

Minimi CCD di binarie ad eclisse.

Gruppo Astrofili Catanesi, Sezione Stelle Variabili – UAI

Abstract

Ten recent CCD minima of eclipsing binaries are presented. By performing fitting and bisecting techniques, the author find the following heliocentric times: OO Aql (Min. I): 2453184.434, 2453218.390, 2453258.424, 2453591.387, 2453966.4152, 2453967.4292, 2453968.4424; Z Vul (Min. I): 2453945.5753; GK Cep (Min. II): 2453971.513; CW Cep (Min. I): 2453972.5421. Updated O-C diagrams, also including other published minima, are presented for OO Aql, Z Vul and CW Cep.

Introduzione

L'importanza delle stelle binarie ad eclisse e il contributo che può fornire l'astrofilo in tale campo, sono stati ampiamente discussi in questa rivista [1], illustrando la tipica procedura per le osservazioni e la riduzione fotometrica dei dati, alla portata di ogni amatore dotato di un CCD. In quell'occasione, è stata lanciata una campagna osservativa per la ripresa dei minimi di stelle variabili binarie ad eclisse, coordinata dalla Sezione Stelle Variabili UAI, aperta al contributo di quanti, già da anni, operano in tale campo.

In questo articolo sono presentati i primi risultati ottenuti su OO Aquilae, Z Vulpeculae, CW Cephei (binarie di tipo Algol), e GK Cephei (binaria di tipo β Lyrae).

Raggiunto un congruo numero di osservazioni, gli istanti di minimo ottenuti saranno sottomessi per la pubblicazione su *Information Bulletin on Variable Stars*. Ogni osservatore comparirà quale autore dell'articolo.

Osservazioni e riduzione dei dati

Le osservazioni sono state effettuate con CCD amatoriali applicati a telescopi con diametri da 9 a 25 cm (si veda tabella 2). Gli orari orientativi dei minimi sono stati previsti grazie al programma VSE di Sergio Foglia [2]. Una o due ore prima di ogni minimo previsto, è stata lanciata, attraverso il software di gestione del CCD, una sequenza di riprese includenti, nello stesso campo, sia la stella variabile (cioè la binaria a eclisse) che una stella di confronto. In diverse occasioni, una terza stella (detta "stella check") ha permesso di controllare la stabilità fotometrica della stella di confronto e dell'apparato strumentale nel suo complesso. Le stelle di confronto e le check adottate sono riportate nella tabella 1.

Tabella 1. Stelle di confronto e check.

Binaria	Stella di confronto	Stella check
OO Aql	TYC1058-409-1 TYC1058-689-1*	HIP 97356 TYC1058-409-1* TYC1058-689-1
Z Vul	HIP 95147	TYC2128-1962-1
GK Cep	HIP 106205	-
CW Cep	HIP 113793	-

* Papini 31.7.2004, 9.9.2004

La riduzione dei dati (come le altre operazioni di seguito riportate) è stata eseguita qualche giorno dopo le osservazioni. La riduzione base è consistita nella sottrazione dei dark frame (tranne che per i dati GAC-Skylive). I trattamenti per bias e flat field sono stati effettuati solo occasionalmente, avendo verificato che l'effetto di queste operazioni sulla fotometria differenziale è trascurabile.

L'estrazione delle magnitudini differenziali (magnitudine della stella variabile meno magnitudine della stella di confronto) è stata effettuata con i software *MaxIm DL*, *Iris* o *AIP*.

Determinazione degli istanti di minimo

Dopo aver estratto le magnitudini ed eseguita la correzione eliocentrica dei tempi delle singole riprese, è stata effettuata la ricerca degli istanti di minimo analizzando le curve di luce. Per le curve di Z Vul, GK Cep e CW Cep, ottenute da immagini riprese con tempi di integrazione dell'ordine del secondo, l'analisi è stata effettuata sulle medie a 10 o a 20 punti, in modo da ridurre la dispersione dei dati, dovuta in buona parte agli effetti del seeing. Tranne che per la curva di GK Cep, gli istanti di minimo sono stati determinati utilizzando il programma *Avalon* [3] basato sull'individuazione della migliore curva che interpola i dati (curva di fit – un esempio è mostrato in figura 1). Per GK Cep, data l'asimmetria presente nella parte centrale del minimo (dovuta a effetti di "radenza" della variabile e della confronto con i bordi del campo ripreso), si è preferito applicare il metodo di bisezione delle corde, eseguito con una procedura iterativa realizzata dall'autore. In tabella 2 sono riportati i risultati ottenuti.

Tabella 2. Giorni giuliani eliocentrici (HJD) dei minimi osservati tra il 2004 e il 2006, nell'ambito del programma della Sezione Stelle Variabili UAI dedicato alla ripresa elettronica di minimi di binarie a eclisse. Osservazioni senza filtri, esclusi i casi *.

Binaria	Min. HJD	Errore	Osserv.	Strum.
OO Aql	2453184.434	± 0.001	R. Papini	S-C 25 cm HX916
	2453218.390	0.001	"	"
	2453258.424	0.002	"	"
	2453591.387	0.002	"	"
	2453966.4152	0.0006	G.A. Milani	New. 20cm HiSis 23*
	2453967.4292	0.0008	I. Bellia	Rifr. 9 cm** SBig ST-7
	2453968.4424	0.0009	"	"
Z Vul	2453945.5753	0.0004	G. Marino	S-C 25 cm SBig ST-7
GK Cep	2453971.513 Min.II	0.004	G. Marino E. Lo Savio	"
CW Cep	2453972.5421	0.0007	"	"

* filtro RG9 (banda passante simile alla I_c)

** filtro IR-cut

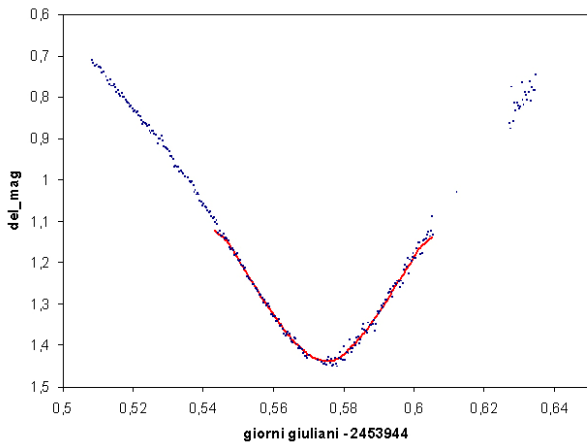


Figura 1. Fit della parte centrale della curva di luce di Z Vul (media a 10 punti) del 28.7.2006 ottenuto con il programma Avalon, per l'individuazione dell'istante di minimo.

Utilizzando gli istanti di minimo ottenuti e i valori di periodo orbitale riportati in letteratura ([4], [5], [6], [7]) sono state tracciate le curve di luce rispetto alla fase orbitale, mostrate nelle figure 2-6.

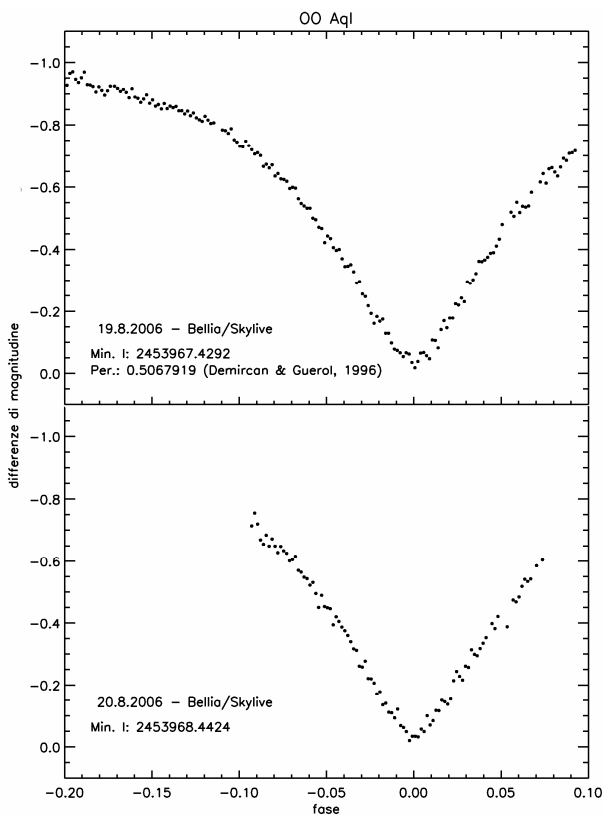


Figura 2. Minimi di OO Aql ottenuti da Ivan Bellio con il telescopio GAC-Skylive in modalità remota e semi-automatica.

A rigore, le curve di luce non sono confrontabili tra loro, in quanto le magnitudini non sono state ricondotte alle bande fotometriche standard. Tale operazione, che richiederebbe l'uso di filtri fotometrici e una laboriosa procedura di calcolo (basata sull'osservazione di "stelle standard" e sulla determinazione dei coefficienti di estinzione atmosferica) non è necessaria per gli scopi di questo lavoro, limitati alla ricerca degli istanti di minimo delle eclissi.

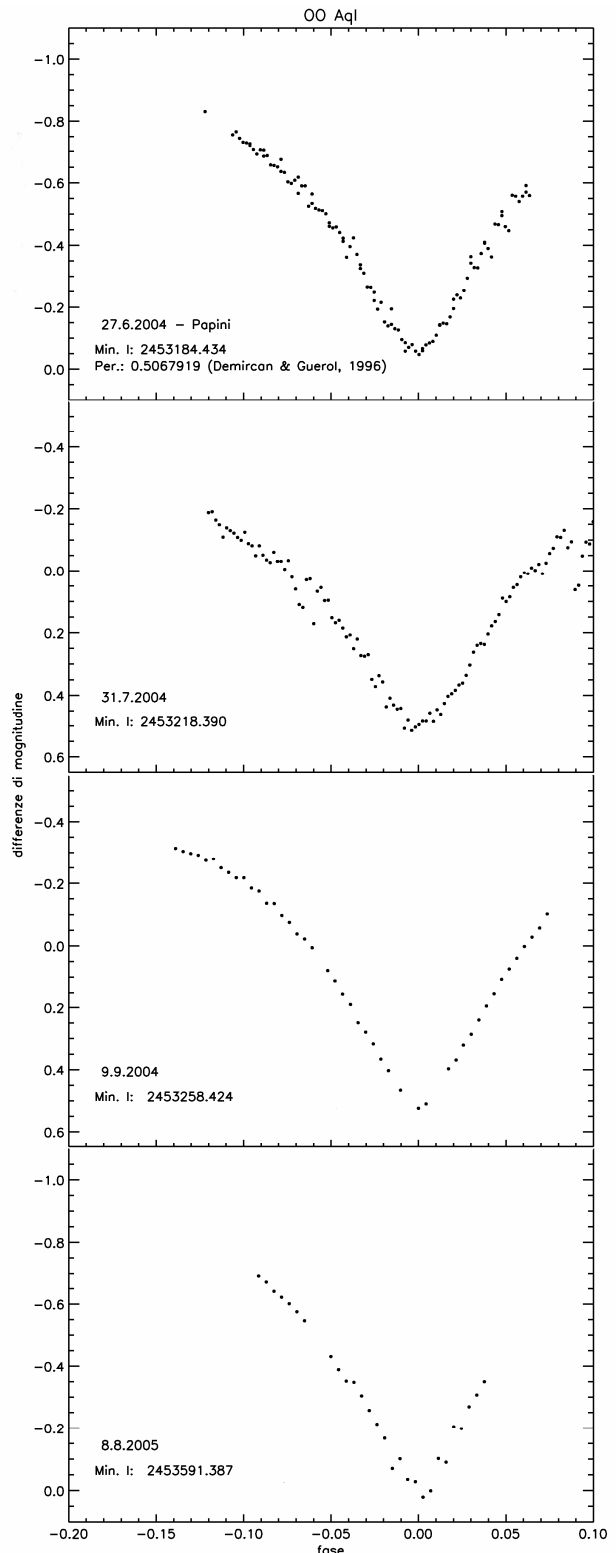


Figura 3. Minimi di OO Aql ottenuti da Riccardo Papini.

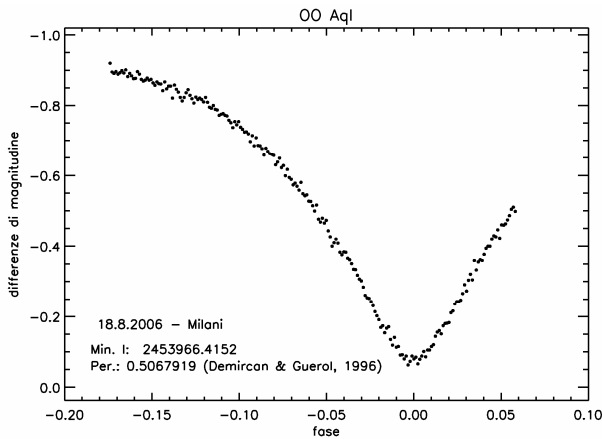


Figura 4. Minimo di OO Aql ottenuto da Giannantonio Milani.

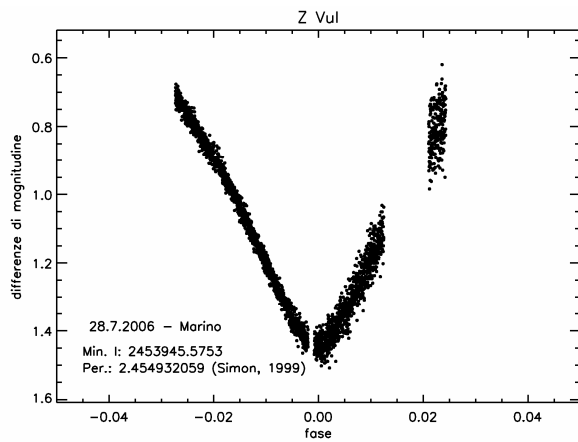


Figura 5. Minimo di Z Vul ottenuto da Giuseppe Marino.

Diagrammi O-C e variazioni di periodo

OO Aquilae – Gli istanti di minimo presentati in questo lavoro e quelli ritrovati nella recente letteratura, sono stati riportati sul diagramma degli O-C (“tempo *Osservato* meno tempo *Calcolato*” [previsto]) presentato da Demircan & Guerol [4], aggiornando così il diagramma mostrato in [1] (si veda figura 7). Sono confermate conclusioni e incertezze sull’origine fisica della variazione di periodo orbitale, responsabile dell’andamento dell’O-C.

Z Vulpeculae – Nella figura 8 è aggiornato il diagramma O-C riportato da Simon [5]. Non è ancora chiaro se la variazione di periodo responsabile dell’O-C evidenziato in figura, abbia un andamento ciclico o rappresenti un brusco assestamento a partire dagli anni ’80. Simon giunge alla conclusione che tali variazioni sono verosimilmente associate a fenomeni di scambi di materia tra le due componenti, che formano un sistema binario semi-distaccato.

CW Cephei - Nella figura 9 è aggiornato il diagramma degli O-C pubblicato da Nelson in Internet [8]. Il minimo ottenuto in questo lavoro è evidenziato dall’ultimo punto sulla destra. Si conferma un differente andamento tra l’O-C dei minimi primari e quello dei minimi secondari [9]. Il fenomeno è associato al moto del periastro (con un periodo di circa 46 anni), la cui origine non è stata ancora chiarita.

GK Cephei – Anche in questo caso, in letteratura sono riportate peculiari variazioni di periodo. E’ in corso

l’esame del diagramma degli O-C presentato in [10], alla luce dei minimi recenti pubblicati in letteratura e del minimo presentato in questo lavoro.

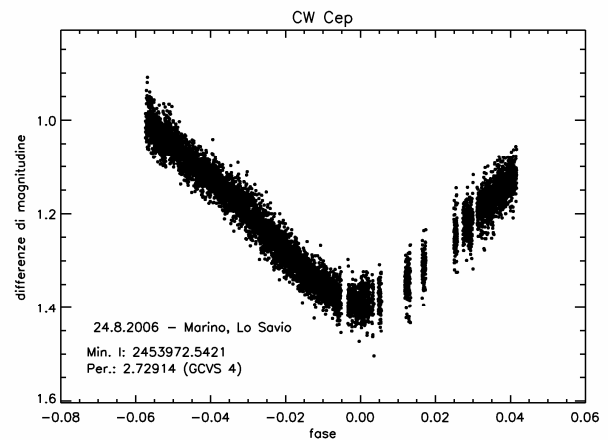
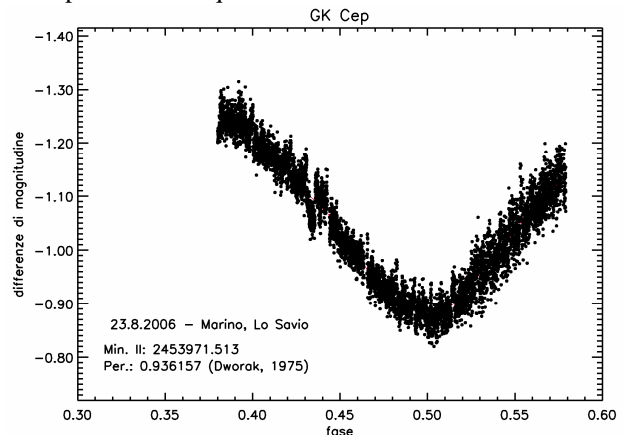


Figura 6. Minimo secondario di GK Cep e minimo primario di CW Cep ottenuti da Giuseppe Marino ed Emilio Lo Savio.

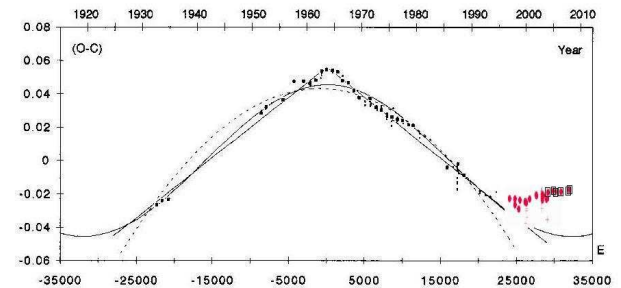


Figura 7. Il diagramma O-C di OO Aql. I grossi punti finali rappresentano i minimi ritrovati in letteratura dal 1996. I punti incorniciati rappresentano i minimi ottenuti in questo lavoro.

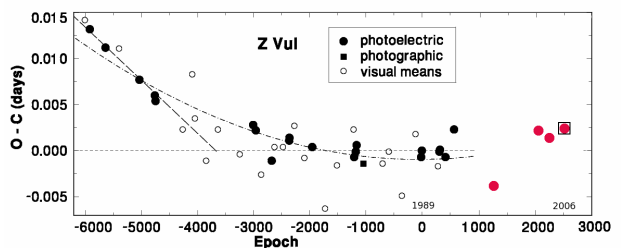


Figura 8. Il diagramma degli O-C di Z Vul ottenuto riportando i dati più recenti (i quattro punti finali) nel diagramma presentato in [5]. Il punto incorniciato rappresenta il minimo ottenuto in questo lavoro.

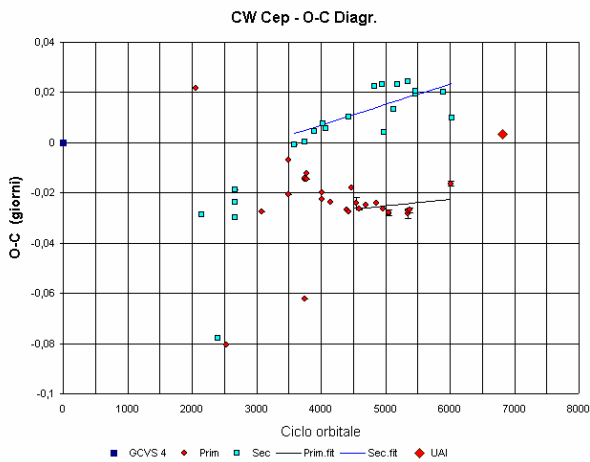


Figura 9. Il diagramma degli O-C di CW Cep di Nelson [8] aggiornato con il minimo ottenuto in questo lavoro (il punto a destra).

Bibliografia

- [1] Marino G., *Astronomia UAI*, 3 (maggio-giugno), 6-9 (2006).
- [2] Foglia S., Osservatorio Serafino Zani, *Variable Star Ephemeris*, http://digilander.libero.it/sf_astronomy/vse.txt (1996).
- [3] Gaspani A., *3rd GEOS workshop on variable star data acquisition and processing*, S. Pellegrino Terme (1995).
- [4] Demircan O. & Guerol B, *Astron. Astroph. Suppl. Ser.*, **115**, 333-338 (1996).
- [5] Simon V., *Astron. Astroph. Suppl. Ser.*, **134**, 1-19 (1999).
- [6] Dworak T.Z., *Acta Astron.*, **25**, 103-116 (1975).
- [7] Kholopov P.N., Samus N.N., Frolov M.S., Goranskij V.P., et al., *General Catalogue of Variable Stars*, 4^a Edizione, Nauka Publishing House, Mosca (1988).
- [8] Nelson, R. H., *Bob Nelson's O-C Files*, <http://binaries.boulder.swri.edu/binaries/omc>.
- [9] Erdem A., Soydugon E., Soydugon F., et al., *Astron. Nach.* **325**, 336-342 (2004).
- [10] Derman E. & Demircan O., *Astron. J.*, **103**, 599-607 (1992).