

63

CONTRIBUTI

DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE

a cura del Direttore

Prof. FRANCESCO ZAGAR

NUOVA SERIE

N. 244

EDOARDO PROVERBIO e FRANCA CHLISTOVSKY

Sulle variazioni a corto periodo della velocità di rotazione  
della Terra

(Estratto dai « Rendiconti » della Accademia Nazionale dei Lincei  
vol. XXXIX, fasc. 5, novembre 1965)

ROMA

1966

## CONTRIBUTI

## DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO 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 Mithegründer der sphärischen Trigonometrie.*
- 208 - A. MASINI, *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 31 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.*

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

**NUOVA SERIE**

**N. 244**

---

EDOARDO PROVERBIO e FRANCA CHLISTOVSKY

---

## Sulle variazioni a corto periodo della velocità di rotazione della Terra

(Estratto dai « Rendiconti » della Accademia Nazionale dei Lincei  
vol. XXXIX, fasc. 5, novembre 1965)

ROMA

1966

**Astrometria.** — *Sulle variazioni a corto periodo della velocità di rotazione della Terra.* Nota di EDOARDO PROVERBIO e FRANCA CHLISTOVSKY, presentata (\*) dal Socio F. ZAGAR.

In una breve Nota pubblicata nel 1963 N. N. Pavlov e A. P. Čelom-bit'ko [1] hanno messo in evidenza la notevole somiglianza tra le deviazioni regolarizzate delle correzioni dell'orologio dedotte dalle osservazioni astronomiche effettuate durante il 1962 negli osservatori di Pulkowo e Zikavej (Cina) rispetto alla scala di tempo campione dell'U.R.S.S. Queste comuni deviazioni riscontrate nei due Osservatori posti a notevole distanza, sono state interpretate come effetto di variazioni irregolari a corto periodo della velocità di rotazione della terra, dell'ordine del mese e meno. Successivamente K. A. Štejnš ed E. Ja. Kaupuša [2], rielaborando i dati utilizzati da N. N. Pavlov, hanno mostrato che, partendo da due distinte ipotesi plausibili sull'andamento della marcia media degli orologi, la probabilità che le deviazioni più importanti siano da attribuire a variazioni irregolari della rotazione terrestre, è molto alta.

Pur tenendo presente l'esiguità dell'ampiezza di queste variazioni ed il significato puramente probabilistico dell'analisi di K. A. Štejnš, non si può ritenere tuttavia impossibile, allo stato attuale della tecnica delle osservazioni, utilizzando una notevole quantità di dati di precisione sufficientemente elevata, che queste variazioni irregolari a corto periodo possano essere individuate.

A questo preciso scopo sono state considerate e analizzate le deviazioni delle correzioni degli orologi a quarzo osservate negli Osservatori Astronomici di Parigi e Greenwich rispetto alla scala di tempo uniforme del B. I. H. sempre per l'anno 1962.

Chiamando  $P_i$  la deviazione della scala di tempo TU<sub>2</sub> dell'Osservatorio di Parigi ( $i = 1$ ) e Greenwich ( $i = 2$ ) rispetto alle scale di tempo dell'Osservatorio medio del B. I. H., ed

$$e_i = \text{TU}_2(o) - \text{TU}_2,$$

gli scarti tra i valori osservati e quelli regolarizzati delle osservazioni astronomiche in TU<sub>2</sub>, la quantità

$$D_i = P_i + e_i,$$

rappresenta, in funzione del tempo, le deviazioni della scala di tempo osservate in TU<sub>2</sub> rispetto alla scala di tempo uniforme dell'Osservatorio medio del B.I.H.

(\*) Nella seduta del 13 novembre 1965.

Le medie pesate di cinque in cinque giorni della quantità  $D_i$ , tenendo conto del numero di osservazioni, sono state calcolate per il 1962 utilizzando i dati pubblicati sul « Bulletin Horaire » del B. I. H. (Serie G) ed i valori  $e_i$  forniti rispettivamente dal « Bulletin Horaire » (Serie 5) dell'Osservatorio di Parigi e dai « Royal Observatory Bulletins » dell'Osservatorio di Greenwich.

Ciascuna quantità  $D_i$  può essere pensata costituita da tre componenti:

(a) una componente sistematica, presente nelle osservazioni di tempo di tutti i servizi dell'ora, dovuta a variazioni reali a breve periodo nella velocità di rotazione della terra;

(b) una componente sistematica di tipo locale dovuta a variazioni a lungo periodo apparenti o reali delle longitudini osservate rispetto a quelle convenzionali;

(c) una componente di carattere accidentale.

La componente (b) può essere eliminata dai valori  $D_i$  tenendo conto sia della correzione annuale  $K_i$  della longitudine convenzionale di ciascun Osservatorio per rapporto all'Osservatorio medio pubblicata nel « Bulletin Horaire » del B. I. H. (N. 24, Serie G), sia di una correzione di normalizzazione degli scarti  $e_i$ , ottenuta ponendo la condizione  $\sum e_i = 0$ .

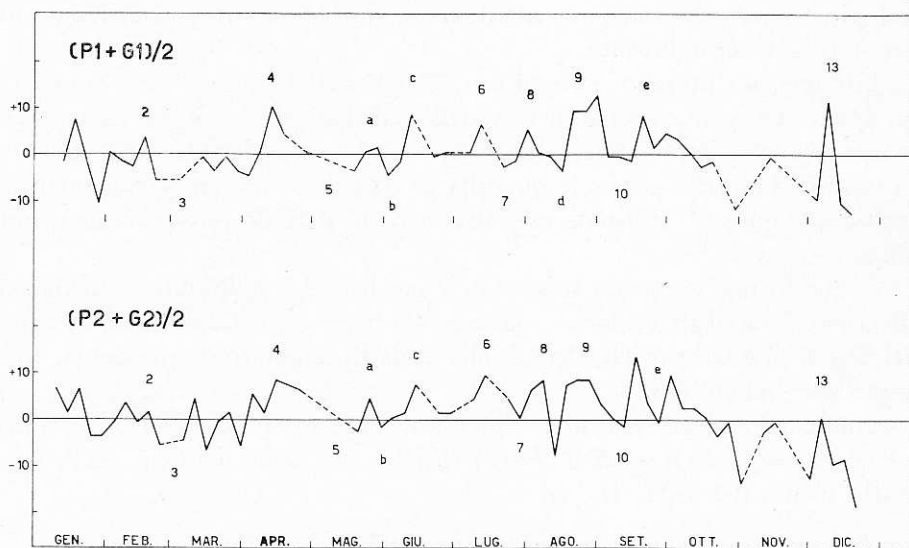


Fig. 1.

Le quantità  $D_i$  così corrette, che chiamiamo  $\bar{D}_i$ , risultano quindi unicamente affette dagli errori accidentali  $\varepsilon_i$  e dalle variazioni  $v(t)$ , dovute al fatto che la scala di tempo regolarizzata osservata non riflette tutti i dettagli dell'andamento irregolare della rotazione terrestre.

Nella fig. 1 è rappresentato l'andamento della media algebrica

$$M_1 = \frac{\bar{D}_1 + \bar{D}_2}{2} = v(t) + \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2},$$

delle quantità  $\bar{D}_1$  e  $\bar{D}_2$ , ed il corrispondente andamento della media algebrica  $M_2$  ottenuta da valori  $\bar{D}_1$  e  $\bar{D}_2$  calcolati considerando un intervallo di 5 giorni sfasato di 2.5 giorni rispetto a quello adottato. Nei due diagrammi le linee a tratteggio stanno a significare che in questi intervalli non esistono punti corrispondenti per i valori  $\bar{D}_1$  e  $\bar{D}_2$ .

I due diagrammi presentano le seguenti rimarchevoli caratteristiche:

(a) i picchi e le depressioni dei due diagrammi presentano una notevole corrispondenza, ciò sta a significare che, a parità di intervallo, questi risultano indipendenti dalla particolare origine scelta come inizio degli intervalli di cinque in cinque giorni;

(b) i picchi e le depressioni dei due diagrammi presentano una sensibile corrispondenza in fase ed ampiezza con i picchi e le depressioni messi in evidenza da N. N. Pavlov e A. P. Čelombit'ko. In questo caso i picchi corrispondenti sono indicati con lettere e numeri arabi.

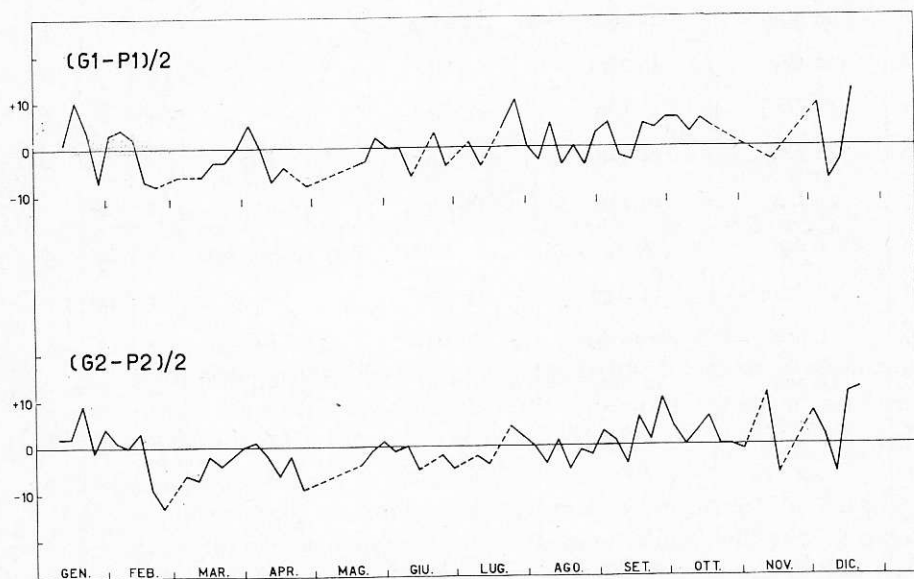


Fig. 2.

Nella Tabella I sono indicate le fasi e le ampiezze medie picco a picco espresse in msec, approssimate, dei picchi tratti dall'andamento di  $M_1$ , di  $M_2$  e dai grafici delle deviazioni delle correzioni dell'orologio osservate a Pulkovo (Pu) e Zikavej (Zi) tratti dal lavoro di N. N. Pavlov [1].

Da ogni singola differenza

$$|M_1 - \bar{D}_1| = |M_1 - \bar{D}_2| = \frac{|\varepsilon_1 - \varepsilon_2|}{2}$$

ed analoga per  $M_2$ , è stato inoltre dedotto l'andamento degli errori accidentali di osservazione rappresentati in fig. 2.

TABELLA I.

N	FASE				AMPIEZZA			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	Pu	Zi	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	Pu	Zi
1	—	—	15 Feb	18 Feb	—	—	2	5
2	17 Feb	19 Feb	25 Feb	25 Feb	7	5	2	5
3	3 Mar	3 Mar	6 Mar	6 Mar	5	5	2	5
4	12 Apr	15 Apr	1 Apr	1-18 Apr	15	12	12	14
5	20 Apr-10 Mag	30 Apr-20 Mag	15 Apr-10 Mag	20 Apr-10 Mag	14	8	12	14
<i>a</i>	28 Mag	25 Mag	24 Mag	?	6	7	7	—
<i>b</i>	2 Giu	30 Mag	1 Giu	?	6	7	6	—
<i>c</i>	(12 Giu)	(15 Giu)	24 Giu	?	(12)	(8)	8	—
6	12 Lug	14 Lug	7 Lug	7 Lug	7	6	5	5
7	21 Lug	29 Lug	18 Lug	18 Lug	8	8	7	8
8	1 Ago	8 Ago	31 Lug	27 Lug-3 Ago	8	12	9	4
<i>d</i>	16 Ago	13 Ago	24 Ago	—	12	14	7	—
9	1 Sett	25-28 Ago	8 Sett	?	12	13	8	3
10	15 Sett	12 Sett	20 Sett	20 Sett	9	8	12	10
<i>e</i>	20-30 Set	17 Sett-2 Ott	20-24 Sett	1 Ott-6 Ott	6	7	3	2
11	?	?	6 Nov	22 Ott	—	—	4	4
12	?	?	18 Nov	18 Nov	—	—	4	10
13	9 Dic	6 Dic	6 Dic	16 Dic	20	10	6	10

Introducendo la condizione di normalizzazione

$$\Sigma |\varepsilon_1 - \varepsilon_2|/2 = 0,$$

è stato successivamente possibile il calcolo della varianza  $\sigma$ . Il valore trovato per questa quantità è risultato 0<sup>s</sup>,005 sia rispetto ad M<sub>1</sub> che ad M<sub>2</sub>.

Quest'ultimo dato ha permesso di costruire la curva di distribuzione normale degli errori di osservazione (fig. 3), per mezzo della quale è possibile determinare in prima approssimazione il grado di attendibilità che i picchi e le depressioni visibili nella fig. 1 siano causati da irregolarità di rotazione della terra.

Accettando l'ipotesi precedentemente ammessa che i picchi e le depressioni sono costituiti da una componente sistematica e da una componente accidentale la cui legge di distribuzione sia rappresentata dalla curva di Gauss di fig. 3, sono state calcolate le probabilità teoriche della presenza

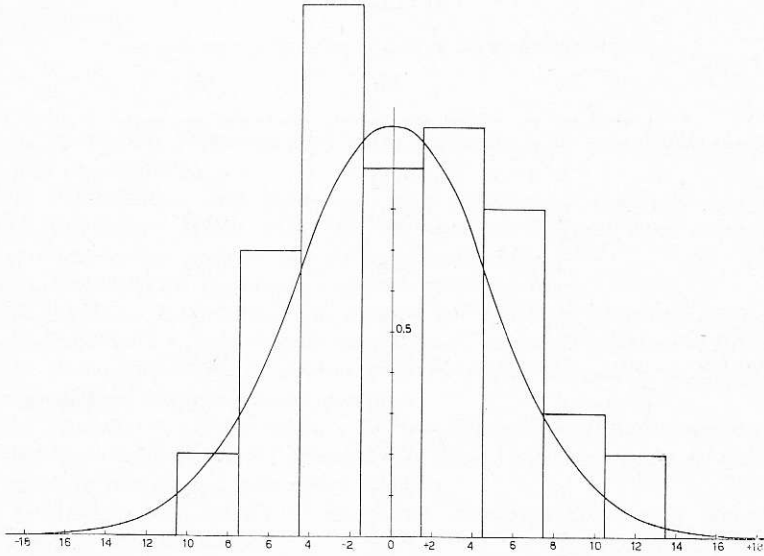


Fig. 3.

delle componenti sistematiche dovute alla irregolarità di rotazione della terra nei picchi e nelle depressioni stesse. Queste probabilità sono indicate nella Tabella II relativamente ai diagrammi di  $M_1$  ed  $M_2$ .

Tenendo conto:

(a) che malgrado lo sfasamento anche sensibile tra le epoche dei picchi e delle depressioni in funzione della durata dell'intervallo e della fase di questo ultimo, come mostrano i valori  $M_1$  ed  $M_2$  della Tabella I, questi mostrano una corrispondenza evidente che non può essere spiegata con soli fattori accidentali;

(b) che anche per ciò che riguarda le ampiezze dei picchi e delle depressioni corrispondenti sembra sussistere, almeno come ordine di grandezza, un discreto accordo;

(c) che, pure attribuendo un significato puramente probabilistico, anche i risultati della Tabella II sembrano confermare l'esistenza di componenti di natura non accidentali in numerosi picchi e depressioni;

è lecito perciò concludere che le caratteristiche delle curve relative all'analisi delle osservazioni di tempo effettuate negli Osservatori di Greenwich e Parigi mettono in evidenza a nostro avviso particolarità tali da confermare l'esistenza delle irregolarità a corto periodo nella rotazione della terra, osservate a Pulkowo e Zikavej.



Queste irregolarità potranno essere ulteriormente confermate dall'analisi dei dati di osservazione dei più qualificati servizi dell'ora anche per gli anni immediatamente antecedenti e seguenti il 1962.

TABELLA II.

N.	$M_1$	$M_2$
2	0,15	0,10
3	0,49	0,49
4	0,90	0,79
5	0,21	0,10
<i>a</i>	0,05	0,35
<i>b</i>	0,39	0,05
<i>c</i>	0,79	0,71
6	0,61	0,85
7	0,10	0,05
8	0,49	0,78
<i>d</i>	0,22	0,71
9	0,97	0,78
10	0,02	0,05
<i>e</i>	0,78	0,97
13	0,95	0,02

D'altra parte proprio per la grande importanza non solo astronomica di queste variazioni, diventa sempre più urgente e necessario lo studio teorico e sperimentale di questi fenomeni in connessione all'esistenza di perturbazioni di natura meteorologica e geofisica.

## BIBLIOGRAFIA.

- [1] N. N. PAVLOV, A. P. ČELOMBIT'KO, «Astron Cirk», 257 (1963).  
 [2] K. A. ŠTEJNS, E. JA. KAUPUŠA, «Astron Cirk», 281 (1964).

CONTRIBUTI  
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMIC DI MILANO-MERATE

---

NUOVA SERIE

- 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  $\gamma$  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 e L. PASINETTI - *Teorie e problemi attuali sulle variazioni della brillantezza della luce zodiacale (L. Z.) ed anti-solare (A. S.) e delle emissioni del cielo notturno (avi-glow) 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.*
- 243 - E. PROVERBIO - *Sulla determinazione astronomica del Tempo e sull'impiego del metodo di Döllén in meridiano in determinazioni di elevata precisione.*