiana, e più in generale di astronomia di posizione che richiedono il concorso di più osservatori vengono generalmente determinati gli errori personali di osservazione relativi, cioè gli errori personali di ciascun osservatore rispetto ad un osservatore fondamentale o ad un osservatore medio fittizio <sup>(1)</sup>.

Tuttavia in non poche circostanze risulta necessaria la determinazione degli errori personali assoluti di ogni singolo osservatore (equazione personale) o comunque dell'osservatore fondamentale.

Sfortunatamente la determinazione degli errori personali presenta notevoli difficoltà. In generale tali errori vengono determinati mediante appositi dispositivi di laboratorio di difficile costruzione che simulano in un certo modo le circostanze delle osservazioni astronomiche.

Questi ultimi metodi, che possono fornire risultati di notevole precisione interna, richiedono analisi accuratissime per la eliminazione degli errori strumentali, inoltre, essi stessi possono introdurre componenti sistematiche personali, e quel che è più importante di diversa entità da strumento a strumento, tali da rendere in certi casi illusorie le precisioni ottenute.

Personalmente ritengo perciò che l'utilizzazione di accurati metodi astronomici per la determinazione della equazione personale presenti certi vantaggi e che i risultati concreti ottenuti con tali metodi possano senza dubbio competere con quelli basati su prove di laboratorio.

Queste ultime possono risultare invece di grande efficacia, se abbinate alle osservazioni astronomiche o come controllo di determinazioni astronomiche dirette, quantunque un contributo alla efficienza e diffusione dei metodi di laboratorio possa essere apportato solo mediante la unificazione ed un effettivo perfezionamento dei procedimenti di misura.



Per contro a causa dell'esiguo valore che può assumere l'equazione personale (in genere da qualche millesimo sino a parecchi centesimi di secondo), qualsiasi metodo di determinazione mediante procedimenti basati sulle osservazioni astronomiche deve essere analizzato a fondo, in modo da mettere in evidenza le reali possibilità e gli eventuali limiti del procedimento stesso.

1.2. - Nella riduzione dei calcoli definitivi delle osservazioni di tempo in corso all'Osservatorio di Brera che stanno alla base della costituzione di un catalogo stellare fondamentale, sono state messe in evidenza piccole differenze, a volte sistematiche, tra i valori degli azimut strumentali. Questi stessi rilievi sono stati fatti da altri osservatori in occasione della determinazione dei punti di Laplace, effettuati in collaborazione con l'Osservatorio di Brera, che hanno segnalato differenze sistematiche a volte abbastanza sensibili (qualche centesimo di secondo di tempo). Queste differenze sono state messe in relazione con la presenza di una equazione personale e lo scopo di questo lavoro è proprio quello di discutere e utilizzare un metodo di determinazione dell'equazione personale, basato sulle osservazioni dei passaggi in meridiano, che consenta innanzitutto la determinazione di questa equazione, in secondo luogo, sulla base della conoscenza di questa equazione, renda possibile la correzione ed il miglioramento del valore degli azimut strumentali calcolati e delle correzioni dell'orologio corrispondenti.

1.3. - In un lavoro effettuato nel 1957, L. A. MITIĆ propone un metodo per la determinazione dell'equazione personale mediante osservazioni meridiane di coppie di stelle circumpolari effettuate a distanza di 12 mesi o di 12 ore mediante il raccordo di osservazioni di stelle orarie distribuite a nord ed a sud dello zenit <sup>(2)</sup>. Partendo da questo lavoro ho voluto analizzare più a fondo il problema per mettere in evidenza la possibilità di arrivare al calcolo dell'equazione personale mediante determinate ed appropriate combinazioni di stelle, tenendo conto anche della eventuale possibilità di utilizzazione delle osservazioni di mire meridiane, in modo da permettere una più rapida e precisa determinazione di questa quantità. Contemporaneamente ho tenuto conto dell'importanza che possono assumere in queste misure gli errori delle posizioni delle stelle (errori di catalogo), allo scopo principalmente di mettere in evidenza le incertezze che questi stessi errori possono introdurre nella riduzione della equazione personale.

Chiamando  $t_0$  l'istante del passaggio osservato in meridiano di una stella di ascensione retta apparente  $\alpha_0$ , mediante uno strumento dei passaggi (od un altro strumento meridiano), la relazione di Mayer permette di scrivere:

$$(1) \quad Aa_0 = \alpha_0 - t_0 - \Delta t - iI - \mathcal{L} \sec \delta = l_0 \quad ,$$

nella quale le quantità introdotte sono quelle note, mentre con  $\mathcal{A}$  si è indicato il termine comprendente la correzione per l'aberrazione diurna ed il semicontatto e passomorto della vite micrometrica.

Chiamando ora  $\varepsilon$  l'equazione personale (di movimento) dell'osservatore il vero istante  $t$  del passaggio in meridiano delle stelle di declinazione  $\delta$  sarà dato da:

$$t = t_0 + \varepsilon \sec \delta .$$

Analogamente se poniamo la correzione della posizione in ascensione retta delle stelle osservata eguale a  $\Delta\alpha$ , si avrà,

$$\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha ,$$

ed il corrispondente valore dell'azimut strumentale corretto  $a$ , si otterrà dalla relazione,

$$Aa = l_0 + \Delta\alpha - \varepsilon \sec \delta .$$

Sottraendo dalla (1) quest'ultima si avrà infine,

$$(2) \quad Aa = Aa_0 - \varepsilon \sec \delta + \Delta\alpha ,$$

Supponiamo ora di osservare due coppie di stelle qualsiasi, per il momento non meglio specificate, con l'unica ipotesi che nell'intervallo di tempo tra l'una e l'altra osservazione delle stelle di ciascuna coppia il valore dello azimut strumentale non subisca sensibili modificazioni.

Sottraendo l'una dall'altra le equazioni (2) relative a ciascuna stella delle due coppie si otterranno in tale ipotesi le due relazioni:

$$a_s (A_s - A_{es}) = a_{os} (A_s - A_{es}) - \varepsilon (\sec \delta_s - \sec \delta_{es}) + \Delta\alpha_s - \Delta\alpha_{es} ,$$

$$a_i (A_i - A_{ei}) = a_{oi} (A_i - A_{ei}) - \varepsilon (\sec \delta_i - \sec \delta_{ei}) + \Delta\alpha_i - \Delta\alpha_{ei} ,$$

nelle quali i simboli  $s$ ,  $i$ ,  $es$ , ed  $ei$  caratterizzano ciascuna delle quattro stelle osservate, mentre risulterà,

$$a_{os} = \frac{[(\alpha_s - iI_s - \mathcal{A} \sec \delta_s) - t_s] - [(\alpha_{es} - iI_{es} - \mathcal{A} \sec \delta_{es}) - t_e]}{A_s - A_{es}} ,$$

$$a_{oi} = \frac{[(\alpha_i - iI_i - \mathcal{A} \sec \delta_i) - t_i] - [(\alpha_{ei} - iI_{ei} - \mathcal{A} \sec \delta_{ei}) - t_{ei}]}{A_i - A_{ei}} .$$

or here  $\mathcal{A}$

Infine sottraendo l'una dall'altra le precedenti si otterrà facilmente,

$$(3) \quad a_{os} - a_{oi} = a_s - a_i + \varepsilon X \sec \varphi - Z \sec \varphi .$$

In questa il coefficiente X rappresenta le differenze dei due coefficienti della quantità  $\varepsilon$  relativi alle precedenti due equazioni, divise per le rispettive differenze dei coefficienti di azimut.

Ora si può subito mostrare (come vedremo anche in seguito) che, se si esclude l'impiego di stelle di declinazione australe piuttosto elevata, questa *differenza* diventa sensibile solo scegliendo praticamente tra le due coppie di stelle una stella in culminazione superiore (indice  $s$ ) ed una stella in culminazione inferiore (indice  $i$ ). Per cui esplicitando i coefficienti di azimut le quantità X e Z prendono in questo caso la forma,

$$X = \frac{\cos \delta_{es} - \cos \delta_s}{\sin(\delta_{es} - \delta_s)} - \frac{\cos \delta_{ei} - \cos \delta_i}{\sin(\delta_{ei} + \delta_i)} ,$$

$$Z = \frac{\Delta \alpha_s - \Delta \alpha_{es}}{\text{tg } \delta_{es} - \text{tg } \delta_s} - \frac{\Delta \alpha_i - \Delta \alpha_{ei}}{\text{tg } \delta_{ei} + \text{tg } \delta_i} .$$

Nella (3) il valore del primo membro è dato direttamente dalle osservazioni, mentre nel secondo membro le quantità che, per il momento, si ritengono incognite sono:  $a_s - a_i$ ,  $\varepsilon$ , Z.

Poichè il nostro scopo è quello di determinare il valore dell'equazione personale  $\varepsilon$ , prenderemo innanzitutto in esame il comportamento del coefficiente X di questa quantità, in particolare, ricercheremo quei valori delle declinazioni delle stelle prese in considerazione che rendono il più grande possibile questo stesso coefficiente, in modo da ridurre così l'influenza degli errori accidentali di osservazione.

In un secondo tempo e sulla base dei risultati di queste analisi saranno suggeriti i criteri per determinare direttamente o indirettamente il valore delle altre quantità incognite e, come nel caso del termine Z, per valutare almeno la loro importanza quantitativa.

1.4. - Lo studio del comportamento della quantità X rispetto alle declinazioni delle quattro stelle prese in considerazione risulta oltremodo laborioso. Si è cercato quindi di mettere in evidenza le caratteristiche di questa funzione prendendo in considerazione alcuni distinti casi che forniscano nel loro insieme una idea generale delle caratteristiche della funzione stessa.

(a) Supponiamo in primo luogo che siano verificate le relazioni,

$$(4.1) \quad \begin{aligned} \delta_{es} &= \delta_{ei} = \delta_e , \\ \delta_i &= \delta_s = \delta > 0 , \end{aligned}$$

caso che corrisponde all'osservazione di una stessa stella polare in culminazione superiore (c.s.) e culminazione inferiore (c.i.), in combinazione con una stessa stella di declinazione  $\delta_e$ , o, in prima approssimazione, di due coppie di stelle che soddisfino praticamente la prima delle relazioni (4.1).

Sotto questa condizione la quantità  $X$  assume la forma,

$$X_1 = (\cos \delta_e - \cos \delta) [\operatorname{cosec}(\delta_e - \delta) - \operatorname{cosec}(\delta_e + \delta)] ,$$

che risulta simmetrica rispetto a  $\delta_e$  e funzione continua che assume valori sempre negativi o nulli rispetto a  $\delta_e$  ed a  $\delta$ .

L'andamento di  $X_1$  in funzione di  $\delta_e$  e  $\delta$  è visibile dai diagrammi di fig. 1. Da questi diagrammi si può già trarre come *prima conclusione* che quanto più è elevato il valore di  $\delta$  (stelle circumpolari in c.s. e c.i.) e quanto più è basso il valore di  $\delta_e$  (stelle equatoriali), tanto più elevato e quindi conveniente risulta il valore di  $X_1$ .

(b) Consideriamo ora il caso in cui le stelle  $\delta_{es}$  e  $\delta_{ei}$  risultino ancora di declinazione pressochè identica mentre le stelle  $\delta_s$  e  $\delta_i$  presentano una differenza sensibile di declinazione.

Ciò equivale a porre,

$$(4.2) \quad \begin{aligned} \delta_{es} &= \delta_{ei} = \delta_e \quad (\text{equatoriale}), \\ \delta_s &\neq \delta_i = \delta_s + \Delta\delta > 0 . \end{aligned}$$

Con queste posizioni si otterrà per la quantità  $X$  la nuova relazione,

$$\begin{aligned} X_2 &= \frac{\cos \delta_e - \cos \delta_s}{\operatorname{sen}(\delta_e - \delta_s)} - \frac{\cos \delta_e - \cos(\delta_s + \Delta\delta)}{\operatorname{sen}(\delta_e + \delta_s + \Delta\delta)} = \\ &= X_1 + \frac{\cos \delta_e - \cos \delta_s}{\operatorname{sen}(\delta_e + \delta_s)} - \frac{\cos \delta_e - \cos(\delta_s + \Delta\delta)}{\operatorname{sen}(\delta_e + \delta_s + \Delta\delta)} . \end{aligned}$$

Tenendo presente che  $X_1$ , come mostrano i diagrammi di fig. 1, soddisfa sempre la disuguaglianza,

$$-2 \leq X_1 \leq 0 ,$$



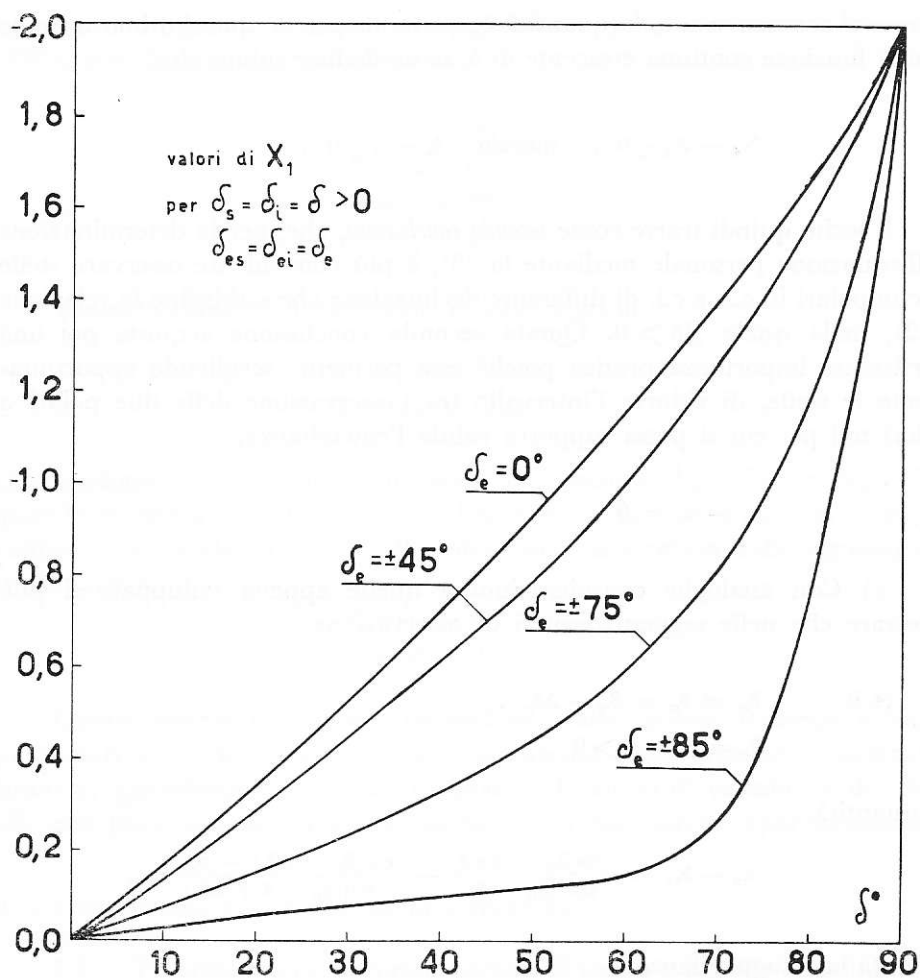


Fig. 1

è interessante verificare se, e per quale valore di  $\Delta\delta$ , può essere verificata l'espressione,

$$X_2 - X_1 \leq 0 \quad .$$

ciò che, a parità di condizioni, contribuirebbe a migliorare ancora il *peso* della equazione personale dedotta dalla (3).

Esaminando l'ultimo termine a destra dell'espressione di  $X_2$  si vede che esso rappresenta il valore che il termine precedente assume quando

in esso si sostituisca a  $\delta_s$  la quantità  $\delta_s + \Delta\delta$ . E poichè quest'ultimo termine risulta funzione continua crescente di  $\delta_s$ , se ne deduce subito che,

$$X_2 - X_1 \leq 0 \quad , \quad \text{quando} \quad \delta_i - \delta_s \geq 0 \quad .$$

È lecito quindi trarre come *seconda conclusione*, che, per la determinazione dell'equazione personale mediante la (3), è più conveniente osservare stelle circumpolari in c.s. e c.i. di differente declinazione che soddisfino la relazione (4.2), nella quale  $\Delta\delta > 0$ . Questa seconda conclusione acquista poi una particolare importanza pratica poichè essa permette, scegliendo opportunamente le stelle, di ridurre l'intervallo tra l'osservazione delle due polari a valori tali per cui si possa supporre valida l'eguaglianza,

$$a_s = a_i = 0 \quad .$$

(c) Con analoghe considerazioni a quelle appena sviluppate si può mostrare che nelle seguenti ipotesi di osservazione

$$(4.3) \quad \begin{aligned} \delta_{es} \neq \delta_{ei} &= \delta_{es} + \Delta\delta_e \quad , \\ \delta_s &= \delta_i = \delta > 0 \quad , \end{aligned}$$

la quantità

$$X_3 - X_1 = \frac{\cos \delta_{es} - \cos \delta}{\text{sen}(\delta_{es} + \delta)} - \frac{\cos(\delta_{es} + \Delta\delta_e) - \cos \delta}{\text{sen}(\delta_{es} + \delta + \Delta\delta_e)} \quad ,$$

soddisfa la disuguaglianza,

$$X_3 - X_1 \leq 0 \quad , \quad \text{quando} \quad \delta_{es} - \delta_{ei} \leq 0 \quad .$$

Come *terza conclusione* si può quindi affermare che, nella scelta delle coppie di stelle utilizzate per la determinazione della equazione personale mediante la (3), è più conveniente scegliere per ciascuna coppia una stella con bassa declinazione (equatoriale), positiva o negativa indifferentemente, purchè sia verificata l'unica condizione  $\Delta\delta_e < 0$ .

1.5. - Per quanto riguarda, dopo quanto è stato in precedenza accennato, i valori da attribuire alle quantità  $\Delta\delta$  e  $\Delta\delta_e$ , possiamo ritenere innan-

zitutto valide per le latitudini medie dell'Europa meridionale e centrale ( $35^\circ < \varphi < 55^\circ$ ) le seguenti relazioni,

$$-15^\circ \leq \delta_{es} \leq 15^\circ ,$$

$$-15^\circ \leq \delta_{ei} \leq 15^\circ ,$$

$$75^\circ \leq \delta_s < 90^\circ ,$$

$$75^\circ \leq \delta_i < 90^\circ .$$

Tenendo conto di questi valori e delle relazioni,

$$\delta_s + \Delta\delta = 90 ,$$

$$\delta_{es} + \Delta\delta_e = \pm 45 ,$$

che rendono rispettivamente massime le quantità  $X_2 - X_1$  e  $X_3 - X_1$  quando in esse si considerano i casi limite  $\delta_{es} = \delta_{ei} = 0$ , e  $\delta_s = \delta_i = 90$ , il campo di variabilità di  $\Delta\delta$  e  $\Delta\delta_e$  potrà ritenersi limitato dalle seguenti disuguaglianze,

$$0 \leq \Delta\delta < 15 ,$$

$$-30 \leq \Delta\delta_e \leq 0 .$$

Queste ultime conclusioni discendono dalle ipotesi ammesse e dalle particolari condizioni oggettive di osservabilità nella regione considerata, tuttavia, specialmente per quanto riguarda il campo di variabilità di  $\Delta\delta$  e  $\Delta\delta_e$  esse possono ritenersi valide anche accettando larghe approssimazioni.

## 2. - L'INFLUENZA DEGLI ERRORI DI CATALOGO

2.1. - Prendiamo ora in considerazione il termine  $Z$  della relazione (3), che rappresenta, come abbiamo detto, il contributo dei vari errori sistematici di cui sono affette le ascensioni rette della stella osservata. Questi termini possono sembrare a prima vista trascurabili, in effetti, come subito vedremo, essi assumono invece una notevole importanza nel calcolo dell'equazione personale. Infatti considerando, in prima approssimazione, il problema dal punto di vista statistico è lecito porre,

$$\Delta\alpha_s = \Delta\alpha_i = a \sec \delta ,$$

$$\Delta\alpha_{es} = \Delta\alpha_{ei} = a_e \sec \delta_e .$$

Con questa posizione si vede subito che la quantità  $Z$  assume una forma analoga alla quantità  $\varepsilon X$ , risultando addirittura  $Z = aX$  per  $a = a_e$ .

Nella tabella I sono stati calcolati i valori medi di sei in sei ore di tempo siderale delle quantità  $\Delta a \cos \delta$  (e cioè delle quantità  $a$  ed  $a_e$ ), espresse in millisecondi, in funzione della declinazione relative al catalogo FK4 rispetto al catalogo N30 per il 1950 <sup>(3)</sup>. Questi dati, che si riferiscono al confronto statistico di due tra i più qualificati cataloghi stellari attualmente utilizzati, permettono di valutare sia pure qualitativamente l'importanza degli errori sistematici di catalogo.

FK4 — N30

TABELLA I

 $\Delta z \cos \delta$ 

| $\delta \backslash \alpha$ | 0h ÷ 6h | 6h ÷ 12h | 12h ÷ 18h | 18h ÷ 24h |
|----------------------------|---------|----------|-----------|-----------|
| 0                          | -12     | -12      | -11       | -9        |
| 10                         | -8      | -8       | -7        | -5        |
| 20                         | -7      | -8       | -7        | -5        |
| 30                         | -6      | -8       | -7        | -4        |
| 40                         | -11     | -14      | -12       | -8        |
| 50                         | -8      | -11      | -8        | -5        |
| 60                         | -11     | -13      | -12       | -9        |
| 70                         | -6      | -8       | -8        | -5        |
| 80                         | -4      | -8       | -6        | -2        |
| 85                         | + 0     | - 5      | - 0       | - 0       |

Prendendo poi in considerazione le differenze sistematiche FK4 — N30 delle singole stelle (vedi la tabella II, sempre tratta da <sup>(3)</sup>, che riporta i valori di  $\Delta a$  e dei moti propri secolari,  $\Delta \mu$ , espressi in millisecondi, delle stelle circumpolari per l'emisfero boreale relativi alle differenze FK4 — N30 per il 1950), si vede come il valore del termine Z possa assumere in certi casi ed in particolare quando l'equazione personale risulta relativamente piccola entità anche superiori alla quantità  $\varepsilon X$ , mascherando quindi completamente la presenza della stessa equazione personale.

2.2. - È necessario quindi considerare questa questione con grande cautela e circospezione, poichè, quantunque sia buona regola tenere conto di numerose osservazioni nella determinazione dell'equazione personale, anche per ridurre l'influenza degli errori accidentali di osservazione, tuttavia pare che anche statisticamente i dati della tabella I mettano in evidenza la presenza di un termine sistematico di segno negativo caratterizzante le differenze FK4 — N30. Questo termine o carattere sistematico si riverserà interamente sulla determinazione della equazione personale, col risultato che noi dovremo aspettarci per l'equazione personale determinata, ad esempio,

nell'ambito del catalogo FK4 un valore diverso da quello ottenibile usando le posizioni stellari relative al catalogo N30, e ciò anche in rapporto ad altri cataloghi.

FK4 — N30

TABELLA II

| FK4  | $\Delta\alpha$ | $\Delta\mu$ | FK4  | $\Delta\alpha$ | $\Delta\mu$ |
|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|
| 906  | — 26           | — 91        | 1642 | +102           | +247        |
| 907  | +282           | + 37        | 1643 | — 59           | — 49        |
| 1635 | — 74           | + 22        | 1644 | — 6            | +144        |
| 1636 | +112           | +278        | 1645 | —147           | —216        |
| 908  | + 82           | +119        | 912  | — 85           | —171        |
| 1637 | + 77           | + 6         | 913  | —132           | —169        |
| 1638 | — 93           | —254        | 914  | — 19           | +404        |
| 909  | +182           | +245        | 1646 | —164           | —207        |
| 1639 | —101           | —270        | 1647 | — 37           | + 3         |
| 1640 | + 78           | +110        | 915  | —119           | — 99        |
| 910  | — 31           | — 75        | 1648 | —129           | + 76        |
| 911  | — 52           | — 98        | 1649 | —110           | —352        |
| 1641 | —122           | —548        | 1650 | — 56           | — 39        |

Poichè l'equazione personale è un dato importante che viene usato per la correzione o la riduzione di osservazioni di tempo è quindi necessario innanzitutto, per ragioni di omogeneità, che le stelle utilizzate per la determinazione della equazione personale siano tratte dallo stesso catalogo impiegato nelle osservazioni di tempo.

D'altra parte affinché un'equazione personale possa essere confrontata con altre equazioni di altri osservatori od in tempi diversi sarà necessario tener presenti alcune regole pratiche e, alcuni suggerimenti, in particolare:

(a) dato il largo impiego del catalogo FK4 in tutte le osservazioni fondamentali di carattere astrometrico è opportuno che le equazioni personali, ridotte secondo i criteri in precedenza esposti, risultino omogenee col sistema FK4 e cioè determinate mediante osservazioni di stelle tratte da questo catalogo;

(b) nel caso vengano usate stelle appartenenti ad altri cataloghi (ad esempio N30 o GC) ridurre, ove possibile, le posizioni medie al sistema FK4;

(c) nella compilazione dei programmi stellari per la determinazione dell'equazione personale nel sistema FK4 scegliere quelle stelle (circumpolari ed equatoriali) che diano il maggiore affidamento per quanto riguarda la precisione della posizione media e del moto proprio in ascensione retta e che presentino il migliore accordo con altri cataloghi di elevata precisione.



Malgrado le inevitabili incertezze causate nella determinazione della equazione personale dagli errori accidentali di osservazione e degli errori di catalogo, e tenendo altresì conto che questi ultimi vengono ad assumere in prima approssimazione utilizzando un certo numero di osservazioni lo stesso carattere degli errori accidentali, si può ritenere che la scelta di un oculato programma di osservazione sia in grado di garantire la determinazione dell'equazione personale con notevole precisione.

Può essere che utilizzando numerose osservazioni di stelle del catalogo FK4, o ridotte a questo catalogo, (o di altri cataloghi) la equazione personale risulti affetta dalla componente sistematica che, come si è visto, sembra caratterizzare questo catalogo rispetto ad altri. D'altra parte, prescindendo dalla precisione intrinseca del FK4, proprio per le ragioni di omogeneità che sono state innanzi considerate, questo fatto sarebbe in linea di principio augurabile, in caso contrario infatti l'impiego dell'equazione personale per la correzione delle osservazioni di tempo introdurrebbe un elemento di inomogeneità nei risultati delle osservazioni e quindi nella scala di tempo, o nel sistema di ascensioni rette da questo dedotte.

### 3. - ESEMPIO DI DETERMINAZIONE DELL'EQUAZIONE PERSONALE

3.1. - Al fine unicamente di provare l'efficienza del metodo proposto diamo qui di seguito i risultati di alcune osservazioni tratte fra quelle normalmente effettuate per la determinazione del tempo nel servizio dell'ora dell'Osservatorio. La scelta delle osservazioni è stata fatta cercando di soddisfare la condizione che durante tutto il periodo di osservazione l'azimut strumentale sia risultato, mediante controlli effettuati sulla mira meridiana, quasi rigorosamente costante.

TABELLA III

| Data<br>1963 | Polare |      | Equ. | $\alpha_s - t_s$     | $\alpha_i - t_i$     | $\alpha_e - t_e$     | $A_s - A_e$ | $A_i - A_e$ | $a_{os} - a_{oi}$    | X      | $\varepsilon$ |
|--------------|--------|------|------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------|-------------|----------------------|--------|---------------|
|              | c.s    | c.i  |      |                      |                      |                      |             |             |                      |        |               |
| 1 Ago        | 912    | 1638 | 1433 | 88. <sup>s</sup> 025 | 53. <sup>s</sup> 577 | 75. <sup>s</sup> 164 | -5.076      | +8.293      | +0. <sup>s</sup> 050 | -1.788 | -20           |
|              |        |      | 633  |                      |                      | .521                 | -4.938      | +8.431      | .052                 | -1.792 | -20           |
|              |        |      | 665  |                      |                      | .340                 | -4.999      | +8.370      | .043                 | -1.793 | -17           |
|              |        |      | 1480 |                      |                      | .192                 | -5.079      | +8.290      | .071                 | -1.789 | -28           |
| 5 Ago        | 912    | 1638 | 1433 | 74.761               | 38.920               | 61.358               | -5.076      | +8.293      | .042                 | -1.788 | -16           |
|              |        |      | 633  |                      |                      | .707                 | -4.938      | +8.431      | .058                 | -1.792 | -23           |
|              |        |      | 665  |                      |                      | .525                 | -4.999      | +8.370      | .053                 | -1.793 | -21           |
|              |        |      | 1480 |                      |                      | .350                 | -5.079      | +8.290      | .066                 | -1.789 | -26           |

In tal modo la relazione (3), nell'ambito del sistema FK4, assume la forma semplificata,

$$a_{os} - a_{oi} = \varepsilon X \sec \varphi ,$$

da cui, per l'Osservatorio di Brera,

$$\varepsilon = 0,70 \frac{a_{os} - a_{oi}}{X}$$

Le precedenti condizioni permettono inoltre di combinare più stelle equatoriali con una medesima coppia di stelle circumpolari in c.s. e c.i.

Nella tabella III sono riassunti i dati più significativi ed i risultati corrispondenti all'osservazione di ogni singola stella equatoriale riferita alla coppia di polari indicata in tabella.

Dai singoli valori espressi in millisecondi trovati per l'equazione personale  $\varepsilon$  si può quindi dedurre il valore medio,

$$\varepsilon_m = -21 \pm 1 ,$$

che, per il periodo preso in considerazione e nel sistema FK4 rappresenta senza dubbio a meno degli errori di Catalogo un risultato sufficientemente significativo della sensibilità del metodo.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) PROVERBIO E. - Mem. SAIT., XXXV (2), 183, 1964.  
OPALSKI W. - Bull. Geod., 74, 307, 1964.
- (2) MITIC LJ. - Bull. Obs. Astr. Beograd, 1-2, 1957.
- (3) BROSCHE P., NOWACKI H., STROBEL W. - Veröff. Astr. Rechen-Inst. N. 15, 1964.

CONTRIBUTI  
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICOMI DI MILANO-MERATE

---

NUOVA SERIE

- 200 - G. DE MOTTONI - *Nuovi specchi telescopici metallici.*  
201 - F. ZAGAR, *L'Osservatorio di Milano nella storia.*  
202 - M. HACK - *Absolute Magnitude of O-type stars.*  
203 - G. DE MOTTONI - *Il nuovo riflettore di 1,37 m dell'Osservatorio di Merate.*  
204 - M. FRACASSINI - *The solution 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.*  
205 - M. HACK - *The shell spectrum of W Serpentis.*  
206 - A. GÖKGÖZ, M. HACK, I. KENDIR - *Study of the spectrum of  $\zeta$  Tauri in 1960.*  
207 - J. O. FLECKENSTEIN, *Boscovich als Mitbegründer 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, for computing electron density of the solar corona: general solutions, applications and fortran programming for the IBM 1620 computer.*  
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  $\nu$  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  $\gamma$  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. FARAGGIANA e M. HACK, *Results obtained from the 1961-62 eclipse of  $\beta$  Cygni.*  
222 - P. BROGLIA, *The ultrashort period variable SZ Lyncis.*  
223 - A. PASINETTI e L. E. PASINETTI, *The problem of ionising radiations in space flight.*  
224 - E. PROVERBIO, *Possibilità della misura di distanze nel campo topografico con metodi ottici.*  
225 - T. TAMBURINI, *Studio spettrofotometrico di  $\delta$  Arietis.*  
226 - P. BROGLIA, *Light curve variations and elements of CW Cassiopeiae.*  
227 - A. MASANI, G. SILVESTRO - *Energy Spectrum of Neutrinos Produced in  $e^+$ ,  $e^-$  Pair annihilation.*  
228 - M. FRACASSINI, L. E. PASINETTI - *Study of  $\epsilon$  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.*



CONTRIBUTI  
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE

---

NUOVA SERIE

- 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  $\gamma$  Capricorni.*
- 233 - A. MASANI - *La produzione di neutrini nei plasmi 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, L. PASINETTI - *Teorie e problemi attuali sulle variazioni della brillantezza della luce zodiacale (L.Z.) e anti solare (A.S.) e delle emissioni del cielo notturno (airglow) in relazione al ciclo solare e lunare.*
- 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.*