

Pubblicazioni dell'Osservatorio Astronomico
Universitario di Bologna

VOLUME IX

N. 8

FRANCESCO S. DELLI SANTI

**Osservazioni dell'eclisse radioelettrica di sole
del 20 Maggio 1966**

Estratto dagli Atti del X Convegno della Società Astronomica Italiana
(Catania, 27 - 29 Giugno 1966)

Scuola Salesiana del Libro - Catania

1967

Pubblicazioni dell'Osservatorio Astronomico
Universitario di Bologna

VOLUME IX

N. 8

FRANCESCO S. DELLI SANTI

**Osservazioni dell'eclisse radioelettrica di sole
del 20 Maggio 1966**

Estratto dagli Atti del X Convegno della Società Astronomica Italiana
(Catania, 27 - 29 Giugno 1966)

Scuola Salesiana del Libro - Catania

1967

OSSERVAZIONI DELL'ECLISSE RADIOELETTRICA DI SOLE DEL 20 MAGGIO 1966

FRANCESCO S. DELLI SANTI

(*Osservatorio Astronomico dell'Università di Bologna*)

(*V Sezione del Centro di Astrofisica del C.N.R.*)

RIASSUNTO. — Si riportano le osservazioni effettuate al radiotelescopio di Medicina (Bologna) durante l'eclisse parziale di Sole del 20 Maggio 1966. L'analisi della curva dei flussi residui osservati permette di localizzare un centro di attività radio elettrica in corrispondenza di un gruppo di macchie presenti in prossimità del bordo orientale del Sole. Si valuta in $1,2 R_{\odot}$ il raggio del radiosole in corrispondenza del punto di contatto finale:

ABSTRACT. — Observations made during the solar eclipse of 20 May 1966 at the Medicina (Bologna) radiotelescope are reported. The record obtained shows a radio source associated with a group of sunspots near the East limb of the Sun. The computed radius of the radio sun from the 2th contact results to be $1,2 R_{\odot}$.

INTRODUZIONE

Il potere risolutivo di un radiotelescopio non permette generalmente di avere informazioni sulla distribuzione di brillantezza radioelettrica sul disco solare o di localizzare centri di attività radioelettrica con la precisione necessaria per studiarne le caratteristiche in relazione ai fenomeni di attività nel dominio ottico. La cosa diventa invece possibile in occasione di un'eclisse di Sole, meglio se totale, analizzando la curva dei flussi radioelettrici residui in funzione del tempo. Infatti la graduale occultazione del radiosole da parte della Luna dà origine ad una diminuzione della radioemissione solare, che può essere descritta dall'equazione:

$$(1) \quad \int_{\text{Luna}} I(x, y) dx dy = 1 - S(t)$$

in cui $S(t)$ è il flusso residuo espresso in percentuale del flusso totale e $I(x, y)$

è la brillantezza normalizzata del Sole in un riferimento ortogonale con origine nel centro del disco ed opportunamente orientato.

In linea di principio, si può calcolare $I(x, y)$ essendo il termine $1 - S(t)$ dato dalle osservazioni. In pratica vi sono difficoltà nella risoluzione della (1), la principale delle quali è dovuta al fatto che la soluzione è unica solo ammettendo una distribuzione di brillantezza a simmetria circolare. Condizione questa che nella realtà è ben lungi dall'essere verificata, almeno per lunghezze di onda maggiori di alcuni cm. È necessario allora osservare l'eclisse da differenti località con strumenti il più possibile identici.

Un'altra difficoltà sta nel fatto che un'eclisse radioelettrica non è mai totale per lunghezze d'onda maggiori di alcuni cm a causa della maggiore estensione del radiosole rispetto al disco ottico. Conseguentemente $S(t)$ è sempre diverso da zero.

Le osservazioni effettuate con un solo strumento possono tuttavia essere utilizzate per una valutazione dell'estensione del radiosole a partire dalla durata dell'eclisse e dalla profondità del minimo e per tentare una localizzazione di eventuali centri di emissione radioelettrica collegati ai fenomeni di attività nel campo ottico.

In questa nota si riportano le osservazioni effettuate durante l'eclisse di Sole del 20 Maggio 1966 a Medicina (Bologna) ($\varphi = +44^{\circ} 30' 26''$; $\lambda = -0^{\text{h}} 46^{\text{m}} 39^{\text{s}}$) in cui il fenomeno era visibile come parziale.

CIRCOSTANZE LOCALI DELL'ECLISSE OTTICA

Le circostanze locali dell'eclisse erano le seguenti ⁽¹⁾:

Inizio	8 ^h 8 ^m 59 ^s	T.U.
Massimo:	9 ^h 24 ^m 53 ^s	»
Fine:	10 ^h 44 ^m 55 ^s	»

Angoli di posizione dei contatti:

$$Q_1 = 221^{\circ},2$$

$$Q_r = 78^{\circ},5$$

$$V_1 = -92^{\circ},5$$

$$V_r = -271^{\circ},8$$

Grandezza dell'eclisse: $g = 0.681$

Nella fig. 1 è riportato il cammino apparente del centro del disco lunare (retta $L_1 L_2$). È stata anche calcolata la curva di luce dell'eclisse ottica (curva a tratto pieno di fig. 2), considerando uguali i diametri apparenti del Sole e

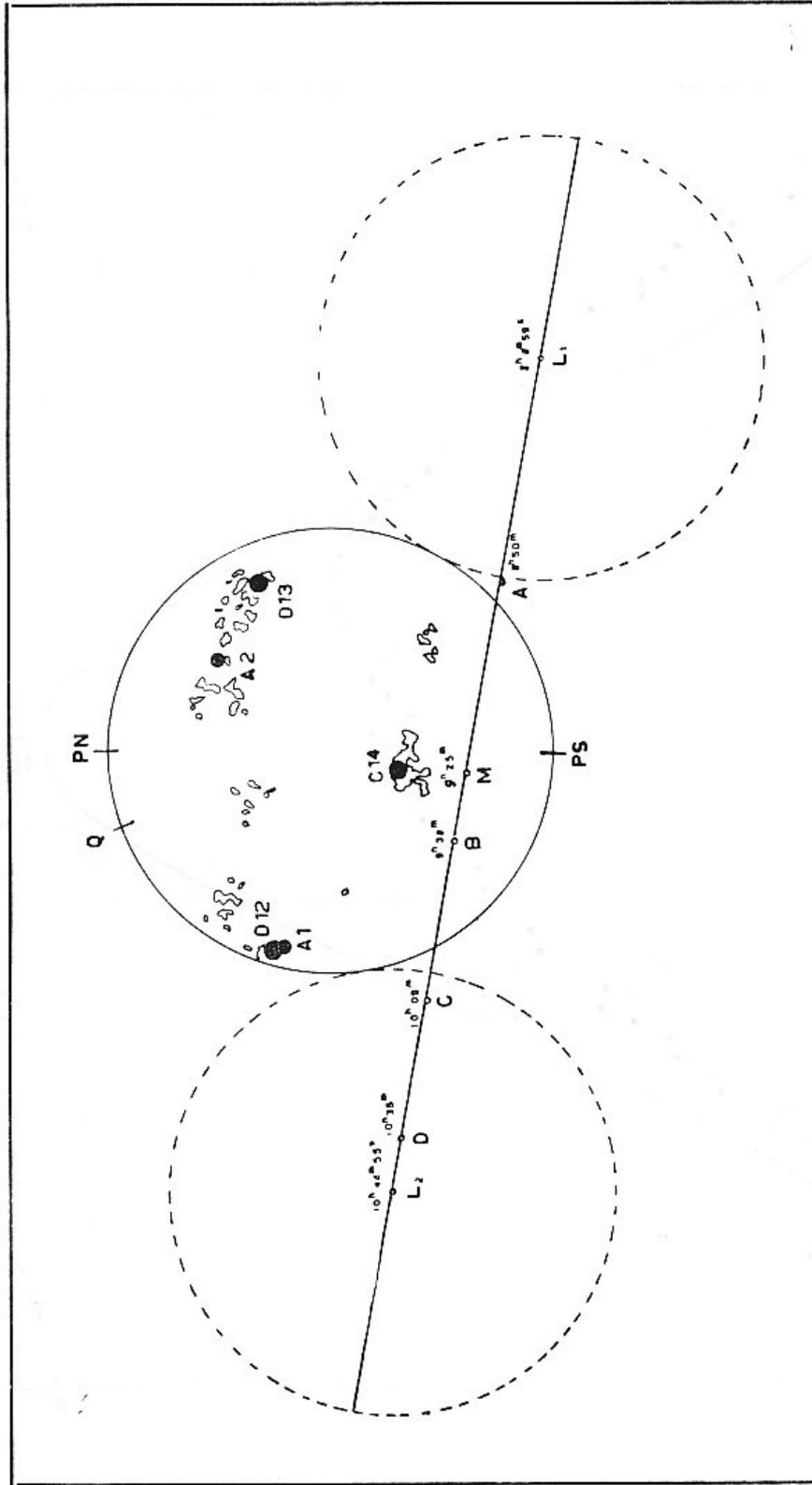


Fig. 1 - Mappa del Sole e rappresentazione geometrica dell'eclisse parziale di Sole del 20 Maggio 1966.

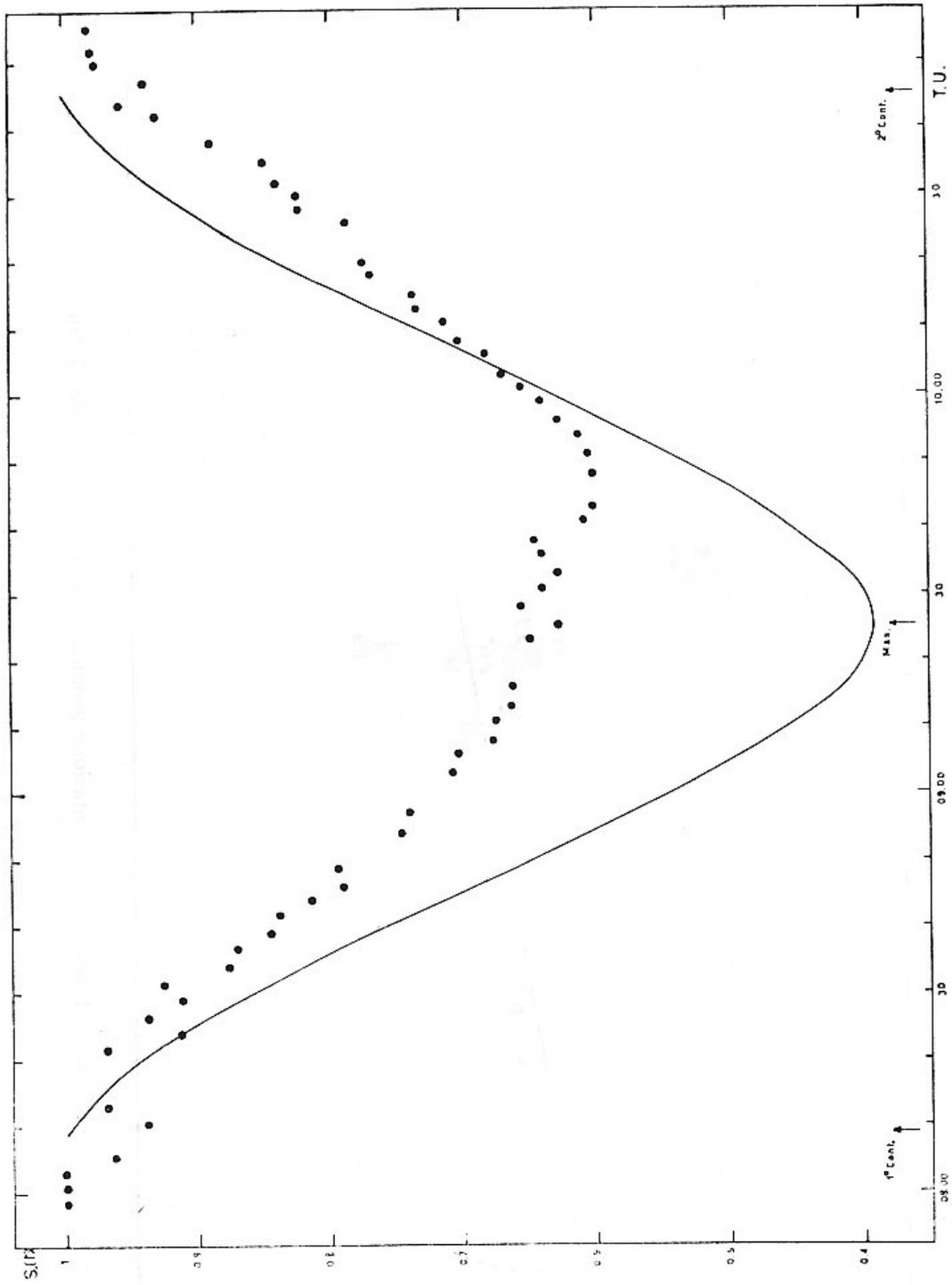


Fig. 2 - Curva osservata (\bullet) e calcolata (continua) della variazione del flusso solare radioelettrico.

della Luna e trascurando l'oscuramento al bordo (*). Una verifica ha permesso di constatare che con queste approssimazioni si commette al massimo, per l'eclisse in questione, un errore inferiore all'1%. Nella stessa figura sono rappresentate sul disco solare le macchie (cerchi pieni) e le zone faculari presenti, riportate dalla mappa del Sole del 20-5-66 del Fraunhofer Institut.

DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO

Le osservazioni sono state eseguite al Radiotelescopio ad antenna con riflettore parabolico del diametro di 10 mt di Medicina ⁽²⁾, sulla frequenza di 327 MHz. Il ricevitore, realizzato all'Osservatorio Astronomico di Bologna è quello normalmente usato per le osservazioni quotidiane del radiosole e le cui prestazioni, per quanto riguarda la stabilità di guadagno, sono state migliorate per le osservazioni dell'eclisse, alimentando gli anodi dei tubi con tensione stabilizzata a 10^{-4} ed i filamenti con tensione continua stabilizzata a 3×10^{-4} . Inoltre, il ricevitore è tenuto in ambiente termostato a $\pm 1^\circ$. Esso è del tipo supereterodina con amplificatore a R.F. costituito da due stadi E88C griglia a massa ed amplificatore di F.I. (31 MHz) con $4 \times E 180 F$ con uno stadio finale E81L. Il convertitore è realizzato con un triodo E88C e l'oscillatore locale, quarzato, della potenza di 2 watt, utilizza la QQE02/5 come tubo finale di potenza. La calibrazione del ricevitore, che viene effettuata automaticamente ogni ora o anche manualmente è data da un diodo saturato K81A.

In sintesi, le caratteristiche del ricevitore sono le seguenti:

Frequenza centrale:	$f = 327 \text{ MHz}$
Banda passante a 3 dB:	$B = 2 \text{ MHz}$
Guadagno in tensione:	$G = 115 \text{ dB}$
Sensibilità massima:	$\sigma = 0.2 \text{ }^\circ\text{K/mm}$
Cifra di rumore:	$N = 5.6 \text{ dB } (T_N = 750 \text{ }^\circ\text{K})$
Tempo di integrazione:	$\tau = 1.5 \text{ sec.}$

(*) La curva di luce è data da:

$$S(t) = \frac{1}{\pi} \left[2 \arcsen \frac{\Delta(t)}{2} + \text{sen } 2 \arcsen \frac{\Delta(t)}{2} \right]$$

in cui $\Delta(t)$ è la distanza apparente fra i centri dei dischi lunare e solare al tempo t ($t = 0$ al massimo dell'eclisse), in unità di R_\odot .

$$(2) \quad \Delta(t) = \frac{1}{d} \sqrt{(4 - y^2) t^2 + y^2 d^2}$$

in cui d è la semidurata dell'eclisse e $y = 2(1 - g)$.

Stimando in circa 2 dB il peggioramento della cifra di rumore a causa delle perdite nel cavo e nel commutatore di antenna, la temperatura globale di rumore del radio-telescopio, comprensiva del rumore cosmico, risulta dell'ordine di 1500 °K. In queste condizioni la sensibilità del radiotelescopio, espressa in temperatura di antenna, risulta:

$$\Delta T_{\min} = \frac{1500}{\sqrt{B \tau}} \simeq 1 \text{ °K}$$

Tale ΔT_{\min} procura una deflessione del pennino del registratore Speedomax, utilizzato per la registrazione dei segnali, di

$$\frac{\Delta T_{\min}}{\sigma} = 5 \text{ mm}$$

ampiamente apprezzabili.

LE OSSERVAZIONI ED I RISULTATI

Nelle osservazioni giornaliere del radiosole, l'antenna effettua una scansione del cielo alla declinazione del Sole, con la frequenza di un passaggio sul disco solare ogni 5^m circa. Per l'eclisse, il tempo di scansione è stato ridotto a circa 3^m, allo scopo di ottenere una risoluzione di 1' sul disco, essendo di 0'.4/min la velocità del moto relativo della Luna rispetto al Sole. Le fasi dell'eclisse hanno potuto essere apprezzate con la precisione di 2 sec, essendo di 0.2 mm/sec la velocità della carta del registratore.

Data la sensibilità del radiotelescopio ed essendo di circa 2000 °K la temperatura d'antenna dovuta al Sole fuori eclisse, la minima variazione osservabile del flusso radioelettrico era dell'1%, corrispondente ad una deflessione di 1 mm del pennino del registratore, quando questo era reso insensibile alle fluttuazioni dovute al rumore globale del radiotelescopio.

Si è realizzata questa condizione facendo lavorare il ricevitore ad 1/30 della sua massima sensibilità.

La Tabella I riassume i risultati delle osservazioni. I flussi radioelettrici residui sono normalizzati a quello del Sole fuori eclisse.

Nella fig. 2 sono riportati i flussi residui osservati in funzione del tempo. La dispersione dei punti durante le prime fasi dell'eclisse è dovuta a disturbi locali.

TABELLA I

Ora T.U.	Flussi residui	Ora T.U.	Flussi residui	Ora T.U.	Flussi residui
7h 58m.4	1.000	9h 05m.6	0.703	10h 5m.6	0.682
8 00 .7	1.000	08 .3	0.678	8 .1	0.703
03 .0	1.006	10 .8	0.676	10 .6	0.713
05 .5	0.963	13 .4	0.664	13 .1	0.733
10 .4	0.939	15 .9	0.662	15 .5	0.737
13 .0	0.969	23 .1	0.649	18 .1	0.768
21 .4	0.969	25 .4	0.629	20 .5	0.774
23 .9	0.912	28 .1	0.656	23 .0	0.786
26 .3	0.939	30 .6	0.641	25 .4	0.798
28 .9	0.912	33 .2	0.629	27 .9	0.821
31 .5	0.925	35 .6	0.641	30 .2	0.823
34 .2	0.876	38 .2	0.646	32 .0	0.839
36 .6	0.870	40 .6	0.609	35 .1	0.849
39 .2	0.845	43 .3	0.601	37 .7	0.888
41 .8	0.839	48 .5	0.601	42 .2	0.929
44 .1	0.815	51 .0	0.605	44 .2	0.957
46 .3	0.790	53 .6	0.613	47 .4	0.939
48 .6	0.796	56 .0	0.629	49 .7	0.975
54 .2	0.747	58 .7	0.641	52 .3	0.978
56 .6	0.741	10 01 .3	0.656	54 .9	0.980
9 02 .8	0.709	3 .1	0.670	59 .1	

Le osservazioni mostrano che l'eclisse radioelettrica è avvenuta secondo le seguenti circostanze:

1° Contatto	a	08h 06m T.U.
Massimo	a	09h 46m T.U.
2° Contatto	a	10h 54m T.U.
Flusso radio residuo		60%

Per istanti dei contatti si sono presi quelli nei quali il flusso radioelettrico è inferiore allo 0,5% di quello del Sole fuori eclisse.

La curva osservata è caratterizzata dal minimo meno profondo di quello calcolato e da una marcata asimmetria, con l'istante del minimo della radioemissione circa 21^m dopo quello calcolato. Ciò indica chiaramente una distribuzione di brillantezza non uniforme sul disco solare, con un massimo verso il bordo orientale. Allo scopo allora di localizzare eventuali centri di attività radio associati alle macchie, sono stati determinati gli istanti di occultazione dei gruppi di macchie presenti. I punti A,B,C,D, di fig. 1 indicano la posizione del centro del disco lunare e gli istanti rispettivamente dell'occultazione dei gruppi di macchie C14 e D12 e della riapparizione degli stessi gruppi. Si ha che mentre l'occultazione di C14 non porta ad alterazioni apprezzabili

della curva d'eclisse, l'occultazione della D12 invece precede di circa 5^m l'inizio della fase di massimo. Questa circostanza, unitamente alla asimmetria riscontrata nella curva d'eclisse, suggerisce l'esistenza di un centro di attività radioelettrica associato al gruppo di macchie D12, mentre nessun centro di radioemissione sembra associato a C14. Come è ben noto non sempre ad un gruppo di macchie corrisponde un centro radioelettrico. L'altezza sulla fotosfera del centro di attività di D12, calcolata a partire dallo spiazzamento rispetto al gruppo di macchie associato, risulta dell'ordine di 200.000 km. Questo risultato è in buon accordo con le misure di Christiansen e collaboratori⁽³⁾ a 88 cm, effettuate in occasione di una collaborazione internazionale per lo studio dei centri responsabili della componente solare lenta.

Per quanto riguarda l'estensione del radio-sole all'epoca dell'eclisse, è chiaro che non avrebbe senso una valutazione di questa a partire dalla profondità del minimo osservato, stante la non uniforme distribuzione di brillantezza osservata. Si è preferito perciò ricavare il raggio del sole radio-elettrico nel punto del secondo contatto, (trascurando il primo contatto per l'imprecisione delle misure in questa fase) calcolando la distanza tra i centri della Luna e del Sole mediante la (2). Per il raggio in questione risulta il valore $1,2 R_{\odot}$.

Ringrazio il Prof. G. Mannino per i suoi consigli e il Sig. G. S. Cavallo per l'accurata messa a punto e manutenzione degli strumenti e per l'aiuto fornito durante le osservazioni.

BIBLIOGRAFIA

- (1) American Ephemeris (1966).
- (2) R. CINTI LUCIANI, G. MANNINO, G. SETTI - *Il nuovo radiotelescopio ad antenna parabolica della Stazione di Medicina* - Pubblicazioni dell'Osservatorio astronomico di Bologna, VIII, 13, (1963).
- (3) CHRISTIANSEN e collaboratori - *Annales d'Astrophysique*, 25, 75, (1960).