

# Osservazioni di radio emissioni del pianeta Giove durante gli impatti dei frammenti della cometa Shoemaker-Levy 9

Daniele Riffaldi - Ingegnere specialista in telecomunicazioni

Luigi Ferioli - Gruppo Astrofili G.e A. Bernasconi Saronno (VA)

Luigi Bertazzo - Gruppo "Antares Astronomia e Natura" Legnano (MI)

Relazione presentata al XXVII Congresso U.A.I., Milano 9 - 11 settembre 1994

**Abstract.** The authors observed Jupiter with a home-made radio-telescope during the impacts of the fragments of Shoemaker-Levy 9 comet. They received radio waves in the range 1685-1720 MHz, attributable to the OH molecules formed by the dissociation of water molecules during four impacts.

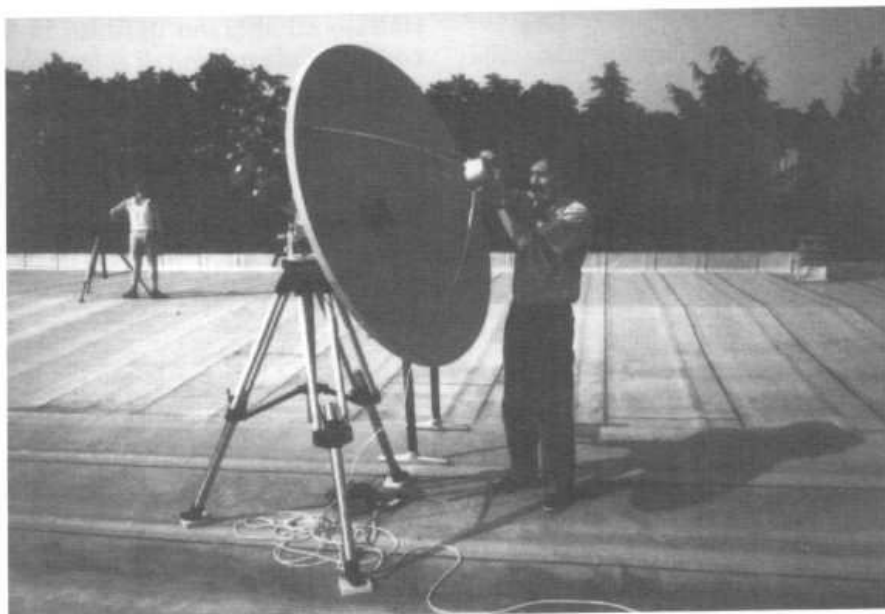


Fig. 1

## Scopo dell'esperimento

L'ipotesi presa in considerazione è che, verosimilmente, le comete contengono ghiaccio d'acqua. Al momento dell'impatto l'acqua si dissocia producendo l'ossidrile OH che emette radioonde alla frequenza caratteristica di 1667 (MHz). Si è quindi supposto che l'emissione potesse essere di intensità tale da essere rilevata anche con strumentazione non appositamente progettata.

## Il luogo di osservazione

L'esperimento è stato condotto all'osservatorio astronomico "Città di Legnano" gestito dal gruppo ANTARES "Astronomia e Natura". Le coordinate geografiche del sito sono: longitudine 8° 55' 35"; latitudine 46° 36' 30". L'osservatorio è annesso alla

scuola media statale "Franco Tosi" ed è posizionato sopra ad un ampio terrazzo sul quale è stato installato il sistema di osservazione (fig. 1). Il sito è risultato idoneo, permettendo di seguire Giove fino a qualche grado sopra l'orizzonte prima del tramonto.

## Apparecchiature e specifiche tecniche

Il sistema di osservazione era costituito dalle seguenti parti (fig. 2): antenna; illuminatore primario per la banda 1-2 GHz; amplificatore a basso rumore; strumento di misura del segnale; alimentatore; dispositivo di puntamento e inseguimento del pianeta

**Antenna.** Costituita da un paraboloide in alluminio del diametro  $D = 1.5$  metri avente le seguenti specifiche:

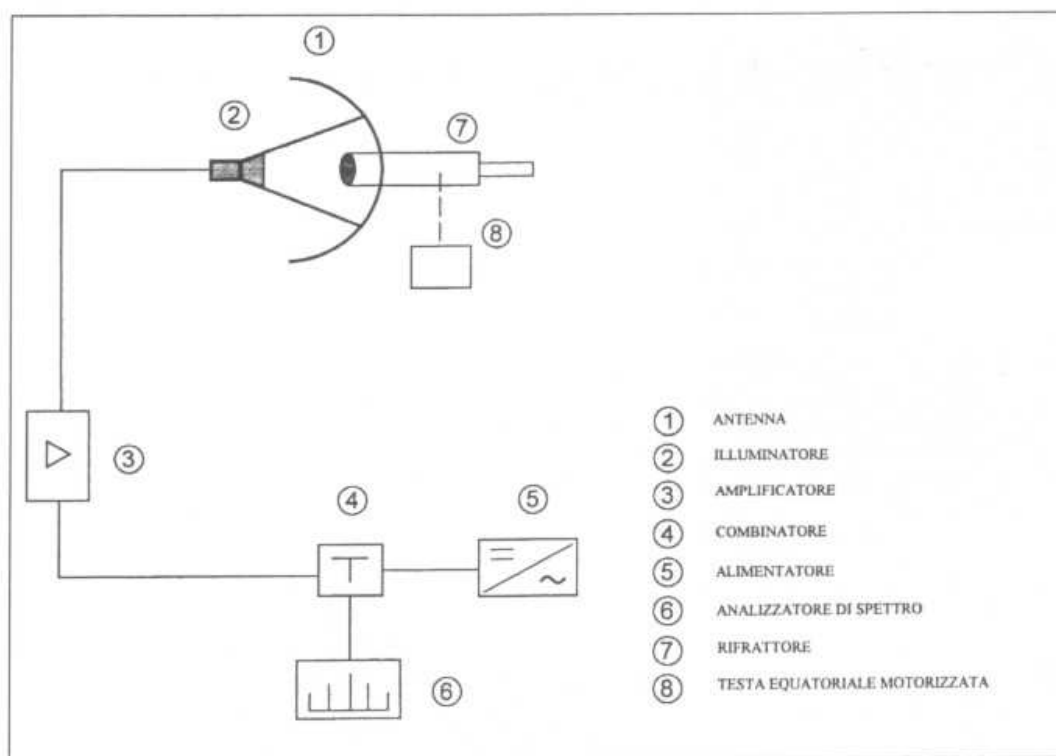


Fig. 2

$F/D = 0.41$ ;  $F = 0.615$  m;

Guadagno ( $G$ ) = 25.8 decibel (dB) alla frequenza di 1667 MHz;

Ampiezza del lobo di ricezione: 8° a 3 dB; 4° a 1 dB;

temperatura del rumore dell'antenna: 50 K a 25° di elevazione.

**Illuminatore primario.** Dipolo alimentato alla frequenza di osservazione. Lunghezza  $L \cong 45$  mm, costruito in lega di ottone, del diametro di 5 mm.

**Amplificatore.** Installato immediatamente all'uscita del dipolo con guadagno  $G = 28$  dB e cifra di rumore 2.8 dB.

**Strumento di misura.** Analizzatore di spettro tipo HP costituito da cassetto radiofrequenza (RF) HP 8555A, cassetto frequenza intermedia (IF) HP 8552B, display HP 140T.

**Alimentatore stabilizzato.** Ha lo scopo di fornire la corrente continua stabilizzata necessaria al funzionamento dell'amplificatore. Tensione 13.5 V; Corrente 1 A. L'alimentazione è stata accoppiata sul cavo coassiale mediante un inseguitore.

**Dispositivo di puntamento e inseguimento.** Coassiale con la parabola, e in corrispondenza del vertice della stessa, è stato collocato un cannocchiale rifrattore del diametro di 100 mm e di focale 600 mm con oculare e relativo reticolo. La posizione del cannocchiale di guida è stata scelta in modo da evitare ostruzioni al segnale radio. La cavità contenente il dipolo, situato nel fuoco del paraboloide, è stata opportunamente forata per evitare l'ostruzione dello

strumento ottico in modo da permettere il puntamento su Giove. Il sistema garantiva l'esatto allineamento tra l'asse ottico del cannocchiale e quello elettromagnetico dell'antenna. La cavità veniva opportunamente chiusa durante le misure. L'ottimizzazione del segnale veniva eseguita durante i rilevamenti col metodo radioelettrico. L'inseguimento del pianeta era garantito da una robusta montatura equatoriale dotata di un motore passo-passo controllato al quarzo, sulla quale è stata installata l'antenna ed i dispositivi a essa collegati.

#### Diario delle prove effettuate

1) Sabato 16 luglio 1994, evento A = 21. Cielo sereno. Tempo d'impatto previsto: 20:55 TU.

Segnale rilevato:  $f = 1720$  MHz

Inizio: circa poco dopo le ore 20 TU; fine: ore 21:29 TU.

2) Lunedì 18 luglio 1994, evento H = 14. Cielo sereno. Tempo d'impatto previsto: 19:55 TU.

Segnale rilevato:  $f = 1685$  MHz

Inizio non rilevato; fine non rilevata.

3) Mercoledì 20 luglio 1994, eventi Q1, Q2 = 7b, 7a. Cielo parzialmente nuvoloso. Tempi di impatto previsto: 19:52; 20:19 TU.

Segnale rilevato:  $f = 1690$  MHz

Tempo del rilevamento: 20 TU (fig. 3)

I tempi previsti degli eventi sopraindicati sono in TU e tengono conto dell'intervallo di tempo che la luce impiega a percorrere la distanza Giove-Terra.



Fig. 3

### Analisi preliminare dei risultati

La valutazione dei risultati ottenuti è stata eseguita con un metodo di analisi usato nei sistemi di telecomunicazione per l'analisi della propagazione dei segnali nell'etere. Tale metodo prevede lo sviluppo del calcolo basato sulla misura del rapporto fra il segnale ricevuto ( $C$ ) e il rumore del sistema di ricezione ( $N$ ) in una banda ( $B$ ) prefissata dallo strumento.

Si è potuto verificare che il segnale ricevuto proveniva sicuramente dalla direzione di puntamento, cioè dal pianeta Giove, con una tolleranza migliore di  $\pm 0.75^\circ$ . Gli spostamenti dell'antenna al di fuori del valore sopra indicato hanno sempre condotto alla drastica riduzione del segnale ricevuto. Si è anche rilevato che il segnale diminuiva di intensità nel tempo successivo all'evento. Le differenze fra i valori delle frequenze rilevate durante eventi diversi possono essere imputate alle seguenti cause:

- insufficiente stabilizzazione termica dello strumento utilizzato immediatamente dopo l'accensione la sera del 16 luglio e dopo circa 1/2 ora la sera del 18. Mediamente il tempo di stabilizzazione termica di questo tipo di strumentazione è di 2 ore circa;
- errore ottico di lettura della frequenza sulla scala "a segmenti" dello strumento.

Dalle formule relative al contenuto di informazione associate alla trasmissione di un segnale elettromagnetico si possono ricavare i valori relativi alla potenza trasmessa e al flusso irradiato da una radiosorgente:

$$\left[ \frac{C}{N_o} \right]_{\text{dB}} = \left[ \frac{C}{N} \right]_{\text{dB}} + B \quad (1)$$

dove  $C/N$  è la quantità misurata, ovvero il rapporto segnale/rumore.

$$\Phi = \frac{C}{N_o} + \frac{4\pi}{\lambda^2} - G + T_s + k \left( \frac{\text{dB} \cdot \text{W}}{\text{m}^2} \right) \quad (2)$$

dove:

$\phi$  = Flusso irradiato

$C$  = Intensità del segnale ricevuto

$N_o$  = Densità di potenza di rumore del sistema di ricezione

$\lambda$  = Lunghezza d'onda del segnale ricevuto (0.178 m a 1685 MHz)

$G$  = Guadagno dell'antenna alla frequenza osservata (25.8 dB)

$B$  = Lunghezza della banda di misura 1 KHz = 30 dB

$k$  = Costante di Boltzman (-228.6 dB);  $1.3803 \cdot 10^{-23}$  J/K

$4\pi / \lambda^2$  = Fattore correttivo (25.98 dB) nel calcolo in prima approssimazione.

Il termine  $T_s$  è definito dalla relazione:

$$T_s = T_A + (F - 1) T_o + \dots = 197 \text{ K} \quad (3)$$

dove:

$T_s$  = Temperatura totale del sistema = 24.7 dB

$T_A$  = Temperatura d'antenna (50 K)

$F$  = Cifra di rumore dell'amplificatore 0.8 dB (247 K)

$T_o$  = Temperatura di riferimento ossia 273 K

Inserendo nelle formule (1) e (2) i valori ottenuti si ha:

$$C / N_o = 30.5 \text{ dB}$$

$$\Phi = -173.2 \text{ dB W / m}^2$$

$$\Phi = 4.76 \cdot 10^{-18} \text{ W / m}^2$$

### Conclusioni

I segnali radio osservati durante l'esperimento provenivano effettivamente dalla direzione di Giove. Sarebbe molto interessante, a nostro avviso cercare l'eventuale relazione tra gli impatti dei diversi frammenti della cometa Shoemaker-Levy e le emissioni rilevate. L'interpretazione scientifica dei fenomeni osservati è al di fuori delle possibilità degli scriventi ma si è dimostrato che la ricezioni di segnali collegati a eventi astronomicamente significativi è fattibile anche da parte di astrofili dotati di strumentazione facilmente reperibile.