

LMV 109 : SOLUZIONE DELLA CURVA DI LUCE  
E DETERMINAZIONE DEGLI ELEMENTI ORBITALI

A) Introduzione

LMV 109 e' una variabile ad eclisse situata nella Grande Nube di Magellanic nell'emisfero australe.

Essa fu osservata fotograficamente da S. GAPOSHKIN durante un suo studio riguardante le stelle variabili presenti nelle due Nubi.

Le caratteristiche fotometriche della stella in esame sono le seguenti, ricavate dalla curva di luce osservata da GAPOSCHKIN (Gaposchkin, 1979).

Max. = 15.65 mpg                    tipo : EA  
Min. 1 = 17.22 mpg  
Min. 2 = 15.85 mpg

L'effemeride relativa al minimo primario eliocentrico e' la seguente:

$$\text{Min.1} = \text{JDe } 2424053.913 + 8.486389 * E$$

ottenuta sulla base di 7 minimi primari osservati fotograficamente i quali coprono un intervallo di 13782 giorni equivalenti a poco meno di 38 anni. Il tipo spettrale di questa stella non e' ancora stato determinato e nemmeno esiste per essa alcuna orbita fotometrica, nemmeno preliminare.

Lo scopo del presente lavoro sara' quindi quello di ottenere la prima serie di elementi orbitali fotometrici sulla base delle osservazioni fotografiche esistenti.

B) Osservazioni

Le osservazioni disponibili sono, nel caso di LMV109, rappresentate da una serie di 28 punti normali ricavati da 521 lastre fotografiche e listati in (Gaposchkin, 1977).

Le notizie intorno al materiale fotografico impiegato, alla strumentazione e alle tecniche di riduzione impiegate consentono di fissare con sufficiente approssimazione la lunghezza d'onda di osservazione intorno a 4250 Å. L'incertezza sulla magnitudine di ciascun punto normale e' stata stimata essere di circa 0.02 mag.

La fig.1 riporta il diagramma dei punti normali disponibili e usati al fine di ottenere la soluzione della curva di luce.

C) Soluzione della curva di luce

In fase di soluzione della curva di luce formata dai 28 punti normali mostrati graficamente nella fig.1 e' stato impiegato il programma E.V.L.C.S. nella sua piu' recente versione (lev.#16, febbraio 1986) il quale permette di determinare gli elementi orbitali fotometrici sulla base di un processo di ottimizzazione ibrida semivincolata dei parametri liberi minimizzando una funzione obiettivo definita nel seguente modo:

$$S(W) = \sum_{i=1}^{i=n} \{ l(\text{obs}) - l(\text{calc}) \}^2$$

calcolata usando tutti i punti normali presenti nel minimo analizzato. Il programma permette di determinare oltre agli elementi del vettore soluzione W e quelli del vettore E delle loro barre d'errore anche la ipotesi (transito/occultazione) che ricorre.

In piu' viene fornito in output anche un parametro che da' informazioni in merito alla consistenza interna della soluzione individuata.

La tabella dei punti normali riportata da Gaposchkin risultava fasata arbitrariamente e non in accordo con la effemeride relativa al minimo principale precedentemente indicata.

In virtu' di questo fatto e della insufficiente precisione con cui erano note le profondita' dei due minimi, sono stati inclusi come parametri liberi da ottimizzare anche il phase-shift del min.1 ( $\Delta\psi_0$ ) e le luminosita'  $l_0(\text{occ})$  e  $l_0(\text{tr})$  raggiunte nelle fasi massime dei due minimi. La soluzione, ottenuta mediante un C128 si e' rivelata stabile e dotata di considerevole consistenza interna.

La convergenza e' stata raggiunta per il caso di una occultazione al minimo principale, mentre i valori ottimali determinati per gli elementi orbitali sono riportati nella tabella I.

La curva di luce analizzata mostrava apprezzabili effetti di prossimita' per cui si e' rivelato necessario eseguire il consueto filtraggio al fine di rimuoverne gli effetti sulle osservazioni.

Il programma E.V.L.C.S. permette di eseguire cio' in maniera completamente automatizzata prima della analisi orbitale vera e propria.

In tal caso come parametri liberi addizionali sono stati necessariamente inclusi anche la magnitudine al massimo  $m_0$  e i coefficienti  $c(j)$  ( $j=1...4$ ) i quali specificano la entita' degli effetti di prossimita' (ellitticita', riflessione, ecc...) sulla curva di luce e che ne permettono la rimozione.

25 JUN 1986

-----  
 Tab.I : Elementi orbitali fotometrici ottimali  
 -----

$\lambda = 4250 \text{ \AA}$	Min.1 = Occultazione
u1 = .40 (assunto)	J2/J1 = .09 $\pm$ .03
u2 = .60 (assunto)	I2/I1 = .10 $\pm$ .03
r1 = .130 $\pm$ .009	T2/T1 = .56 $\pm$ .04
r2 = .313 $\pm$ .022	lo(oc.) = .35 $\pm$ .04
i = 79.3 $\pm$ 1.8	lo(tr.) = .94 $\pm$ .04
L1 = .65 $\pm$ .04	mo = 15.67 $\pm$ .02
L2 = .35 $\pm$ .04	$\Delta\varphi_0 = .386 \pm .002$

-----  
 sigma(1) = .0116 (sul singolo punto normale)  
 -----

La curva di luce teorica plottata tra i punti normali e' mostrata sotto forma di tratto continuo nella figura 1.  
 L'accordo si rivela ottimo sintomo, questo, di affidabilita' della soluzione ottenuta.

#### D) Discussione

-----

La figura 1 che riporta la curva di luce teorica plottata tra i punti normali utilizzati per la presente analisi mostra che l'accordo e' ottimo eccezion fatta per i punti appena appartenenti alla branca discendente del minimo secondario.

Tale discrepanza non ha trovato una immediata spiegazione in fase di analisi, ma si suppone, considerato l'ottimo accordo che sussiste tra le osservazioni e la curva di luce sintetica su tutto il resto del ciclo orbitale, che la deviazione riscontrata sia da imputare a qualche fenomeno proprio del sistema binario in esame piuttosto che agli errori insiti nelle osservazioni stesse.

Cio' e' solo una ipotesi in quanto le osservazioni sono troppo limitate sia in numero che in qualita' per poter dare qualche indicazione definitiva sulla natura della discrepanza registrata.

Per quanto riguarda la morfologia che dovrebbe caratterizzare il sistema binario LMV109 si puo' affermare che con grande probabilita' abbiamo a che fare con un sistema di tipo Algol classico la cui componente piu' fredda, e piu' evoluta, riempie (o e' prossima al riempimento) il suo lobo di Roche mentre la sua compagna rimane ancora ben lontana dalla sua superficie equipotenziale critica.

Non possedendo pero' alcuna notizia sul tipo spettrale non e' per il momento possibile avere notizie piu' precise sulla struttura e/o sullo stadio evolutivo che compete a questa stella.

Volendo operare una stima del rapporto di massa che LMV109 potrebbe possedere facendo l'ipotesi di lavoro che la stella piu' evoluta riempia esattamente la sua superficie equipotenziale critica, si troverebbe un valore di  $q=(m2/m1)$  pari a 0.46.

Tale valore per il rapporto di massa risulta in ottimo accordo con i valori tipici per sistemi binari di tipo Algol classico.

#### E) Conclusione

-----

Nel presente lavoro e' stata ottenuta la prima soluzione fotometrica della curva di luce di LMV109 una variabile ad eclisse situata nella Grande Nube di Magellano al fine di costruire un primo modello, seppur approssimativo, di questo interessante sistema binario.

Lo scopo finale e' la analisi di tutte le curve di luce delle variabili ad eclisse presenti nelle due Nubi al fine di eseguire delle statistiche sui parametri orbitali tipici di questi sistemi extragalattici.

La elaborazione dei dati e' stata eseguita per mezzo dell'ormai noto e collaudato programma E.V.L.C.S. (Gaspani 1984,1985) nella sua forma piu' perfezionata (livello #16) il quale ottiene la soluzione per mezzo di alcuni algoritmi di Programmazione Non Lineare tipici della Ricerca Operativa. Tale programma si e' rivelato fino ad oggi estremamente flessibile, veloce e affidabile.

L'analisi della curva di luce di altri sistemi binari con orbita sconosciuta sara' l'argomento dei successivi lavori.

A.Gaspani

#### F) Bibliografia

-----

- Gaposchkin S. : 1979, SAO Special Report No 380.  
 Gaspani A. : 1984, R.I. Oss. Astr. Brera-Merate No 10/84.  
 Gaspani A. : 1985, R.I. Oss. Astr. Brera-Merate No 2/85.

26 NOV. 1955

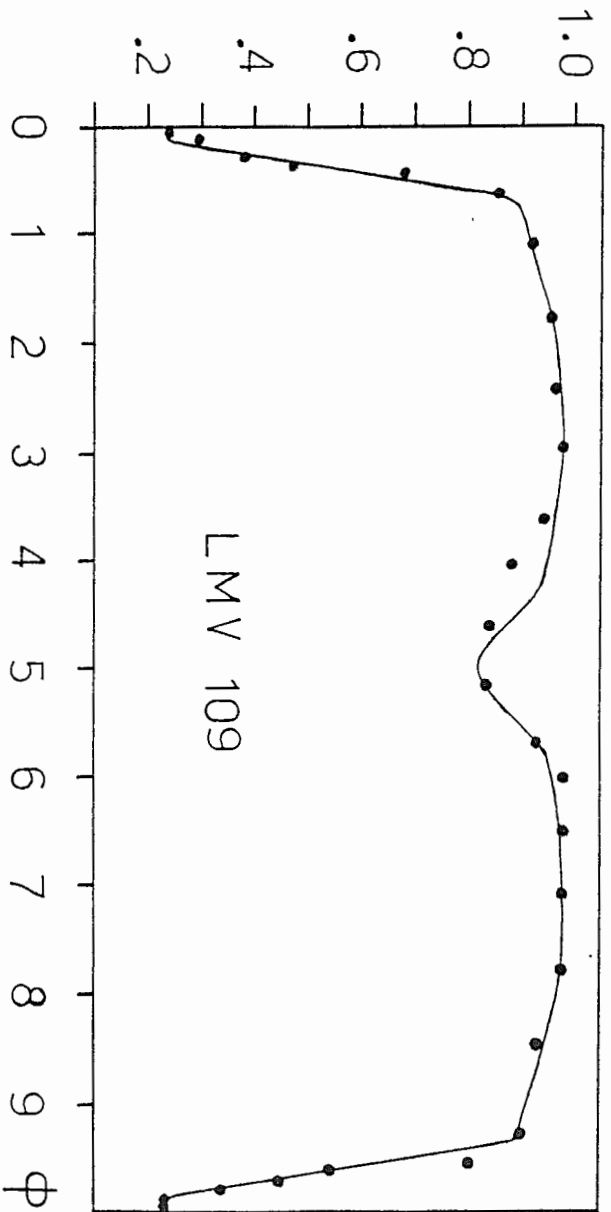


Fig.1 : Courbe de Luce theorica plottata tra i punti normali.

