

Soluzione della curva di luce del sistema binario V335 LAC.

A) Introduzione

V335 LAC (VV477) e' una variabile ad eclisse scoperta da Miller e Wachmann nel 1973 durante un survey fotografico in corrispondenza delle costellazioni di Cepheus e Lacerta eseguito al fine di scoprire nuove stelle variabili. Le caratteristiche di questa variabile ad eclisse sono le seguenti:

$$AR(1900) = 22^{\text{h}} 28^{\text{m}} 18.62^{\text{s}} \quad DB(1900) = 51^{\circ} 36' 41''.5$$

$$\begin{aligned} \text{Tipo: EA} \quad \text{Max} &= 15.72 \pm 0.01 \text{ mpg} \\ \text{Min.1} &= 16.90 \pm 0.01 \text{ mpg} \\ \text{Min.2} &= 15.79 \pm 0.01 \text{ mpg} \end{aligned}$$

riportate da MILLER e WACHMANN (1973) (da qui in poi indicati con MW). Il G.C.V.S.85 riporta, in accordo alla nuova catalogazione adottata, il tipo EA/SD per questo sistema binario. L'effemeride relativa al minimo primario eliocentrico risulta essere la seguente:

$$\text{Min.1} = \text{JD}_0 2434547.583 + 1.957054 * E$$

ottenuta utilizzando solamente 4 istanti di minimo osservati fotograficamente che si stendono su un intervallo di poco meno di 1200 cicli orbitali, ricalcolata da Gaspani sulla base degli istanti osservati e riportati da MW.

Il tipo spettrale risulta tutt'ora incognito e fino ad ora la curva di luce risulta essere irrisolta per cui uno degli scopi del presente lavoro sara' quello di ottenere la prima serie di elementi orbitali fotometrici di questo sistema binario.

B) Osservazioni

Il materiale osservativo nel caso della stella in esame e' costituito da un insieme di 18 punti normali ottenuti sulla base di 271 osservazioni individuali ricavate da altrettante lastre fotografiche. Il diagramma di questi punti normali e' mostrato nella figura 1. La banda spettrale a cui possono essere riferite le tutte le osservazioni e' il blu fotografico a circa 4250 A di lunghezza d'onda. Cio' deriva da indicazioni fornite da MW intorno al materiale fotografico usato e alle tecniche impiegate nella riduzione delle lastre. La curva di luce disponibile e mostrata nella figura 1 risulta essere di qualita' sufficientemente buona per ottenere una prima serie di elementi orbitali, di conseguenza tale materiale osservativo costituirà la base del presente lavoro il cui scopo e' sostanzialmente quello di dare una prima idea del modello tipico di questo sistema binario di debole luminosita' e di proseguire nella analisi delle performances dello algoritmo risolutivo impiegato.

C) Elaborazione dei dati

Quanto detto in precedenza ci dice che la curva di luce di V335 LAC puo' essere considerata di sufficientemente buona qualita' e quindi ci si puo' aspettare una affidabile soluzione di essa da parte degli algoritmi impiegati. Anche nel presente caso la soluzione e' stata ottenuta per mezzo del programma E.V.L.C.S. (Eclipsing Variables Light Curve Solution) il quale impiega delle tecniche che sono tipiche della Ricerca Operativa e con piu' esattezza della Teoria dell'Ottimizzazione. I parametri liberi che il programma permette di ottimizzare sono, come e' ben noto (GASPANI,1986), 13, ma di questi ne sono stati ottimizzati solamente 7 e cioe': k,G1,G2,L1,lo(oc),lo(tr) e mo, mentre i valori di L3 (terza luce), Δφ<sub>0</sub> (phase shift al minimo principale) ed i coeff. c(j), con j=1...4, dovuti agli eff. di prossimita', sono stati fissati uguali a zero. La soluzione ha mostrato che V335 LAC possiede una eclisse di tipo parziale dovuta al transito della stella piu' piccola sul disco della stella di raggio maggiore, al minimo principale.

La funzione obbiettivo che il programma minimizza al fine di ottenere gli elementi del vettore ottimale e' come di consueto la seguente:

$$S(\dots) = \sum_{j=1}^{j=N} \{ l(\text{obs}) - l(\text{calc}) \}^2$$

la quale altro non e' la somma dei quadrati dei residui in relazione al singolo modello risultato da ogni simulazione del computer. Durante il processo di simulazione e' stata esplorato l'andamento della funzione obbiettivo nell'iperspazio dei parametri corrispondente sia alla ipotesi di occultazione al minimo principale che a quella di transito al medesimo minimo. Inaspettatamente la convergenza dell'algoritmo e' stata raggiunta nel caso di transito al min.1 e solamente in quel caso. Appare interessante notare che la funzione obbiettivo S(...) non mostrava alcun ottimo locale, in corrispondenza di qualche vettore dei parametri liberi, nella zona dello spazio dei parametri corrispondente ad una eclisse primaria di tipo occultazione. Tale fatto implica che la curva di luce analizzata ammetta una unica soluzione che e' quella che l' E.V.L.C.S. e' stato in grado di individuare.

la figura 2 mostra l'andamento della funzione obbiettivo S(K,G1,G2,...) in funzione del parametro libero k che come e' noto rappresenta il valore del rapporto tra i raggi. L'unico minimo registrato per la S(...) e' situato in corrispondenza di valori di k minori di 1 il che implica: r1>r2 come l'ipotesi di transito obbligatoriamente richiede. Le figure 3, 4 e 5 mostrano invece, per punti, le proiezioni delle traiettorie di massima pendenza della funzione obbiettivo sui piani [k-G1], [k-G2] e [G1-G2]. Tali traiettorie sono per definizione perpendicolari in ogni loro punto alle curve di livello della S(...). Si puo' facilmente notare, osservandole, che la geometria di tale funzione risulta piuttosto complicata. Tale fatto non e' una caratteristica esclusiva del caso presente, ma si e' rivelato un fenomeno associato al problema della soluzione delle curve di luce delle variabili ad eclisse mediante "computer simulation" il quale risulta essere un buon banco di prova per gli algoritmi di ottimizzazione.

I valori dei parametri orbitali che sono risultati essere i piu' soddisfacenti alle osservazioni sono mostrati nella tab.I.

Tab.I : Elementi orbitali fotometrici ottimali

Min.1 = Transito		$\lambda_{eq} = 4250 \text{ \AA}$
$r_1 = .274 \pm .004$	$u_1 = .50$ (assunto)	
$r_2 = .241 \pm .004$	$u_2 = .50$ (assunto)	
$i = 84^\circ.9 \pm 1^\circ.1$	$J_2/J_1 = .113 \pm .007$	
$L_1 = .92 \pm .01$	$I_2/I_1 = .113 \pm .007$	
$L_3 = .08 \pm .01$	$T_2/T_1 = .580 \pm .009$	
$L_3 = 0.00$ (assunto)	$lo(oc) = .925 \pm .009$	
$mo = 15.72 \pm .01$	$lo(tr) = .325 \pm .007$	
$\sigma(1) = .023$		$C.C.I. = .9616$

In totale le valutazioni della funzione obiettivo richieste per giungere alla soluzione sono state 20.

Nella tabella I sono riportati anche  $\sigma(1)$  e il parametro di consistenza interna: C.C.I..

Il primo risulta discreto tenuto conto che si ha a che fare con una curva di luce fotografica.

Il secondo risulta abbastanza vicino a 1.0, tale fatto assicura che i valori ottenuti e listati nella tabella I sono decisamente significativi.

La figura 1 mostra la curva di luce teorica ottenuta dai dati della tab.I e plottata tra i punti normali: l'accordo risulta ottimo.

#### D) Discussione

L'analisi dei dati eseguita come al solito usando il programma E.V.L.C.S. ha condotto ad un modello accettabile per il sistema binario V335 Lac.

In definitiva si ha a che fare con una binaria di tipo "detached" la quale mostra le caratteristiche comuni a questa classe di stelle.

Il suo rapporto di massa non puo' essere stimato sulla base dei raggi frazionari ottenuti dalla sola soluzione fotometrica senza conoscere quale superficie equipotenziale occupano le fotosfere delle due stelle componenti questo sistema.

Essendo incognito anche il tipo spettrale non e' possibile operare alcuna ragionevole stima relativamente alla temperatura propria di ciascuna stella che compone il sistema.

In ogni caso con buona probabilita' V335 Lac dovrebbe essere composta da due stelle di Sequenza Principale.

Appare interessante notare che il risultato della presente analisi si pone in netto disaccordo, almeno per quanto riguarda la tipologia della stella in esame, con quanto e' riportato dal G.C.V.S.85.

Infatti tale pubblicazione indica un probabile tipo EA/SD per V335 Lac il che dovrebbe implicare una ipotesi di occultazione al minimo principale.

I risultati ottuti nel corso del seguente lavoro portano ad affermare che il sistema dovrebbe essere invece classificato come EA/DM. In ogni caso solo nuove e piu' precise osservazioni potranno metterci nella condizione di decidere con ragionevole sicurezza a quale classe effettivamente il sistema in esame appartiene.

La presente analisi non lascia dubbi sul tipo detached del sistema, ma il fatto che essa e' basata su osservazioni fotografiche, anche se di eccellente, qualita', e non su osservazioni fotoelettriche non permette di dare giudizi definitivi sulla struttura della variabile studiata in questa sede.

#### E) Conclusione

Nel presente lavoro e' stata ottenuta la prima soluzione fotometrica della curva di luce di V335 Lac.

La soluzione ottenuta si e' dimostrata stabile e consistente dimostrando ancora una volta la affidabilita' e la flessibilita' dell'analisi eseguita usando il programma E.V.L.C.S..

Tale analisi ha permesso di mettere in evidenza il fatto che il sistema binario in esame puo' essere piu' propriamente classificato come EA/DM invece che EA/SD come riportato dal G.C.V.S.85 (vol.2^).

La soluzione di curve di luce di altri sistemi binari caratterizzati da una orbita sconosciuta e da una curva di luce sufficientemente precisa al fine di ottenere una buona soluzione sara' l'argomento dei lavori successivi.

A. Gaspani

#### F) Bibliografia

- Gaspani A. : 1986, Circ. UAI-EV No.03.  
Miller W.J. : 1973, Ric. Astr. **8**, 18, 367.

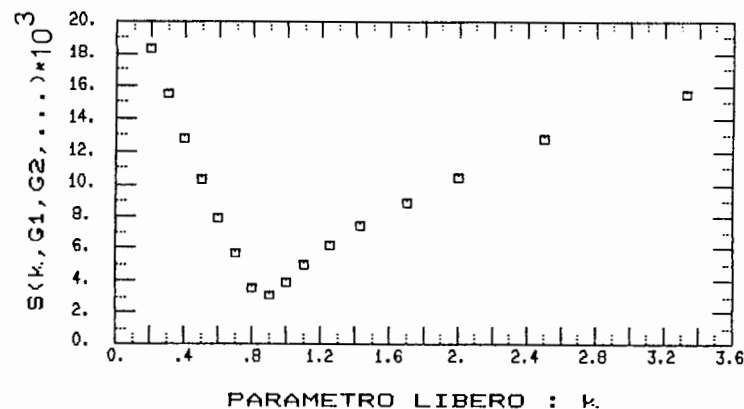


Fig.2 : Diagramma della funzione obiettivo S(...) in funzione di k.

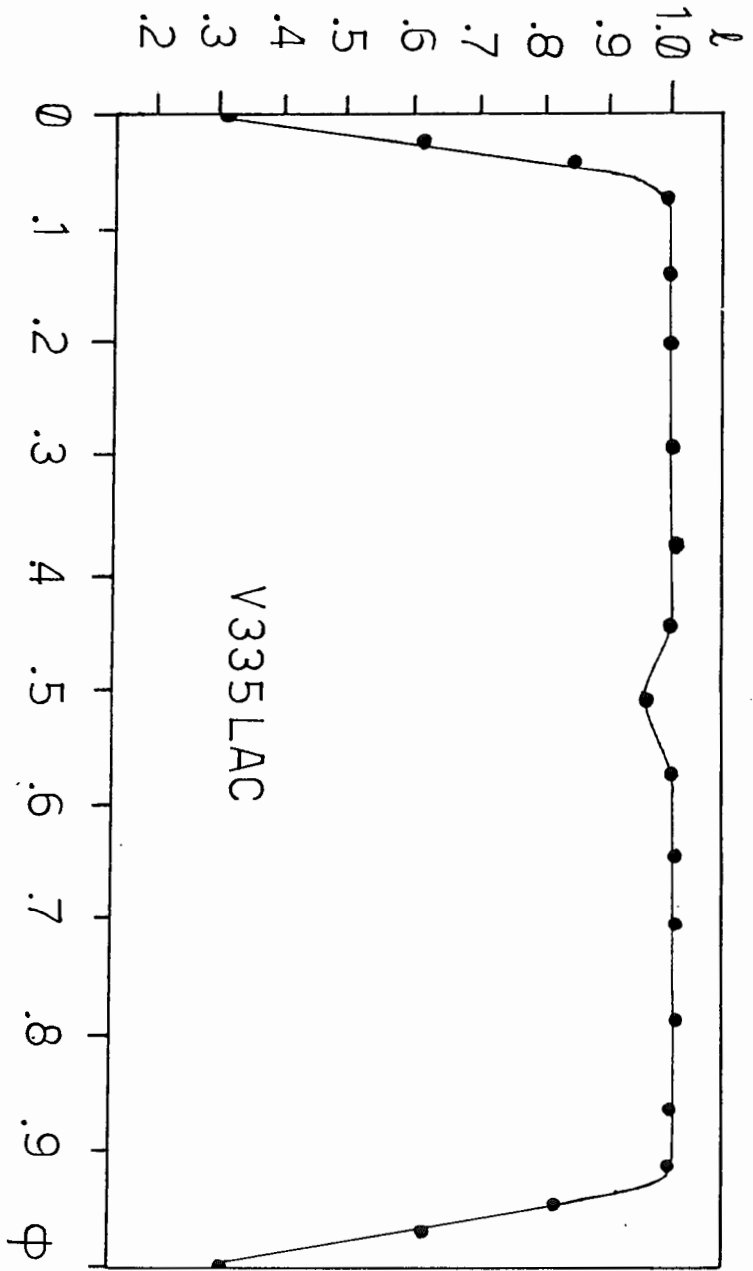


Fig.1 : Curva di luce sintetica plottata tra i punti normali.

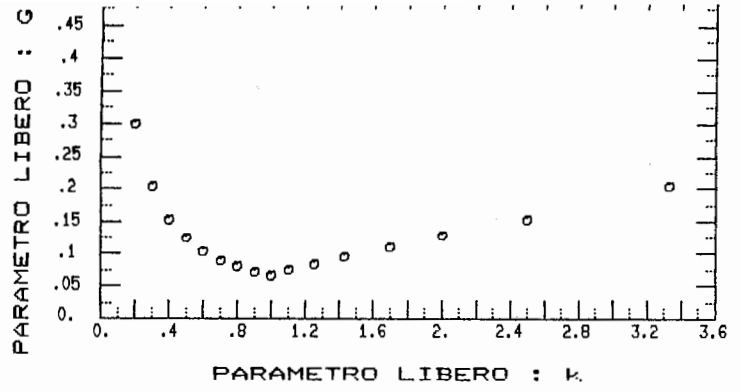


Fig.3 : Proiezione della traiettoria di massima pendenza della funzione S(...) nel piano [k-G1].

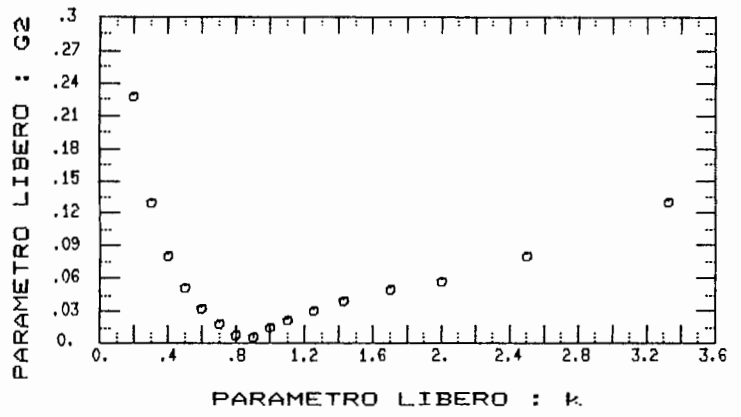


Fig.4 : Proiezione della traiettoria di massima pendenza della funzione S(...) nel piano [k-G2].

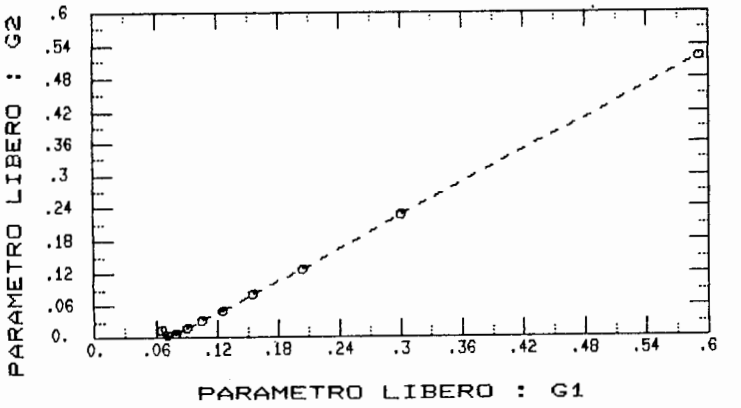


Fig.5 : Proiezione della traiettoria di massima pendenza della funzione S(...) nel piano [G1-G2].

