

Capitolo 3 – SULLE STELLE VARIABILI

La denominazione delle stelle variabili

Il nome di una stella variabile consiste in generale di una o due lettere maiuscole o una lettera greca, seguita dalla sigla di tre lettere della costellazione. Ci sono però anche variabili con nomi come V746 Oph e V1668 Cyg. Queste sono stelle appartenenti a costellazioni per le quali sono state usate tutte le possibili combinazioni di due lettere (V746 Oph è la 746esima variabile scoperta in Ophiuchus). Si veda il riquadro a destra per una spiegazione più dettagliata sui nomi delle stelle variabili.

Esempi: SS Cyg Z Cam
 Alfa Ori V2134 Sgr

La Tabella 3.1 (pagina 21) elenca le abbreviazioni ufficiali dei nomi di tutte le costellazioni.

Ci sono anche alcuni tipi speciali di nomi di stelle. Per esempio, a volte alle stelle vengono dati dei nomi temporanei fino a quando i curatori del *General Catalogue of Variable Stars* non assegnano alla stella un nome definitivo. Un esempio di ciò è N Cyg 1998 – una nova nella costellazione del Cigno scoperta nel 1998. Un altro caso è quello di stelle di variabilità sospetta ma non confermata. A queste stelle si danno nomi come NSV 251 o CSV 3335. La prima parte di questi nomi indica il catalogo nel quale la stella viene pubblicata, mentre la seconda è il numero di catalogo per quella stella.

Designazione delle stelle variabili

Oltre al nome proprio, una stella variabile è contraddistinta dalla relativa *Designazione di Harvard*. Questa designazione è semplicemente un'indicazione delle coordinate della stella, date in ore e minuti di ascensione retta (AR) più o meno i gradi di declinazione (Decl.) della stella per l'epoca 1900. Si veda il riquadro nella prossima pagina per ulteriori informazioni su come viene determinata la designazione di Harvard.

Esempi: 2138+43 1405-12A
 0214-03 1151+58

Notate che, in uno degli esempi, la designazione è seguita dalla lettera "A". Questo avviene perché c'è un'altra variabile nelle vicinanze, designata come 1405-12B, scoperta più tardi.

Convenzioni nella nomenclatura delle stelle variabili

I nomi delle stelle variabili vengono definiti da una commissione nominata dalla Unione Astronomica Internazionale (International Astronomical Union, IAU). Le assegnazioni vengono fatte nell'ordine in cui le varie stelle variabili vengono scoperte in una data costellazione. Se si trova che una delle stelle già indicate con una lettera greca è variabile, questa stella sarà ancora indicata con lo stesso nome. Altrimenti, la prima variabile scoperta in una costellazione verrà indicata con la lettera R, la successiva con la S, e via via fino alla Z. La stella successiva viene chiamata RR, l'altra ancora RS, e via via fino ad RZ; poi da SS fino ad SZ, e via via fino a ZZ. Proseguendo, la denominazione ricomincia dall'inizio dell'alfabeto: AA, AB, e via via fino a QZ. Questo sistema (nel quale la lettera J è omessa) permette di definire 334 nomi. Tuttavia ci sono talmente tante variabili in alcune costellazioni attraversate dalla Via Lattea, che è stato necessario espandere la nomenclatura. Dopo la QZ, le variabili vengono chiamate V335, V336, e così via. Le lettere che rappresentano ciascuna stella vengono poi seguite dal genitivo latino del nome della costellazione dato nella Tabella 3.1. Per tutti gli scopi, eccetto i più formali, e nei rapporti inviati all'AAVSO, si dovrebbero usare le abbreviazioni di tre lettere.

Questo sistema di nomenclatura venne introdotto a metà dell'800 da Friedrich Argelander. Egli iniziò con una R maiuscola per due ragioni: le lettere minuscole e la prima parte dell'alfabeto erano già stati assegnati ad altri oggetti, lasciando inutilizzate le maiuscole verso la fine dell'alfabeto. Argelander pensava inoltre che la variabilità stellare fosse un fenomeno raro e che non più di 9 variabili sarebbero state scoperte in ciascuna costellazione (cosa che è certamente non vera!).

La designazione di Harvard delle stelle variabili di Margaret W. Mayall
da *Journal of AAVSO*, Volume 5, Numero 1

Tra la fine dell'800 ed i primi del '900, l'Harvard College Observatory era il centro di gran parte della ricerca sulle stelle variabili. Il direttore Edward C. Pickering sosteneva sia l'osservazione fotografica che quella visuale. L'Osservatorio pubblicò diversi cataloghi di stelle variabili, ed il numero di variabili conosciute aumentò a tal punto che gli astronomi sentirono l'esigenza di una designazione che desse una migliore indicazione della posizione nel cielo, piuttosto che una lista ordinata per costellazioni. Il risultato fu la Designazione di Harvard, descritta negli *Harvard Observatory Annals*, Vol. 48, p. 93, 1903.

Vennero considerate molte possibilità, e alla fine si decise di usare sei numeri per indicare l'ascensione retta e la declinazione all'epoca 1900. Questo metodo non intende dare una posizione accurata. E' piuttosto, come dice il dizionario Webster, una "indicazione". C'è stata qualche confusione riguardo al metodo per determinare la designazione.

Si supponga che la posizione della variabile venga data, per l'ascensione retta, in ore, minuti e secondi di tempo, e per la declinazione in gradi, minuti e decimi di arco, all'epoca 1900. Il primo passo per determinare la designazione di Harvard è quello di esprimere l'ascensione retta in ore, minuti e decimi, e la declinazione in gradi e minuti interi d'arco. Quindi, si troncano i decimi di ascensione retta e i minuti di declinazione. Le sei cifre restanti formano la designazione di Harvard.

Per le variabili australi, si inserisce il segno "meno" prima dei gradi di declinazione, oppure i gradi vengono sottolineati o scritti in corsivo.

I casi ambigui sono contemplati da una regola speciale. Se, per esempio, l'ascensione retta termina con 21 secondi, dividendo per 60 per ottenere i decimi di minuto darebbe 0.35. In tali casi, si prenda il numero pari più vicino, in questo caso 0.4. Come ulteriore esempio, 51 secondi darebbero 8 decimi, e 57 secondi darebbero 0 decimi nel minuto più alto successivo. Nel ridurre la declinazione, il caso critico si verifica a 59 minuti d'arco. Se i decimi sono 5 o più, si aumentano le ultime due cifre della designazione al grado più alto successivo.

ESEMPI

	<i>Coordinate (1900)</i>		<i>Ridotte</i>		<i>Designazione</i>
RR And	00 ^h 45 ^m 57 ^s	+ 33°50'.0	00 ^h 46. ^m 0	+ 33°50'	004633
SU And	23 59 28	+ 42 59.7	23 59.5	+ 43 00	235943
TW Aqr	20 58 55	- 02 26.5	20 58.9	- 02 26	2058-02 o 205802
U Aur	05 35 38	+ 31 59.4	05 35.6	+ 31 59	053531

Un modo facile per ricordare la regola è che se l'ascensione retta termina con 57 secondi o più, i minuti vanno aumentati di uno; se meno di 57 secondi, i minuti non cambiano. In declinazione, se i minuti sono 59'.5 o più, la declinazione aumenta di 1°, se meno, la declinazione resta invariata.

Tabella 3.1 – *Nomi delle costellazioni ed abbreviazioni*

L'elenco seguente riporta le convenzioni della I.A.U. per i nomi delle costellazioni. Per ciascuna costellazione sono riportati il nome latino, nominativo e genitivo, e l'abbreviazione approvata di tre lettere.

<i>Nominativo</i>	<i>Genitivo</i>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Nominativo</i>	<i>Genitivo</i>	<i>Abbreviazione</i>
Andromeda	Andromedae	And	Lacerta	Lacertae	Lac
Antlia	Antliae	Ant	Leo	Leonis	Leo
Apus	Apodis	Aps	Leo Minor	Leonis Minoris	LMi
Aquarius	Aquarii	Aqr	Lepus	Leporis	Lep
Aquila	Aquilae	Aql	Libra	Librae	Lib
Ara	Arae	Ara	Lupus	Lupi	Lup
Aries	Arietis	Ari	Lynx	Lyncis	Lyn
Auriga	Aurigae	Aur	Lyra	Lyrae	Lyr
Bootes	Bootis	Boo	Mensa	Mensae	Men
Caelum	Caeli	Cae	Microscopium	Microscopii	Mic
Camelopardalis	Camelopardalis	Cam	Monoceros	Monocerotis	Mon
Cancer	Cancri	Cnc	Musca	Muscae	Mus
Canes Venatici	Canum Venaticorum	CVn	Norma	Normae	Nor
Canis Major	Canis Majoris	CMA	Octans	Octantis	Oct
Canis Minor	Canis Minoris	CMI	Ophiuchus	Ophiuchi	Oph
Capricornus	Capricorni	Cap	Orion	Orionis	Ori
Carina	Carinae	Car	Pavo	Pavonis	Pav
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cas	Pegasus	Pegasi	Peg
Centaurus	Centauri	Cen	Perseus	Persei	Per
Cepheus	Cephei	Cep	Phoenix	Phoenicis	Phe
Cetus	Ceti	Cet	Pictor	Pictoris	Pic
Chamaeleon	Chamaeleontis	Cha	Pisces	Piscium	Psc
Circinus	Circini	Cir	Piscis Austrinus	Piscis Austrini	PsA
Columba	Columbae	Col	Puppis	Puppis	Pup
Coma Berenices	Comae Berenices	Com	Pyxis	Pyxidis	Pyx
Corona Austrina	Coronae Austrinae	CrA	Reticulum	Reticuli	Ret
Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB	Sagitta	Sagittae	Sge
Corvus	Corvi	Crv	Sagittarius	Sagittarii	Sgr
Crater	Crateris	Crt	Scorpius	Scorpii	Sco
CruX	Crucis	Cru	Sculptor	Sculptoris	Scl
Cygnus	Cygni	Cyg	Scutum	Scuti	Sct
Delphinus	Delphini	Del	Serpens	Serpentis	Ser
Dorado	Doradus	Dor	Sextans	Sextantis	Sex
Draco	Draconis	Dra	Taurus	Tauri	Tau
Equuleus	Equulei	Equ	Telescopium	Telescopii	Tel
Eridanus	Eridani	Eri	Triangulum	Trianguli	Tri
Fornax	Fornacis	For	Triangulum Australe	Trianguli Australis	TrA
Gemini	Geminorum	Gem	Tucana	Tucanae	Tuc
Grus	Gruis	Gru	Ursa Major	Ursae Majoris	UMa
Hercules	Herculis	Her	Ursa Minor	Ursae Minoris	UMi
Horologium	Horologii	Hor	Vela	Velorum	Vel
Hydra	Hydrae	Hya	Virgo	Virginis	Vir
Hydrus	Hydri	Hyi	Volans	Volantis	Vol
Indus	Indi	Ind	Vulpecula	Vulpeculae	Vul

Tipi di stelle variabili

Esistono due specie di stelle variabili: quelle **intrinseche** o **fisiche**, nelle quali la variazione è dovuta a variazioni fisiche nella stella o nel sistema stellare, e quelle **ottiche** o **pseudo-variabili**, nelle quali la variabilità è dovuta all'eclisse di una stella da parte di un'altra o all'effetto della rotazione stellare. Le stelle variabili vengono solitamente suddivise in quattro classi principali: le variabili intrinseche **pulsanti** e **cataclismiche** (eruttive), e le variabili ottiche **binarie ad eclisse** e **stelle rotanti**.

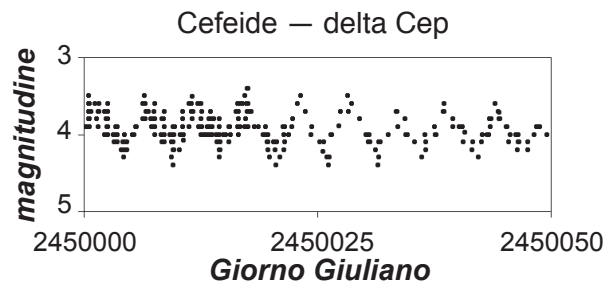
Di solito, ai principianti si raccomanda di osservare variabili pulsanti a lungo periodo e semiregolari, che hanno un intervallo di variazione molto ampio. Inoltre, sono sufficientemente numerose cosicché molte di esse si trovano vicino a stelle luminose, cosa molto utile quando bisogna localizzarle.

In questo capitolo verrà data una breve descrizione dei tipi principali in ciascuna classe. Verrà anche menzionato il tipo spettrale della stella. Se vi interessa saperne di più su spettri stellari ed evoluzione stellare, potrete trovare notizie su questi argomenti in testi di base di astronomia o in alcuni dei libri citati nell'Appendice 3.

VARIABILI PULSANTI

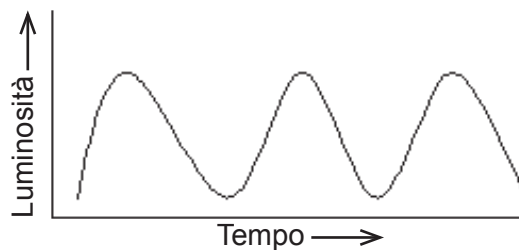
Le variabili pulsanti sono stelle che mostrano espansione e contrazione periodica degli strati superficiali. Le pulsazioni possono essere radiali o non radiali. Una stella pulsante radialmente rimane di forma sferica, mentre una stella con pulsazioni non radiali può deviare periodicamente dalla sfera. I tipi seguenti di variabili pulsanti possono essere distinti in base al periodo di pulsazione, alla massa ed allo stadio evolutivo della stella, e alle caratteristiche delle pulsazioni.

Cefeidi – Le variabili cefeidi pulsano con periodi tra 1 e 70 giorni, con variazioni luminose tra 0.1 e 2 magnitudini. Queste stelle massicce hanno luminosità elevata e sono di tipo spettrale F al massimo e tra G e K al minimo. Più la classe spettrale di una Cefeide è avanzata, più lungo è il periodo. Le Cefeidi obbediscono alla relazione periodo-luminosità. Le variabili Cefeidi possono essere buoni candidati per progetti osservativi per studenti poiché sono luminose ed hanno periodi brevi.



Cos'è una curva di luce?

Le osservazioni di stelle variabili vengono generalmente riportate su un grafico chiamato **curva di luce**, come luminosità apparente (magnitudine) in funzione del tempo, di solito espresso come data giuliana (JD, Julian Day). La scala di magnitudine è disposta in modo che la luminosità aumenti dal basso in alto lungo l'asse Y, mentre il JD aumenta andando da sinistra a destra lungo l'asse X.



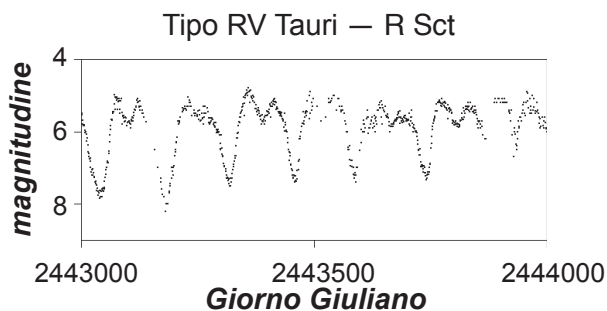
Dalla curva di luce possono essere determinate direttamente informazioni sul comportamento periodico delle stelle, il periodo orbitale delle binarie ad eclisse, o il grado di regolarità (o irregolarità) delle eruzioni stellari. Analisi più approfondite delle curve di luce permettono agli astronomi di calcolare parametri quali le masse o le dimensioni delle stelle. Diversi anni o decenni di dati osservativi possono rivelare una variazione nel periodo di una stella, che può essere un indizio di una variazione nella struttura della stella stessa.

Diagrammi di fase

I diagrammi di fase (noti anche come "curve di luce ripiegate") sono utili strumenti per studiare il comportamento di stelle periodiche come le variabili Cefeidi e le binarie ad eclisse. In un diagramma di fase, diversi cicli di variazione luminosa sono sovrapposti l'uno all'altro. Invece di tracciare la magnitudine in funzione del JD come in una normale curva di luce, ogni osservazione viene tracciata in funzione della fase, ovvero di quanto è "avanzata nel ciclo". Per gran parte delle stelle variabili, un ciclo ha inizio in corrispondenza della massima luminosità (fase=0), passa attraverso il minimo e torna di nuovo al massimo (fase=1). Nelle stelle binarie ad eclisse, lo zero della fase si ha al centro dell'eclisse (minimo). Un esempio di diagramma di fase è dato alla pagina 25 di questo manuale per illustrare la curva di luce caratteristica di beta Persei.

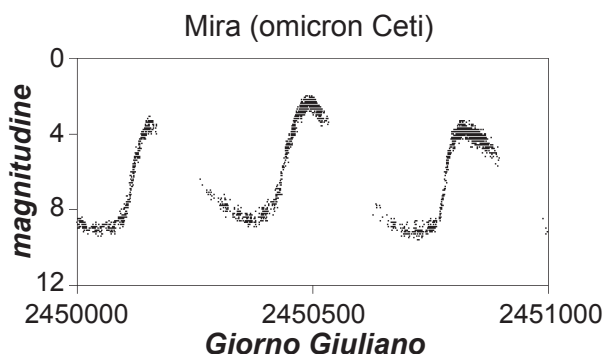
Stelle RR Lyrae – Queste sono stelle giganti bianche, pulsanti, a breve periodo (da 0.05 a 1.2 giorni), di solito di classe spettrale A. Esse sono più vecchie e meno massicce delle Cefeidi. L'ampiezza della variazione delle RR Lyrae va generalmente da 0.3 a 2 magnitudini.

Stelle RV Tauri – Sono supergiganti gialle con una variazione luminosa caratteristica con minimi alternativamente più o meno profondi. I periodi, definiti come l'intervallo di tempo tra due minimi profondi, vanno a 30 a 150 giorni. Le variazioni luminose possono arrivare a 3 magnitudini. Alcune di queste stelle mostrano variazioni cicliche a lungo termine da centinaia a migliaia di giorni. Generalmente, le classi spettrali vanno da G a K.

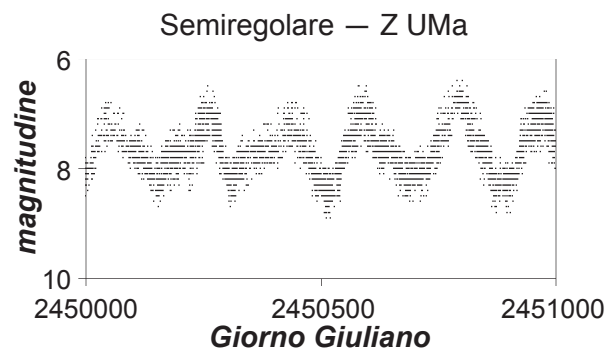


Variabili a lungo periodo – Le variabili a lungo periodo (Long Period Variables, LPV) sono giganti o supergiganti rosse pulsanti con periodi tra 30 e 1000 giorni. Di solito sono di tipo spettrale M, R, C o N. Ne esistono due sottoclassi: Mira e Semiregolari.

Mira – Queste giganti rosse variano con periodi tra 80 e 1000 giorni e variazioni luminose visuali di oltre 2.5 magnitudini.



Semiregolari – Sono giganti e supergiganti che mostrano una periodicità apprezzabile accompagnata ad intervalli di variazione semiregolare o irregolare. I periodi vanno da 30 a 1000 giorni, generalmente con ampiezza di variazione inferiore a 2.5 magnitudini.

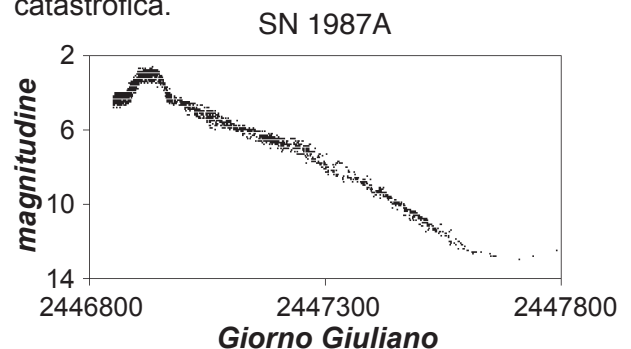


Variabili irregolari – Queste stelle, che comprendono la maggior parte delle giganti rosse, sono variabili pulsanti. Come il nome implica, queste stelle mostrano variazioni di luminosità con periodicità assente o appena apprezzabile.

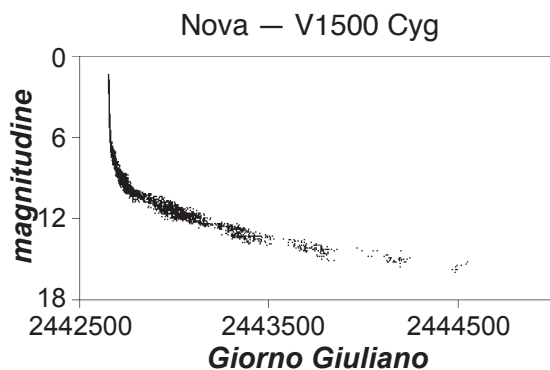
VARIABILI CATACLISMICHE

Le variabili cataclismiche (note anche come variabili eruttive), come il nome implica, sono stelle che subiscono occasionali, violente esplosioni, causate da processi termonucleari localizzati negli strati superficiali oppure in quelli interni.

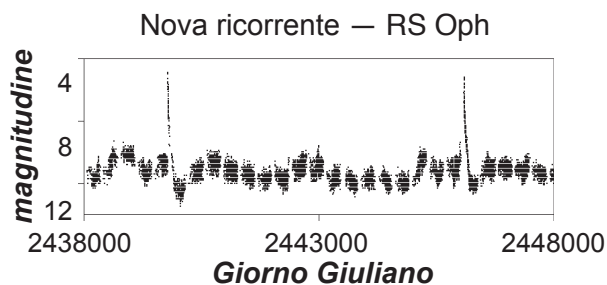
Supernovae – Queste stelle massicce mostrano improvvisi, drammatici e conclusivi aumenti di luminosità, fino a 20 o più magnitudini, come conseguenza di un'esplosione stellare catastrofica.



Novae – Questi sistemi binari ravvicinati consistono di una nana bianca in accrescimento come stella primaria e di una stella di sequenza principale di piccola massa (un po' più fredda del Sole) come secondaria. La sintesi nucleare esplosiva sulla superficie della nana bianca, causata dal materiale accumulato proveniente dalla secondaria, fa sì che il sistema aumenti di luminosità da 7 a 16 magnitudini in tempi da 1 a diverse centinaia di giorni. Dopo l'esplosione la stella si indebolisce gradualmente, tornando alla luminosità iniziale in diversi anni o decenni. Alla massima luminosità lo spettro è generalmente simile a quello delle giganti di classe A o F.

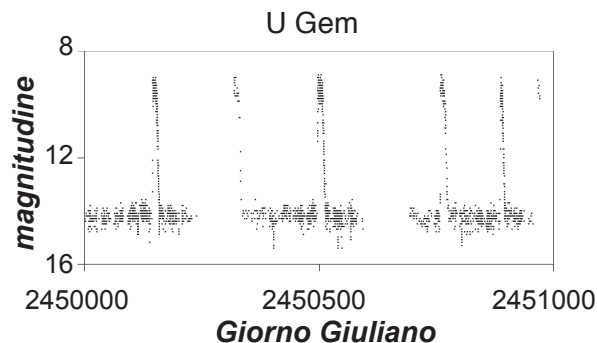


Novae ricorrenti – Questi oggetti sono simili alle novae, ma mostrano due o più esplosioni di ampiezza leggermente minore nella loro storia conosciuta.

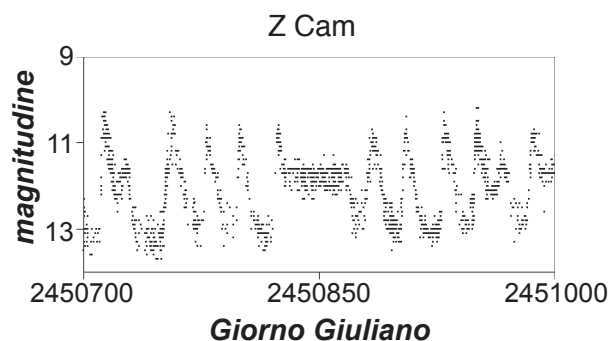


Novae nane – Queste sono sistemi binari stretti composti da una nana rossa (un po' più fredda del nostro Sole) e da una nana bianca circondata da un disco di accrescimento. L'aumento da 2 a 6 magnitudini è dovuto all'instabilità nel disco che ne forza del materiale a defluire (accumularsi) sulla nana bianca. Esistono tre sottoclassi principali delle novae nane: le stelle U Gem, Z Cam e SU UMa.

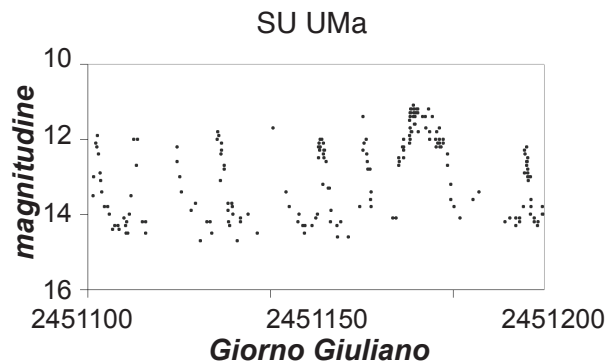
U Geminorum – Dopo periodi di quiescenza al minimo di luminosità, queste stelle brillano improvvisamente. A seconda della stella, l'eruzione avviene ad intervalli tra 30 e 500 giorni e dura di solito tra 5 e 20 giorni.



Z Camelopardalis – Queste stelle sono fisicamente simili alle U Gem. Esse mostrano variazioni cicliche, interrotte da intervalli di luminosità costante chiamati "intervalli di stabilità". Questi intervalli durano l'equivalente di diversi cicli, con la stella "bloccata" ad una luminosità a un terzo della strada dal massimo al minimo.

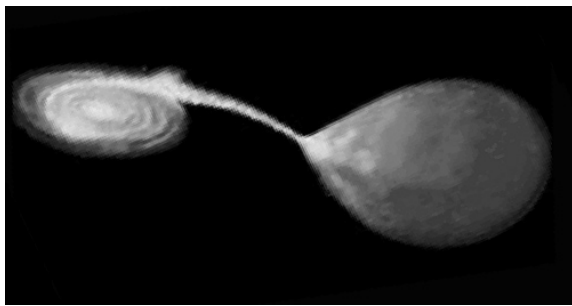
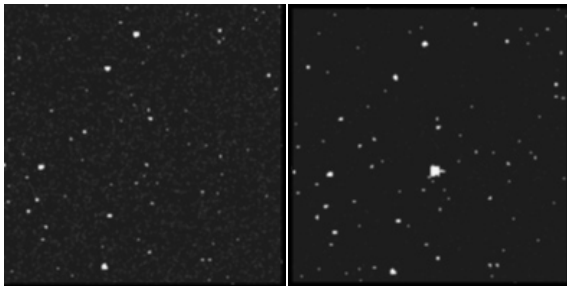


SU Ursae Majoris – Anch'esse fisicamente simili alle stelle U Gem, questi sistemi hanno due distinti tipi di esplosione: una è debole, frequente e breve, con una durata tra 1 e 2 giorni; l'altra ("superesplosione") è luminosa, meno frequente, e lunga, con una durata tra 10 e 20 giorni. Durante le superesplosioni appaiono piccole modulazioni periodiche ("supergobbe").



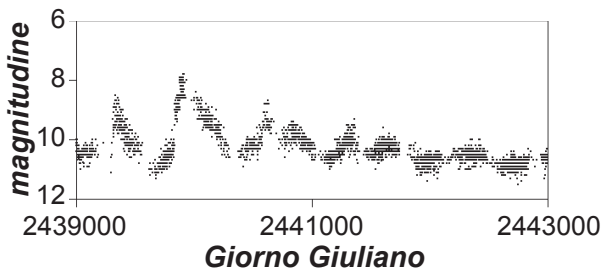
U Geminorum

Qui sotto sono due esposizioni di 20 secondi di U Gem prima dell'esplosione e dopo l'inizio dell'esplosione. Le immagini sono state riprese dal Direttore dell'AAVSO Arne Henden, USRA/USNO, usando un CCD con filtro V sul telescopio da 1 metro dell'U.S. Naval Observatory sito a Flagstaff, Arizona. Sotto le fotografie c'è la rappresentazione artistica, dovuta a Dana Berry, del sistema U Gem (notare la stella di tipo solare sulla destra, la nana bianca, e il disco di accrescimento che circonda la nana bianca).



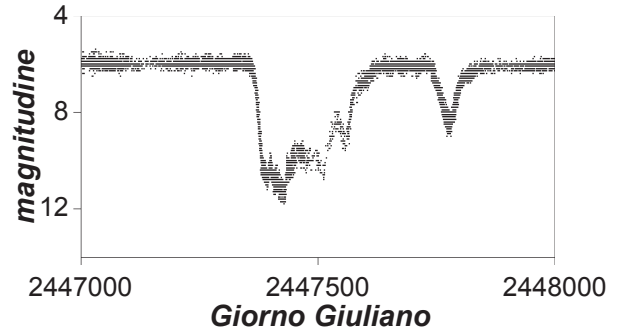
Stelle simbiotiche – Questi sistemi binari stretti sono formati da una gigante rossa e da una stella blu calda, entrambe immerse in nebulosità. Mostrano delle esplosioni semi-periodiche simili alle novae, fino a tre magnitudini in ampiezza.

Simbiotica – Z And



R Coronae Borealis – Queste supergiganti rare, luminose, povere di idrogeno e ricche di carbonio, passano gran parte del tempo alla massima luminosità, indebolendosi occasionalmente fino a 9 magnitudini ad intervalli irregolari. In seguito esse tornano alla massima luminosità dopo un periodo da alcuni mesi ad un anno. Le stelle di questo gruppo hanno tipi spettrali da F a K ed R.

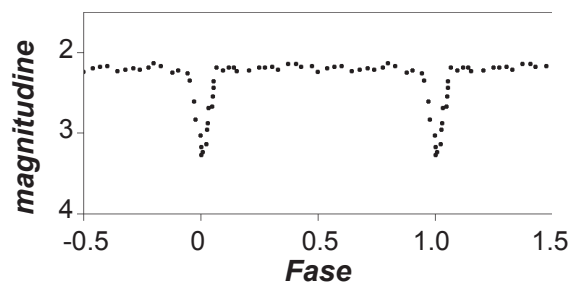
R CrB



STELLE BINARIE AD ECLISSE

Questi sono dei sistemi binari di stelle con un piano orbitale vicino alla linea di vista dell'osservatore. Le componenti del sistema si eclissano periodicamente l'un l'altra, causando una diminuzione della luminosità apparente del sistema così come viene visto dall'osservatore. Il periodo dell'eclisse, che coincide col periodo orbitale del sistema, può andare dai minuti agli anni.

Binaria ad eclisse – beta Per



STELLE ROTANTI

Le stelle rotanti mostrano piccole variazioni di luminosità che possono essere dovute a macchie scure o brillanti, o a chiazze sulle superfici stellari ("macchie stellari"). Le stelle rotanti sono spesso in sistemi binari.

Coraggio! Ogni passo in avanti ci porta più vicini allo scopo e, anche se non potremo raggiungerlo, possiamo almeno lavorare affinché i posteri non ci biasimino per essere stati inerti o dicano che noi non abbiamo quanto meno fatto uno sforzo per spianar loro la strada.

– Friedrich Argelander (1844)
il “padre dell’astronomia delle stelle variabili”