

1) Introduzione

HN Lac (VV303) è stata scoperta durante un survey fotografico da parte di Miller e Wachmann (MW)(1971) effettuato con l'intento di identificare nuove stelle variabili nella via lattea.

Le sue caratteristiche fotometriche riportate da MW sono:

AR(1900) = 21^h 59^m 32^s.96 DB(1900) = +51° 51' 28".4
 Max. = 14.32
 tipo: EB Min. 1 = 14.90
 Min. 2 = 14.74

L'effemeride relativa al minimo primario è la seguente:

Min. 1 = JD0 2434413.224 + 1^d.409891 * E
 ±4 ±6

Ottenuta in base a 5 minimi osservati i quali coprono un intervallo di tempo di circa 1668 cicli vale a dire circa 6.5 anni. Le barre d'errore allegate alla effemeride sono state ottenute durante la presente analisi. A causa della ridotta luminosità nessuna indicazione del tipo spettrale è nota. Lo scopo del presente lavoro sarà quello di analizzare le osservazioni al fine di ottenere la prima serie di elementi orbitali fotometrici.

2) Osservazioni

La curva di luce disponibile è rappresentata da una serie di 26 punti normali formati da 374 osservazioni individuali. Il materiale fotografico impiegato e le tecniche usate permettono di assumere una lunghezza d'onda standard di osservazione equivalente a 4250 Å. Nella figura 1 è riportata la curva di luce di HN Lac. La figura 1 mostra che la stella in esame è caratterizzata da un notevole effetto O'Connell, questo fatto, come è stato dimostrato da Milone e Hrivnak (1981), non influenza in maniera determinante i parametri orbitali che si ottengono dalla analisi.

3) Soluzione della curva di luce

Le osservazioni mostrano che HN Lac è un sistema binario formato da due stelle distorte infatti gli effetti di prossimità sono di consistente entità. La soluzione di curve di luce di questo tipo può essere eseguita con varie tecniche, nel presente caso è stata scelta l'analisi nel dominio delle frequenze mediante tecniche di Fourier in base alla teoria sviluppata da Kopal e collaboratori (Kopal 1979).

I parametri di partenza sono i momenti A_{2m} così definiti:

$$\bar{A}_{2m} = \int_0^{\theta_c} (1-1)d(\sin^{2m} \theta) \quad m=0,1,2,3,\dots \quad (1)$$

dove θ_c è l'angolo di fase a cui termina l'eclisse. Nel presente caso, in cui la curva di luce mostra una variazione continua, il valore corretto di θ_c non è stimabile allora in alternativa alla (1) vengono usati i momenti A_{2m} definiti nel seguente modo:

$$A_{2m} = \int_0^{\pi/2} [1(\pi/2) - 1(\theta)] d(\sin^{2m} \theta) \quad (2)$$

m = 0,1,2,3,...

e determinati direttamente dalle osservazioni mediante un processo di integrazione numerica oppure mediante integrazione analitica della trasformata di Fourier della curva di luce. I momenti A_{2m} sono composti da tre parti:

$$A_{2m} = \bar{A}_{2m} + A_{2m}(\text{prox.}) + \beta_{2m} \quad (3)$$

dove \bar{A}_{2m} sono dati dalla (1) e β_{2m} sono le perturbazioni fotometriche. Il termine A_{2m}(prox) rappresenta il contributo degli effetti di prossimità agli integrali definiti dalla (2). Gli A_{2m}(prox) sono determinabili dalle osservazioni fuori eclisse e sono rappresentati dalla:

$$A_{2m}(\text{prox}) = -m \sum_{j=1}^{j=4} B(m, j/2+1) c_j \quad (4)$$

m = 0,1,2,3,...

dove B(m, j/2+1) è una funzione Beta ordinaria e i c_j sono i coeff. della serie:

$$1(\pi/2) - 1(\theta) = - \sum_{j=1}^{j=4} c_j \cos^j \theta \quad (5)$$

fittata sulla curva di luce fuori eclisse. Nel presente caso i coeff. c_j richiesti sono stati ottenuti mediante il metodo dei minimi quadrati. La tabella I riporta i loro valori. Noti i coeff. c_j la (4) permette la valutazione degli A_{2m}(prox) e la (3) la determinazione degli A_{2m} necessari alla soluzione ponendo inizialmente:

$$\beta_{2m} = 0$$

La tabella II riporta i valori degli A_{2m} ottenuti per integrazione numerica della curva di luce, degli A_{2m}(prox) e degli \bar{A}_{2m} ottenuti dal calcolo nel caso di entrambi i minimi unitamente alle loro barre d'errore ottenute con il metodo di Demircan (1977).

6 MAR 1985

Gli elementi orbitali fotometrici sono stati ottenuti in base alla simultanea soluzione dei due minimi combinando gli \bar{A}_{2m} determinati per entrambe le eclissi.

Il metodo scelto è stato quello messo a punto da BUDDING (1977) sfruttando le equazioni ottenute da S.H. SMITH (1976).

L'applicazione del metodo ha mostrato che il minimo primario di HN Lac è dovuto ad un transito e la convergenza viene ottenuta per gli elementi orbitali riportati in tabella III.

Le barre d'errore indicate sono state ottenute facendo girare il programma più volte in base ai momenti \bar{A}_{2m} maggiorati e diminuiti delle loro barre d'errore in quanto una teoria degli errori rigorosa non è ancora disponibile nel caso del metodo usato.

A causa della mancanza di un valore spettroscopico per il rapporto di massa si è preferito trascurare le perturbazioni fotometriche \bar{B}_{2m} . In ogni caso il loro ridotto valore non avrebbe alterato consistentemente la soluzione ottenuta.

Tutta l'elaborazione dei dati è stata effettuata, come di consueto, mediante un microcomputer COMMODORE C64 in base ad opportuni programmi. Il tempo complessivo richiesto per la completa analisi orbitale è stato inferiore alla mezzora dimostrando ancora una volta la grande versatilità della analisi nel dominio delle frequenze nel caso di curve di luce dovute a sistemi distorti come quello del presente caso.

4) Discussione

In base agli elementi orbitali ottenuti è possibile fare un quadro approssimativo della situazione in cui HN Lac si trova.

Mancando il valore del rapporto di massa spettroscopico, non si può affermare qualcosa di definitivo al riguardo della configurazione di HN Lac.

In ogni caso sembra probabile che il sistema sia di tipo staccato con nessuna delle due componenti che raggiunge la sua superficie equipotenziale critica anche se entrambe le sono prossime.

Desiderando avere una stima del rapporto fra le masse si può fare la ragionevole ipotesi che le due stelle occupino due superfici equipotenziali caratterizzate da valori del potenziale gravitazionale poco differenti fra di loro.

Questo condurrebbe ad un valore di $m_s/m \cong 0.45$ e ad un parametro di fill out : $F \cong 0.95$ che risultano consistenti con la curva di luce osservata.

Come indicato in precedenza il consistente effetto O'Connell registrato non ha portato complicazioni nella analisi.

In ogni caso non è sicuro se questo effetto sia genuino oppure sia solo dovuto agli errori di osservazione, però quest'ultima possibilità appare poco probabile e quindi l'assimmetria tra i due massimi pare sia realmente presente nella curva di luce di HN Lac.

5) Conclusione

Nel presente lavoro è stata ottenuta una prima serie di elementi orbitali del sistema binario HN Lac.

I risultati ottenuti hanno mostrato che tale stella dovrebbe appartenere al tipo EB.

Le due componenti non raggiungono la superficie equipotenziale critica conferendo al sistema una tipologia "detached".

L'analisi della curva di luce di altri sistemi sottostudiati sarà l'oggetto dei successivi lavori.

A. Gaspani

Tab. I : coeff. c_j

$$\begin{aligned} c_1 &= -6.1581152 \cdot 10^{-3} & c_3 &= 6.69802028 \cdot 10^{-3} \\ c_2 &= -.0688510893 & c_4 &= -.0379710064 \\ 1(\pi/2) &= .972630819 \end{aligned}$$

Tab. II : momenti A_{2m}

| min. 1 | | min. 2 | |
|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| A_0 | = .4000 | A_0 | = .3150 |
| A_2 | = .07252 | A_2 | = .06065 |
| A_4 | = .03613 | A_4 | = .03164 |
| A_0 (prox) | = .13365 | A_0 (prox) | = .13473 |
| A_2 (prox) | = .04851 | A_2 (prox) | = .04566 |
| A_4 (prox) | = .03103 | A_4 (prox) | = .02753 |
| \bar{A}_0 | = .266 ± .005 | \bar{A}_0 | = .180 ± .006 |
| \bar{A}_2 | = .024 ± .002 | \bar{A}_2 | = .015 ± .002 |
| \bar{A}_4 | = .0051 ± .0006 | \bar{A}_4 | = .0041 ± .0008 |

Tab. III : elem. Orbitali

$$\begin{aligned} \lambda_{eq} &= 4250 \text{ \AA} & \text{Min. 1} &= \text{transito} \\ r_g &= .416 \pm .017 & L_g &= .820 \pm .006 \\ r_s &= .273 \pm .005 & L_s &= .180 \pm .006 \\ |i| &= 71^\circ.7 \pm 0^\circ.5 & u_g &= .50 \text{ (assunto)} \\ & & u_s &= .50 \text{ (assunto)} \end{aligned}$$

6) Bibliografia

- Budding E. : 1977, Astr. Sp. Sci. 46, 407.
 Demircan O : 1977, Astr. Sp. Sci. 47, 459.
 Kopal Z. : 1979, "Language of the stars", D. Reidel Pubbl.
 Miller W.J. : 1971, Ric. Astr. 8, 211.
 Milone E.F. : 1981, A.J. 86, 1546.
 Smith S.H. : 1976, Astr. Sp. Sci. 40, 315.

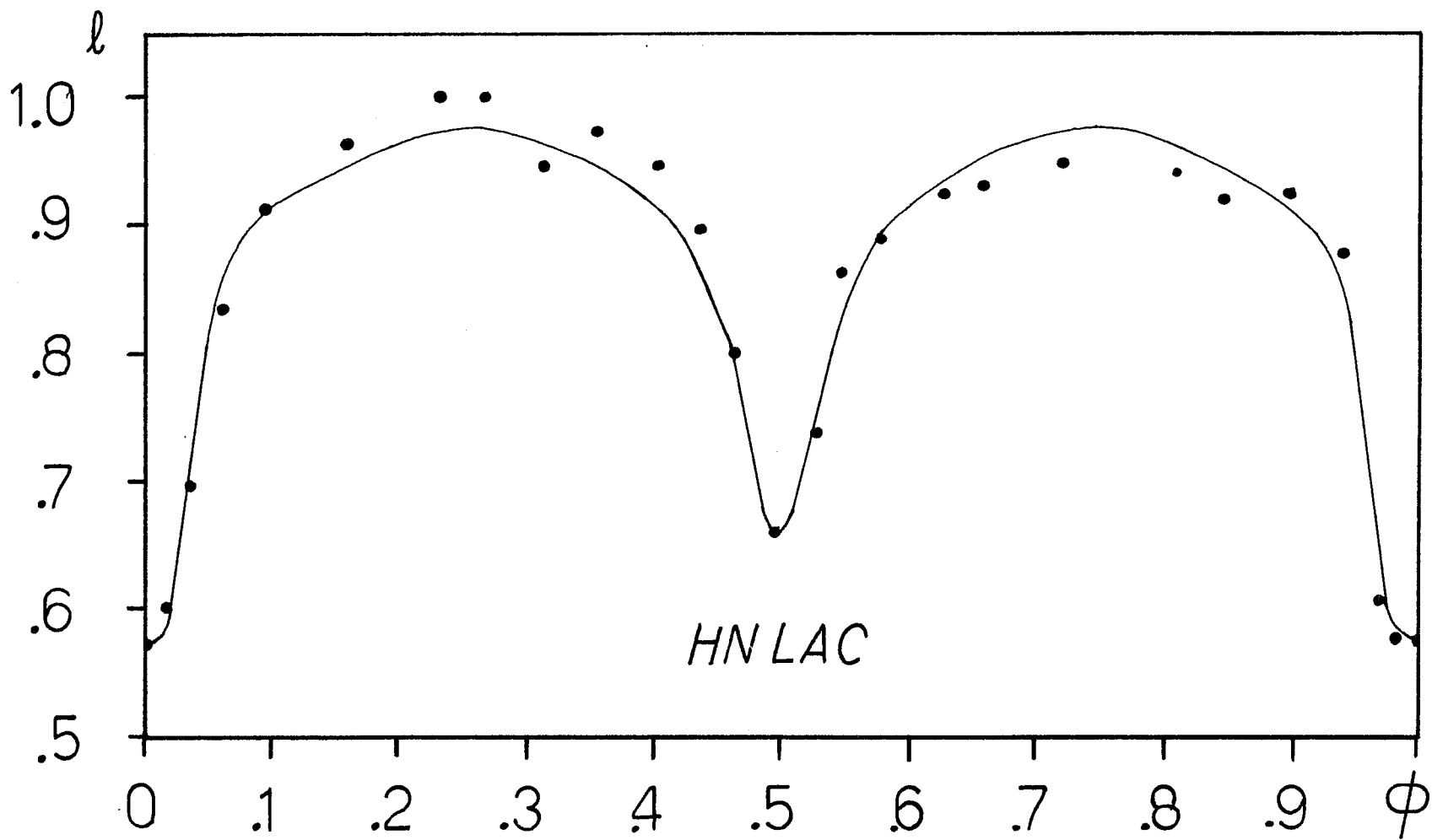


Fig. 1 : Curva di luce plottata tra i punti normali

6 MAY 1985

