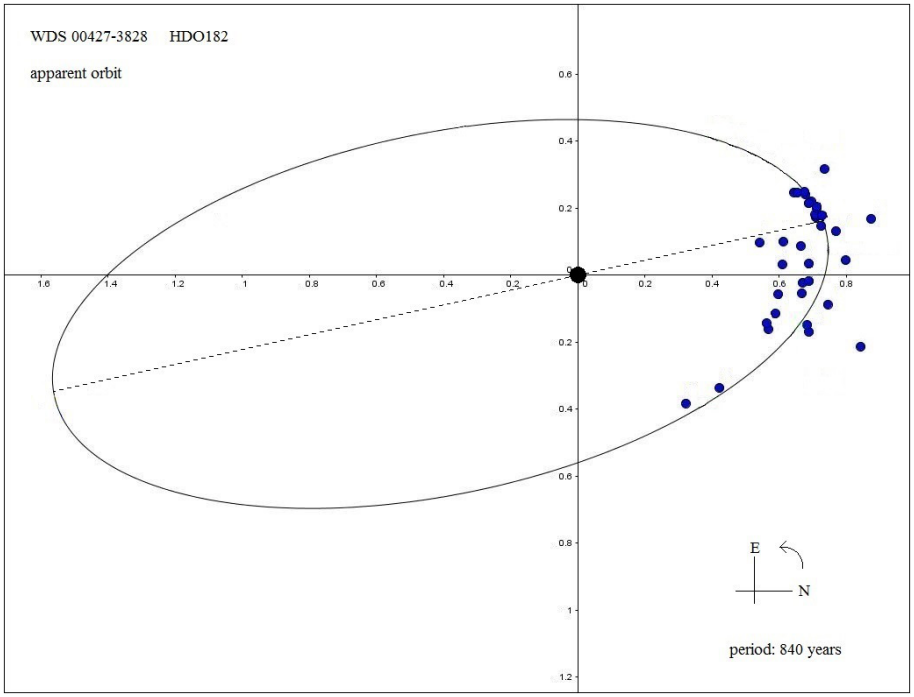
IL BOLLETTINO DELLE STELLE DOPPIE

Bulletin of Double Stars



Numero 17

Aprile - Giugno 2016

ISSN 2279 - 9044

Rivista periodica trimestrale dedicata
all'osservazione e misurazione delle
stelle doppie

ISSN 2279-9044

Indice

HDO 182: studio e primi elementi orbitali ottenuti con il software GeoGebra
HDO 182: study and first orbital elements obtained with the software GeoGebra
Giuseppe Micello.....5

Misurazioni astrometriche di 9 stelle doppie larghe nella costellazione dell'Auriga
Astrometric measurements of 9 wide double stars in the Auriga constellation
Luca Maccarini.....11

Misurazioni astrometriche – Report 2015
Astrometric measurements – Report 2015
Gianpiero Locatelli.....16

Misurazioni astrometriche del sistema σ Orionis relative al programma osservativo Pro-Am
Astrometric measurements of the multiple system σ Orionis related to the observation Pro-Am program
Gianluca Sordiglioni, Andrea Mantero, Gianpiero Locatelli, Gianni Galli..... 25

Editoriale

In questo numero presentiamo il primo articolo di Giuseppe Micello dedicato allo studio orbitale del sistema HDO 182. Grazie all'articolo di Nuria Miret, apparso nell'ultimo Meeting Internazionale di Vilanova i la Geltru' (Spagna, 18.20 settembre 2015), si sono potuti determinare i primi parametri orbitali di questo sostema doppio.
Luca Maccarini ci presenta alcune misure di doppie larghe nella costellazione dell'Auriga,
Gianpiero Locatelli, invece, presenta un nutrito report di misurazioni, relative al 2015, dove vengono pubblicate oltre 300 misurazioni astrometriche.
Infine, Gianluca Sordiglioni, Andrea Mantero, Gianpiero Locatelli e Gianni Galli pubblicano un articolo sulle misurazioni astrometriche del sistema di "sigma orionis", relative al programma osservativo Pro-Am, presentato nel numero 16 del Bollettino.

Buona lettura!

Antonio Adigrat
Giuseppe Micello
Gianluca Sordiglioni

Per pubblicare su “Il Bollettino delle Stelle Doppie”

I vostri lavori, in lingua italiana o inglese, devono essere inviati tramite e-mail a: mail.ilbollettino@gmail.com

Gli articoli devono essere spediti nel formato .doc o .txt.
Devono contenere, oltre al corpo dell’articolo, anche: titolo, autore/i, abstract, introduzione, conclusioni, riferimenti e (facoltativo) una breve descrizione o biografia dell'autore/i.
Tabelle con misure e informazioni dovranno avere un formato testo con il carattere "Times New Roman".
Le immagini o le figure devono essere spedite in formato jgp o BMP, numerate consecutivamente.

Il Bollettino delle Stelle Doppie è in versione periodica trimestrale ed è scaricabile, in formato pdf, dal seguente sito internet:
https://sites.google.com/site/ilbollettinodellestelledoppie/home

Sul sito di pubblicazione troverete tutte le istruzione necessarie, per inviare gli articoli, nella sezione “Publication Guide”:
https://sites.google.com/site/ilbollettinodellestelledoppie/guida-alla-pubblicazione---publication-guide

La pubblicazione del prossimo numero de *Il Bollettino delle Stelle Doppie*, avverrà il 1° Luglio 2016.

HDO 182: studio e primi elementi orbitali ottenuti con il software GeoGebra

Giuseppe Micello, *Italy*

email: 7mg8@libero.it

Abstract

In questo articolo viene descritto lo studio del sistema HDO 182 e la determinazione degli elementi orbitali principali, utilizzando il software GeoGebra. Viene anche presentato il confronto dei dati per il sistema HLD 60.

Abstract

This article describes the study of the system HDO 182 and the determination of the main orbital elements, using the "GeoGebra" software. In this study, we are also presented data comparison for the system HLD 60.

Introduzione

L'affascinante mondo sdelle stelle doppie, non è solo "misura e osservazione". Personalmente, sono rimasto sempre colpito dalla loro natura e, soprattutto, dalle loro caratteristiche, prima fra tutte la loro orbita. Calcolare, prevedere e disegnare un orbita, partendo dalle misure passate e dai dati astrofisici che ci danno i vari cataloghi, può essere un esperienza abbastanza gratificante e stimolante per chi studia le stelle doppie. Questa mia prima esperienza, si sofferma sul sistema binario HDO 182 (WDS 00427-3828), fig. 1.

Strumenti e metodi

Consultando il numero 16 di "El Observador de Estrellas Dobles", mi ha colpito un articolo su **Núria Miret** (Observatori Astronòmic del Garraf) ed il suo intervento fatto all'ultimo meeting internazionale delle stelle doppie (Vilanova i la Geltrú, Spagna, 18-20 settembre 2015), dove viene descritto il software GeoGebra, un potente programma di calcolo (gratuito), applicato anche allo studio delle orbite delle stelle doppie.

Su mia richiesta, ho ottenuto le misure del sistema dal WDS e le stesse sono state immesse su GeoGebra. Usando i vari strumenti presenti nel programma, ho calcolato ed ottenuto un orbita apparente del sistema; orbita che si allinea con le misure astrometriche eseguite tra il 1895 e il 2010 (fig. 2).

Descrizione del sistema

HDO 182, dal 1895 al 2010 (data dell'ultima misura), ha ottenuto 37 misurazioni, percorrendo un arco di 61 gradi. È composta da due stelle di magnitudine 6,60 e 7,01 con entrambe ugual moto proprio: +003 pmRA, -010 pm DE. La classe spettrale della primaria è A0V; dati non disponibili per la secondaria.

Figura 1. HDO 182, powered by Aladin.

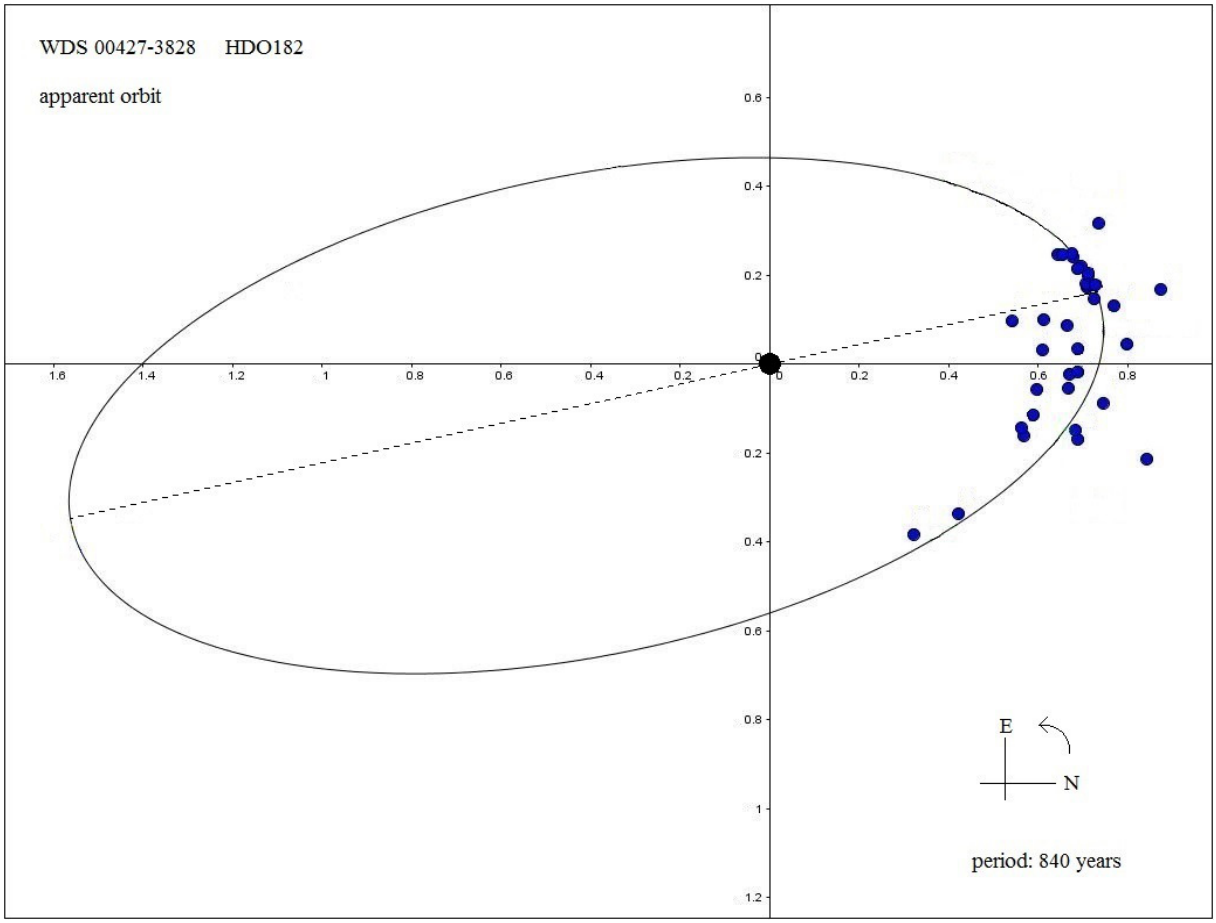


Figura 2. HDO 182, orbita apparente ottenuta con GeoGebra.

Parametri orbilali

Una volta determinata l'orbita apparente, sempre con GeoGebra, e servendomi delle misurazioni astrometriche del WDS, è stato calcolato il periodo del sistema HDO 182. Questo, risulta essere di circa 840 anni.

I parametri fondamentali di un orbita, sono sostanzialmente di due tipi: gli elementi dinamici e gli elementi geometrici di Campbell.

Tra gli elementi dinamici abbiamo:

- **P** = periodo in anni
- **n** = moto medio in gradi per anno; questo viene calcolato secondo la formula:

  360/P

- **T** = epoca del passaggio al periastro
- **e** = eccentricità dell'orbita
- **a** = semiasse maggiore (ovvero la misura, dal centro "C" dell'ellisse , di questa linea sull'orbita espressa in secondi d'arco)

Gli elementi geometrici di Campbell, invece, sono:

- **i** = inclinazione dell'orbita
- **Ω** = angolo di posizione del nodo
- **ω** = angolo di posizione tra il nodo e il periastro

Per calcolare i parametri orbitali, oltre al software GeoGebra, mi sono servito di due testi fondamentali: *"L'observation des étoiles doubles visuelles"*, di Paul Couteau e *"The binary stars"*, di Robert Grant Aitken.

Inoltre, ho consultato l'utile pagina web:

http://www.handprint.com/ASTRO/bineye3.html

dove viene spiegato cosa sono e come possono essere calcolati i parametri orbitali sopra citati.

I valori di "P", "T", "a", "i", "Ω" ed "ω", sono stati calcolati ed ottenuti con GeoGebra, utilizzando anche le misurazioni astrometriche fornite dal WDS.

Una cosiderazione sulla misura di "T"; l'epoca del passaggio al periastro non è stata calcolata, poiche la misurazione più vicina al periasto è stata fatta nel 1989.

Abbiamo anche un altro elemento fondamentale, che è quello del semiasse minore dell'elllisse: **b**. Questo viene calcolato secondo la relazione:

$$b = \sqrt{a^2 - c^2}$$

dove "a" è il valore del semiasse maggiore e "c" è la misura tra il centro dell'ellisse e la componente primaria.

Con questo valore, è possibile anche calcolare l'eccentricità dell'orbita ("e"), secondo la seguente formula:

$$e = \sqrt{1-(b/a)^2}$$

Di seguito, in tabella 1, vengono presentati i risultati dei parameri orbitali, secondo gli elementi dinamici e gli elementi geometrici di Campbell.

Analizzando l'orbita ottenuta ed utilizzando alcuni perametri degli elementi dinamici (sempre attraverso il software GeoGebra), è stato possibile, inoltre, ottenere i valori di angolo di posizione e separazione fino al 2060; misure che hanno uno scarto di 10 anni tra un valore e l'altro (tabella 2).

La previsione di angolo di posizione e separazione future, viene calcolata tramite il valore dell'elemento dinamico "n", ossia il moto medio espresso in gradi per anno. Il valore derivato, secondo la formula "360/P" (dove P è il periodo in anni), è di 0.428 gradi per anno.

Ciò significa che l'angolo di posizione aumenta, mediamente, di questo valore ogni anno.

Nella figura 3, invece, possiamo vedere le proiezioni di angolo di posizione e separazione del sistema, come dercritto nella tabella 2, calcolate con il software GeoGebra.

HDO 182 - orbital elements (GMc 2016)	
Dynamical elements	
P (years)	840
n (°)	0.428
T (year)	1989.9
e	0.88
a ('')	1.175
Campbell Elements	
i (°)	16.88
Ω (°)	13.06
ω (°)	0.66

Tabella 1. HDO 182. Elementi dinamici e geometrici dell'orbita.

HDO 182 - orbital ephemerides		
Theta and Rro calculated with GeoGebra		
Epoch	**θ (deg)**	**ρ (arcsec)**
2020	27.58	0.68
2030	31.86	0.65
2040	36.14	0.63
2050	40.42	0.60
2060	44.70	0.58

Tabella 2.
HDO 182. Valori di angolo di posizione e separazione fino al 2060 calcolati con GeoGebra.

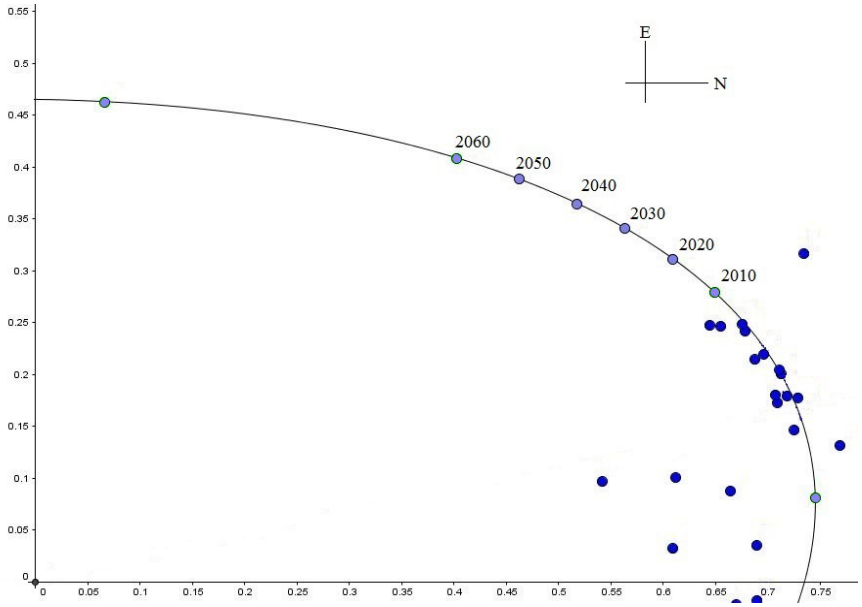


Figura 3. HDO 182. Proiezioni di angolo di posizione e separazione fino al 2060.

L'inclinazione dell'orbita, è stata calcolata seguendo quanto riportato nel libro di Couteau *"L'observation des étoiles doubles visuelles"*. La figura 4, infatti, descrive come si può ottenere l'orbita reale partendo dall'ellisse dell'orbita apparente.

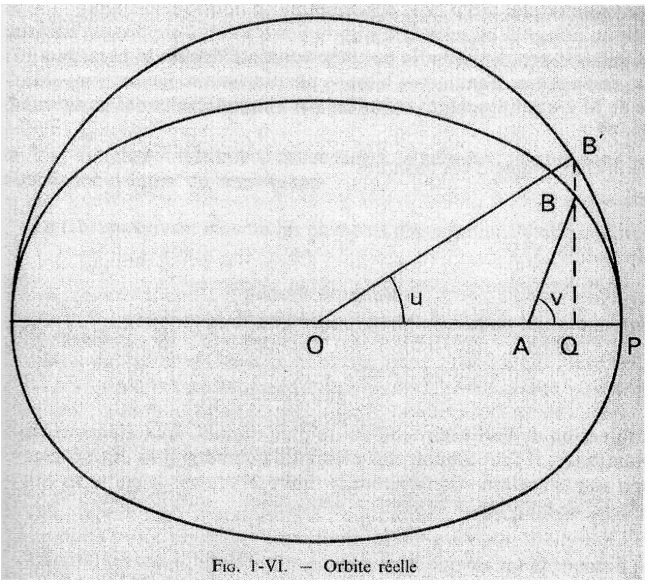


Figura 4. Calcolo orbita reale.
"L'observation des étoiles doubles visuelles", Paul Couteau.

Successivamente, si possono calcolare gli altri elementi orbitali, tra cui l'inclinazione dell'orbita (figura 5).

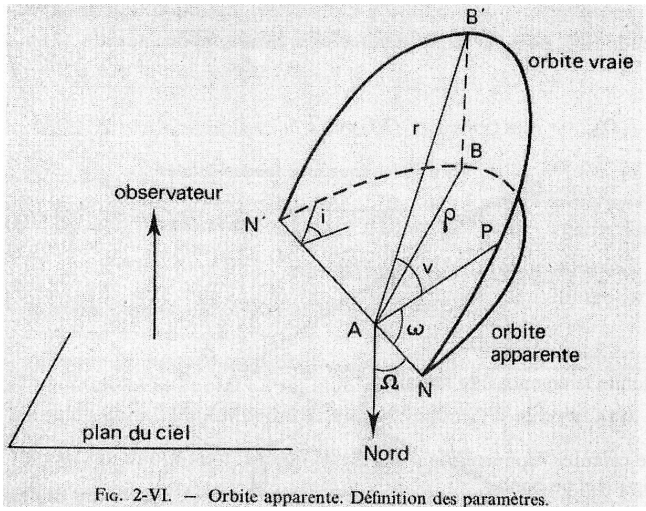


Figura 5. Relazione tra orbita reale e orbita apparente.
"L'observation des étoiles doubles visuelles", Paul Couteau.

Dati fotometrici e astrometrici

I cataloghi PPMX, Simbad e 2MASS, presenti nel CDS (Centre de Données astronomiques de Strasbourg), riportano, per la componente primaria, le medesime misure per le magnitudini J, H e K, e cioè di 6.094, 6.126 e 6.074. Da ciò ne deriva che la classe spettrale, come riporta il Simbad, è B9.5V e non A0V come riportato nel WDS.

Per quanto riguarda i moti propri, sul WDS la primaria e la secondaria hanno entrambe i valori di: pmRA +003 e pmDEC -010.

Il PPMX riporta i valori di: pmRA +8.57 e pmDEC -10.99. Il Simbad, invece, dà i valori di pmRA +2.56 e pmDEC -6.72.

Tutti questi dati, purtroppo, non li abbiamo per la componente secondaria perchè, presumibilmente, è troppo vicina alla componente primaria. Possiamo solo ipotizzare che il moto propio è uguale a quello della primaria, visto che le due stelle, sicuramente, hanno un legame fisico tra di loro.

Nella tabella 3, vediamo i dati del WDS, PPMX, Simbad e 2MASS a confronto.

HDO 182 - Photometric and Astrometric data								
	WDS		PPMX		Simbad		2MASS	
	A	B	A	B	A	B	A	B
J			6.094	-	6.094	-	6.094	-
H			6.126	-	6.126	-	6.126	-
K			6.074	-	6.074	-	6.074	-
Spectral type	A0V	-	-	-	B9.5V	-	-	-
pmRA	+003	+003	+8.57		+2.56		-	-
pmDEC	-010	-010	-10.99		-6.72		-	-

Tabella 3. HDO 182. Confronto dei dati astrometrici con i cataloghi WDS, PPMX, Simbad e 2MASS.

Confronto dei dati

Per confermare i dati ottenuti sul sistema HDO 182 con GeoGebra, è stata presa in esame la stella doppia HLD 60 (WDS 00014+3937), un sistema composto da due stelle di magnitudine 9.09 e 9.77, le cui componenti, attualmente, sono separate da 1,3 secondi d'arco con un angolo di posizione di 167 gradi.

Innanzitutto, dal WDS sono state ottenute le misurazioni astrometriche di HLD 60. Successivamente, i dati di angolo di posizione e separazione sono stati immessi nel software GeoGebra (140 misurazioni, dal 1881 al 2012) e costruita l'ellisse.

Fatto ciò, sono stati calcolati gli elementi dinamici e geometrici dell'orbita ottenuta con geoGebra, sempre del sistema HLD 60; il tutto, poi, è stato confrontato con l'orbita e i relativi dati orbitali ottenuti da Hartkopf nel 2011.

I risultati sono stati molto confortanti: 1) dal confronto è emerso che l'orbita apparente è uguale a quella ottenuta da Hartkopf nel 2011; 2) gli elementi dinamici e geometrici sono assolutamente similari a quelli ottenuti nel 2011.

Questi risultati si possono vedere nella figura 6 e nella tabella 4.

HLD 60		
orbital elements	**GMc 2016 (GeoGebra)**	**Hrt 2011a**
P (years)	219.3	223.2
n (°)	1.641	*1.612
T (year)	1903.51	1903.8
e	0.683	0.6479
a ('')	0.95	0.8798
i (°)	129.7	128.3
Ω (°)	314.1	324.7
ω (°)	357.46	325.7

Tabella 4. HLD 60. Confronto tra i dati ottenuti con GeoGebra e quelli presenti nel WDS (Hrt2011a). *dato calcolato

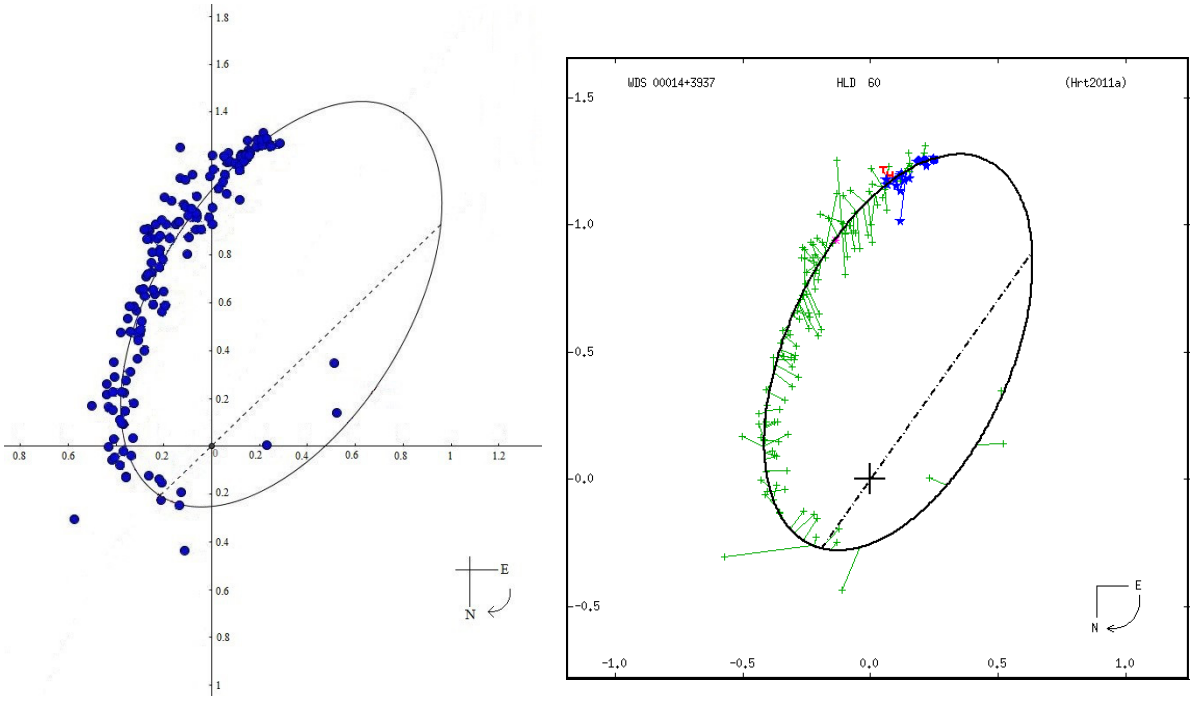


Figura 6. HLD 60. Confronto tra l'orbita apparente ottenuta con GeoGebra e quella ottenuta nel 2011 da Hartkopf.

Conclusioni

Sicuramente, il software GeoGebra si può ritenere un ottimo programma per il calcolo delle orbite.

Questi primi dati sull'orbita di HDO 182, rappresentano le prime basi sull'orbita di questo sistema; numeri che potranno essere confermati, corretti o smentiti da osservazioni e misurazioni successive. Inoltre, il confronto tra i dati e l'orbita ottenuti con GeoGebra e quelli già presenti nel WDS del sistema HLD 60, rappresenta la validità di questo software applicato sulle orbite delle stelle doppie.

Riferimenti

- *B. Novakovic and N. Todorovic*, **ORBITS OF FOUR DOUBLE STARS**; Serb. Astron. J. n. 172 (2006), 21 – 25

- *Richard L. Branham, Jr.,* ***CALCULATING THE ORBIT OF A DOUBLE STAR WITH VISUAL, SPECKLE, AND RADIAL VELOCITY DATA****; The Astronomical Journal, 134: 274-281, 2007 July*

- *Russell Genet, Henry Zirm, Francisco Rica, Joseph Richards, David Rowe, and Daniel Gray*, **Two New Triple Star Systems with Detectable Inner Orbital Motions and Speckle Interferometry of 40 Other Double Stars**; Journal of Double Star Observations, Vol. 11 No. 1S

- *Francisco Rica Romero,* **BU 787 AB: An Orbital Binary with Optical Nature**; Journal of Double Star Observations, Vol. 7 No. 3 July 1, 2011

- *Francisco Rica,* **Orbital Elements for BU 741 AB, STF 333 AB, BU 920 and R 207**; Journal of Double Star Observations, Vol. 8 No. 2 April 1, 2012

- *Diomar Cesar Lobao*, **Determination of The Orbital Elements of a Visual Binary Star**; http://www.professores.uff.br/diomar_cesar_lobao/material/Astro-Dio/SABP94-CERCA.pdf

- *Bruce MacEvoy*, http://www.handprint.com/ASTRO/bineye3.html

- *Paul Couteau*, **L'observation des étoiles doubles visuelles,** chapitre VI; literature

- *Núria Miret*, **CALCULATION OF VISUAL DOUBLE STAR ORBITS USING GEOGEBRA**; IV INTERNATIONAL Pro-Am MEETING BINARY & MUTIPLE STARS Vilanova i la Geltrú, 18-20 September 2015

- *El Observador de Estrellas Dobles n. 16* http://www.infoastro.com/dobles/oed16.pdf

- *Robert Grant Aitken*, **The binary stars,** chapter IV, pp 65-106; literature

- *The Washington Double Star Catalog* http://ad.usno.navy.mil/proj/WDS/wdstext.html#format

- *GeoGebra*, http://www.geogebra.org/

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato fatto grazie ai dati forniti da Brian Mason.

Ringrazio Núria Miret per aver reso noto il metoto di Vidal Abascal e GeoGebra, applicato come strumento per determinare e calcolare le orbite delle stelle doppie.

Grazie anche ad Edgardo Rubén Masa Martín, Juan-Luis González Carballo e Rafael Benavides Palencia per avere divulgato l'articolo che ha ispirato questo lavoro, presente sul OED16. Ringrazio anche Francisco Rica per la devozione e l'impegno sullo studio delle orbite delle stelle doppie.

Un particolare ringraziamento a Gianluca Sordiglioni per i consigli e i suggerimenti, utili alla creazione di questo lavoro.

Misurazioni astrometriche di 9 stelle doppie larghe nella costellazione dell'Auriga.

Luca Maccarini – *Monza e Brianza, Italy*

email: lmaccarini@gmail.com

Abstract

In questo articolo, sono presentate le misurazioni astrometriche di nove coppia di stelle in Auriga: ARY 36, BLL 14, DOB 4AE, HJL 1039AD, S 483, STF 905AC, STF 906AC, STFB 3AD, WAL 37AC; sono state eseguite misure di posizione angolare e separazione tra le componenti dei sistemi presentati in questo articolo, confrontate con le misurazioni riportate nel catalogo Washington Double Star.

Abstract

In this paper, I present the astrometric position of nine pair of stars in Auriga constellation: ARY 36 , BLL 14, DOB 4AE, HJL 1039AD, S483, STF 905AC, STF 906AC, STFB 3AD, WAL 37AC have been the target of my measurements of angular position an separation between the components of the systems presented in this article, compared with measurements reported in the Washington Double Star Catalog.

Introduzione

Per questo lavoro ho selezionato alcune coppie di doppie larghe situate nella costellazione dell'Auriga, le cui osservazioni, riportate nel Washington Double Star Catalog (1), in taluni casi, non erano aggiornate da almeno 10 anni . Nella Tabella 1 sono illustrati i dati di queste coppie di stelle, come di seguito indicato.

- Colonna 1 : WDS Catalog Identifier.
- Colonna 2 : la sigla dello scopritore e le componenti del sistema .
- Colonna 3-4: la posizione astrometrica riferita alle coordinate J2000.
- Colonna 5: la magnitudine nella banda V delle componenti.
- Colonna 6: l'ultimo anno di osservazione, tratto dal WDS Catalog.
- Colonna 7: Note (viene riportata la nomenclatura della componente principale).

La strumentazione utilizzata

La principale strumentazione utilizzata per l'osservazione di queste doppie larghe è un rifrattore apocromatico con un diametro di 65mm e rapporto di apertura f/6,5. Si tratta di uno strumento il cui obiettivo (vetro Ohara FPL-53) è caratterizzato da una buona lavorazione ottica e formato da un tripletto di lenti in aggiunta ad uno spianatore di campo incorporato che rendono il campo corretto con sensori fino a 44mm di diagonale.

Per non creare flessioni lungo l'asse ottico dello strumento e, soprattutto per non penalizzare l'ampio campo inquadrato, non ho aggiunto altri elementi ottici (lente di barlow, riduttore di focale) alla suddetta configurazione. Ho utilizzato il rifrattore su di una montatura equatoriale EQ5 con inseguimento siderale e sistema di puntamento "Goto", mentre ho utilizzato come software di acquisizione delle immagini "ArtemiseCapture", ossia quello in dotazione alla camera CCD.

Il campo inquadrato (FOV) dal suddetto strumento è risultato essere 39,4'x29,5' al fuoco diretto di una camera CCD monocromatica Atik Titan raffreddata (Delta T <=20° temperatura ambiente) ed equipaggiata con sensore Sony ICX424AL (Horizontal Resolution : 659 pixels, Vertical Resolution: 494 pixels; Pixel Size: 7.4 µM x 7.4 µM). La "scala immagine" (o campionamento) teorica è di 3,63"/pixel.

Calibrazione e misurazione astrometrica

Ho ripreso le immagini dalla mia postazione osservativa in Brianza il 07 novembre 2015 in presenza di un buon seeing. Grazie al basso rumore termico del sensore CCD Sony ICX424AL, e sfruttando il veloce rapporto di apertura del rifrattore, ho effettuato singole pose da 02-05 sec. variando l'esposizione a seconda della luminosità delle componenti del sistema. Per ogni coppia ho ripreso sino ad un massimo di 100 immagini "raw" in formato (non compresso) FIT.

Le immagini sono state elaborate con il programma ASTROART (2) applicando un "Dark frame" ed un "Flat field" per eliminare eventuali pixel caldi e l'ombra proiettata dai grani di polvere presenti sulla finestra ottica del sensore.

Ho eseguito la calibrazione astrometrica delle immagini di ogni coppia sia con il programma ASTROMETRICA (3), sia attraverso la piattaforma ALADIN Sky Atlas ed il databases SIMBAD del CDS (Centre de Données Astronomiques de Strasbourg) (4), in questo caso utilizzando la funzione "astrometrical Calibration" . I valori ottenuti dell'angolo di rotazione e del campionamento sono molto simili con entrambi i software : quelli calcolati dalla piattaforma ALADIN hanno un numero maggiore di cifre decimali e sono stati presi come riferimento.

Tramite il programma REDUC (5) ho gestito la misura di Theta e Rho delle componenti la coppie di stelle selezionando e ritagliando un riquadro tale da isolare ogni coppia di stelle da misurare dalle altre stelle di campo, eliminando il fattore di rischio che la misurazione operata in automatico dal programma non venisse falsata dall'eventuale presenza di altre stelle nelle immediate vicinanze della doppia.

Descrizione delle coppie di stelle osservate. (La magnitudine indicata è nella banda V ed è tratta dal Washington Double Star Catalog).

ARY 36

La componente principale di questo sistema e' HD 35327 una bella stella di color giallo di mag. +6,7 distante 110" dalla compagna HD 35314 di mag, +8,45. Una coppia facile da osservare i cui dati astrometrici sono sostanzialmente confermati.

BLL 14

HD 35556 e' la componente principale di questo sistema. Nel General Catalogue of Variable Stars, HD 35556 e' denominata come S Aur , variabile di tipo semiregolare (SR Clas.Type, C4 Sp.type).
Il periodo di pulsazione di questa SR è di 590,1 giorni. Diverse classi di stelle pulsanti sono ormai note per essere sottoposte ad un lenta variazione di ampiezza di luminosita' rapportata al Periodo di pulsazione ; queste classi di stelle includono stelle pulsanti giganti rosse (Carbon and Oxygen Red Giants) , le supergiganti , le supergiganti gialle. Analizzando 12 anni di osservazioni compiute dall'America Association of Variable Star Observer, un recente studio (Percy e Huang 2015) ha evidenziato un periodo secondario di 367,7 giorni con un ampiezza media di 0,61 mag. La curva di luce è dominata da grandi , lenti cambiamenti di luminosità.
S Aur ha una luminosita' variabile da mag. +8,20 a mag. +13,30 (in banda V - fonte AAVSO Chart 16069HJV) ed è separata da 192" dalla compagna HD 243596 di mag. +11,01.

DOB 4 AE

Interessante sistema formato da sei stelle la cui componente principale è HD 34411 di mag.+4,76 . Con la compagna TYC 2900-1278-1 di mag.+10,1 è separata da circa 177,5". Coppia di stelle molto "sbilanciate"per la notevole differenza di luminosita'.

HJL1039 AD

Sistema formato da quattro stelle.

La componente principale è la stella HD 31707 di mag. +8,43, lacompagna HD 31706 di mag.+7,66 dista 158,5". Bella coppia di color giallo-bianco facile da osservare e da misurare.

S 483 AB-AC-AD

E' un interessante sistema multiplo formato da cinque stelle. La componente principale è HD 35681 di mag. +6,47. Le componenti secondarie B,C, e D sono stelle da 3 a 5 magnitudini meno luminose, per cui ho dovuto porre una maggior attenzione alla misurazione astrometrica effettuando la centratura delle componenti in modalità "manuale".

STF 905 AC

La stella della componente A di questo sistema è HD 45372 di mag. +8,21 . La compagna TYC 2931-1947-1 di mag.+10,99. I valori di separazione (150,6") e dell'angolo di posizione (148,3°) sono confermati rispetto all'ultima misurazione del 2002.

STF 906 AC

La stella della componente A di questo sistema è HD 45373 di mag. +9,14. La compagna TYC 2434-0627-1 di mag.+11,12 è una stella rossa. I valori di separazione (156,3") e dell'angolo di posizione (142°) sono confermati rispetto all'ultima misurazione del 2002.

STFB 3 AD

È un sistema multiplo formato da 5 stelle. La componente principale è HD34411 di mag. +4,76. La compagna D (TYC 2900-0420-1) di mag.+9,70 è distante 213" . Tale valore di separazione è differente dall'ultima misurazione risalente all'anno 2003.

WAL 37 AC

Sistema multiplo formato da tre coppie di stelle. La componente principale e' AE Aur (HD 34078) di mag. +6,03 mentre la componente C (HD 34042) di mag. +9,40 dista 219".

Risultati

Relativamente alle misure delle coppie illustrate in Tabella 2, nelle colonne seguenti ho riportato i valori astrometrici :

- Colonna 5: Epoca dell'osservazione .
  La data e' stata convertita utilizzando "l'USNO JD converter utility" (6) per determinare la Data Giuliana .
- Colonna 6: angolo di posizione (Theta) in gradi (media delle misure).
- Colonna 7: Deviazione standard dalla misura di Theta, in gradi.
- Colonna 8: separazione delle due componenti (Rho) in arcsec (media delle misure).
- Colonna 9: Deviazione standard dalla misura di Rho, in arcsec.
- Colonna 10: numero finale delle immagini dalle quali e' stata dedotta la media delle misure di Theta-Rho.
- Le immagini di tutti i sistemi oggetto del presente lavoro sono illustrate nelle figg. 1-2-3-4-5-6-7-8-9.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare Gianluca Sordiglioni autore del sito web DOUBLE STAR DATABASE (7) che mi ha permesso la selezione delle doppie da osservare a fronte delle mie esigenze osservative e strumentali. Infine rivolgo un particolare ringraziamento a Giuseppe Micello, curatore del Bollettino delle Stelle Doppie (8) per il suo instancabile lavoro editoriale.

Riferimenti

(1) Brian D. Mason, Gary L. Wycoff, and William I. Hartkopf; Washington Double Star Catalog (+2001-2015) -http://ad.usno.navy.mil/wds/
(2) ASTROART 4.0 software by Dr. Ing. Martino Nicolini and Dr. Ing. Fabio Cavicchio - http://www.msb-astroart.com/
(3) ASTROMETRICA software by Herber Raab - http://www.astrometrica.at/
(4) CDS Centre de Données Astronomiques de Strasbourg, ALADIN Sky Atlas v.8.0 and SIMBAD Databases. NOMAD Catalog (Zacharias+ 2005) / 2MASS All-Sky Catalog of Point Sources (Cutri+ 2003) / UCAC4 Catalogue (Zacharias+, 2012) / PPMXL Catalog (Roeser+ 2010) / Stars within 25 pc of the Sun (Woolley+ 1970) / Henry Draper Catalogue and Extension (Cannon+ 1918-1924; ADC 1989) - / The Tycho-2 Catalogue (Hog+ 2000) - http://cdsweb.u-strasbg.fr/
(5) REDUC release 4.7 software by Florent Losse - http://astrosurf.com/hfosaf/
(6) USNO JD Convert Utility : http://aa.usno.navy.mil/data/docs/JulianDate.php
(7) Gianluca Sordiglioni, 2015 DOUBLE STAR DATABASE Search engine to the Washington Double Star Catalog (WDS), http://stelledoppie.goaction.it/
(8) Il Bollettino delle Stelle Doppie by Giuseppe Micello, Antonio Adigrat, Gianluca Sordiglioni https://sites.google.com/site/ilbollettinodellestelledoppie/

Bibliografia

Il Bollettino delle Stelle Doppie by Giuseppe Micello, Antonio Adigrat, Gianluca Sordiglioni https://sites.google.com/site/ilbollettinodellestelledoppie/archivio

R.W . Argyle (Editor), 2012 : Observing and Measuring Visual Double Stars – Second Edition, Springer .

Kholopov, P. N. et al., 1985, General Catalogue of Variable Stars, 4th ed., Moscow

Percy and Huang, 2015, Pulsation Properties of Carbon and Oxygen Red Giants - J. Amer. Assoc. Var. Star Obs., Volume 43.

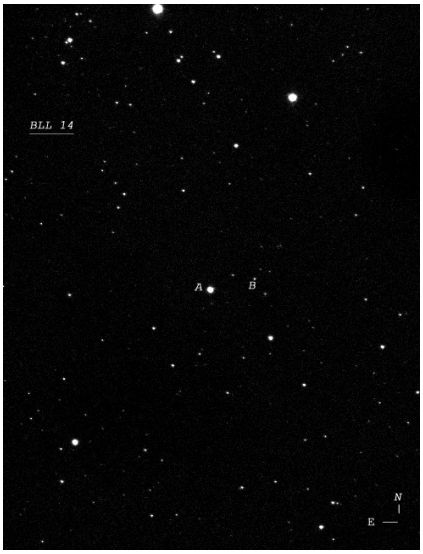
Tabella1. Stelle doppie osservate nella costellazione dell'Auriga

WDS identifier	Discover num (comp)	RAJ2000	DEJ2000	WDS Mag1 Mag2	Last year observation	Note
05255+3411	ARY 36	05 25 30.00	+34 11 10.9	+6,75 +8,48	2003	HD 35327
05271+3410	BLL 14	05 27 07.45	+34 08 58,9	+10,81 +11,01	2001	HD 35556 (S Aur)
05191+4006	DOB 4 (AE)	05 19 08.10	+40 06 02.3	+4,76 +10,10	2003	HD 34411
04593+3101	HJL 1039 (AD)	04 59 20.56	+31 00 49.5	+8,43 +7,66	2001	HD 31707
05280+3346	S 483 (AB) S 483 (AC) S 483 (AD)	05 28 00.92	+33 45 51.2	+6,47 +9,16 +6,47 +11,15 +6,47 +11,39	2004 2004 2004	HD 35681
06289+4007	STF 905 (AC)	06 28 53.76	+40 07 11,1	+8,21 +10,99	2002	HD 45372
06287+3723	STF 906 (AC)	06 28 44.86	+37 22 50.6	+9,14 +11,12	2002	HD 45373
05191+4006	STFB 3 (AD)	05 19 08.10	+40 06 02.3	+4,76 +9,70	2003	HD 34411
05163+3419	WAL 37 (AC)	05 16 18.15	+34 18 44.0	+6.03 + 9,40	2000	HD 34078 (AE Aur)

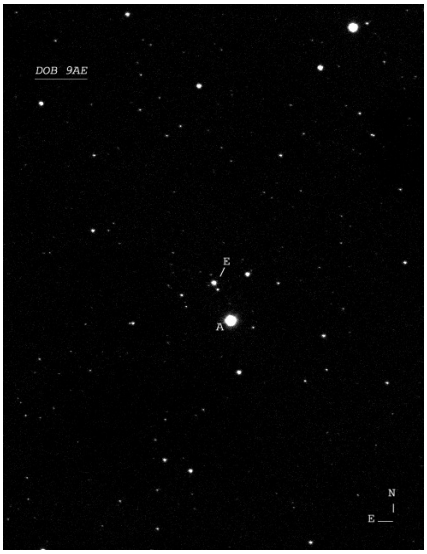
Tabella2. Misure astrometriche eseguite dall'autore in Novembre 2015

Wds Identifier	Discover	Wds Catalog Last Theta (°)	Wds Catalog Last Rho (")	Epoch Author Observer.	Observer Theta (°)	s.d.	Observer Rho (")	s.d.	Nr. measurements
05255+3411	ARY 36	247	110,2	2015.851	246,39	0,13	110,35	0,37	46
05271+3410	BLL 14	292	192,8	2015.850	291,96	0,03	192,65	0,05	39
05191+4006	DOB 4 (AE)	34	174,8	2015.851	31,13	0,13	177,44	0,22	60
04593+3101	HJL 1039(AD)	12	158,6	2015.850	11,99	0,21	158,42	0,05	65
05280+3346	S 483 (AB) S 483 (AC) S483 (AD)	42 344 325	108,8 123,5 125,9	2015.851 2015,851 2015,851	41,26 343,63 325,01	0,22 0,05 0,12	110,08 126,00 127,93	0,36 0,28 0,31	64 34 32
06289+4007	STF 905 (AC)	148	150,6	2015,851	148,31	0,22	150,61	0,18	51
06287+3723	STF 906 (AC)	142	156,3	2015.850	141,56	0, 20	156,27	0,18	48
05191+4006	STFB 3 (AD)	349	203,4	2015,851	348,72	0,10	213,14	0,16	50
05163+3419	WAL 37 (AC)	262	218,8	2015,850	261,95	0,16	218,82	0,38	57

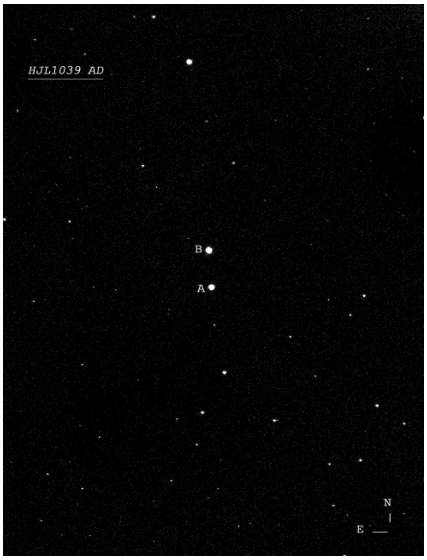
ARY 36



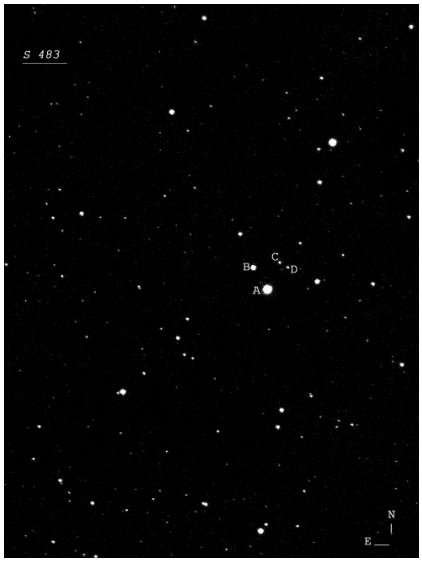
BLL 14



DOB 9AE

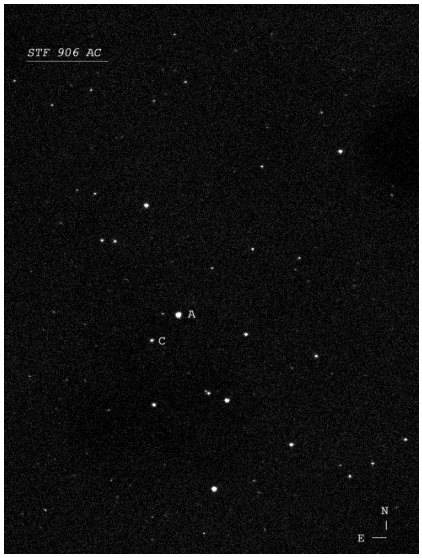


HJL1039 AD

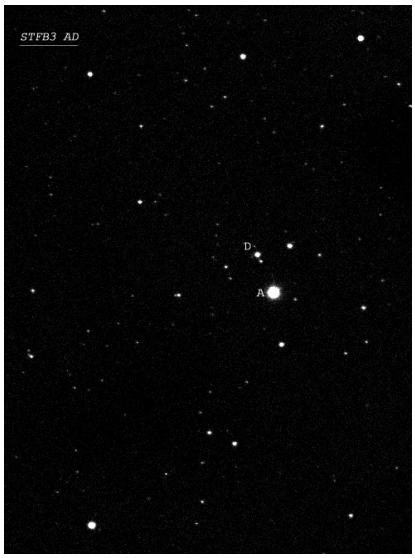


S 483

STF 905



STF 906



STFB 3 AD

WAL 37

Notizie sull'autore

Luca Maccarini ha iniziato ad interessarsi all'astronomia nel 1976. Il suo primo strumento e' stato un binocolo 7x50 con il quale ha stimato la luminosita' di molte stelle variabili di tipo Cefeidi ed a lungo periodo (Mira Ceti) collaborando con la sezione Stelle Variabili della UAI (Unione Astrofili Italiani), il GEOS(Groupe Europeen d'Observations Stellaires) e l'AAVSO (American Association of Variable Star Observer).
Nel 1987 ha preso parte alla misurazione astrometrica di alcune comete nell'ambito di una campagna di ricerca operata presso l'Osservatorio Astronomico di Genova (OAG - MPC code 974) divenendo coautore di alcune posizioni astrometriche pubblicate sulle Minor Planet Circular (MPC) edite dell'IAU - Minor Planet Center, struttura che opera presso lo Smithsonian Astrophysical Observatory.
Dal 2012, dalla sua postazione osservativa sotto un cielo suburbano, fotografa ed effettua misurazioni astrometriche di asteroidi, comete e stelle doppie non disdegnando, altresi', l'osservazione del Sole in luce bianca ed in H-Alpha .

Misurazioni astrometriche - Report anno 2015

Gianpiero Locatelli – *Maritime Alps Observatory, Cuneo, Italy*

email: locatellivet@inode.it

Abstract

Nell'articolo sono riportate le misure di astrometria relativa di stelle doppie condotte nel corso dell'anno 2015. In totale sono state misurate 306 coppie. Sono anche brevemente descritte la tecnica di ripresa della immagini e le metodiche di misurazione.

Abstract

This paper reports the relative astrometry measurements of double stars conducted in the year 2015. A total of 306 couples were measured. There is also a brief description of the capture technique of the images and measurement methods.

Introduzione

L'osservazione e le misure astrometriche costituiscono uno dei campi di ricerca nel quale maggiormente si concentra la passione dell'astronomo amatoriale che si dedica alle stelle doppie. Superate le prime fasi di apprendistato, nelle quali osserva le coppie più famose e più facili, l'amatore desidera generalmente indirizzare i propri sforzi su un programma osservativo ben preciso: può trattarsi di sistemi dimenticati, coppie strette, interferometria, aggiornamento di misure di uno specifico catalogo ecc.

Purtroppo però occorre fare i conti con il cielo. Molto spesso le condizioni di seeing non consentono di ricavare dalle immagini misure affidabili e quindi, per non dover chiudere l'osservatorio si ripiega sull'osservazione di altri target, che, pur non in condizioni ottimali, può comunque fornire dati di discreta qualità. Come conseguenza altrettanto spesso si rende necessario cambiare il setup strumentale per la ripresa delle immagini.

Nel corso del 2015 la mia attività di osservatore amatoriale si è più volte dovuta adattare alle condizioni del cielo e le misure riportate in questo articolo riflettono questa esigenza, coprendo una vasta gamma di sistemi, da quelli stretti e luminosi e quelli larghi e deboli.

Strumenti utilizzati

Nel precedente paragrafo ho accennato che in più occasioni mi è stato necessario cambiare il programma osservativo che mi ero preposto. Per forza di cose ho anche dovuto cambiare il setup strumentale.

Lo strumento di base è sempre lo stesso: il telescopio è uno Schmidt-Cassegrain di 25 cm. di diametro, rapporto focale f/10 su montatura EQ8 Skywatcher in postazione fissa. Accoppiato al telescopio principale si trova un piccolo rifattore di 8 cm. di diametro, utilizzato per la guida.

La cattura delle immagini è stata effettuata con svariati strumenti.

- Camera CCD Atik 314 L+ raffreddata con pixel quadrati di 6,45 micron di lato
- Camera QHY9 raffreddata con pixel quadrati di 5,4 micron di lato
- Camera DMK 41AU02 con pixel quadrati di 4,5 micron di lato.

A queste camere era sempre accoppiato un focheggiatore elettronico, mentre a seconda dei casi, sono stati aggiunti una ruota portafiltri e/o una lente di Barlow 2X.

Le varie combinazioni di questi strumenti hanno prodotto come risultato lunghezze focali variabili da circa 2700 mm. Fino a raggiungere circa 7200 mm. Il campionamento di conseguenza è andato da circa 1,6 arcosecondi per pixel (utilizzando la funzione binning) a circa 0,13 arcosecondi per pixel.

Tecniche di ripresa

Naturalmente anche le tecniche di ripresa ed i programmi di acquisizione delle immagini sono stati adattati allo strumento utilizzato.

Impiegando le camere raffreddate il software utilizzato era Nebulosity (Stark Labs) nelle sue varie versioni aggiornate nel corso dell'anno.

La calibrazione per angolo di posizione e lunghezza focale generalmente è stata ottenuta tramite il software Astrometrica (H .Raab), con il quale sono state altresì registrate le magnitudini; in aggiunta la calibrazione dell'angolo di posizione è stata controllata applicando il metodo della "strisciata" con il software Reduc (F. Losse). Con queste modalità di ripresa generalmente venivano riprese un centinaio di immagini, che nel caso di stelle molto deboli per le quali sono richiesti lunghi tempi di esposizione richiedono un considerevole impiego di tempo! Le misure di astrometria sono state ottenute principalmente tramite il software Reduc; in alcuni casi è stato utilizzato un foglio elettronico da me predisposto che calcola angolo di posizione e separazione a partire dalle coordinate fornite dal software Astrometrica; la formula matematica utilizzata è quella suggerita da Doug West (Bob Argyle).

La camera DMK 41 AU02 è stata sostanzialmente impiegata solo per quelle coppie di stelle relativamente luminose (di magnitudine inferiore a 8) e con separazioni molto piccole (per le mie condizioni strumentali).

L'utilizzo della lente di Barlow è stato frequente.

Il software di acquisizione è stato IC Imaging, anche in questo caso nei suoi successivi aggiornamenti.

In queste condizioni strumentali non è possibile l'utilizzo del software Astrometrica per calibrare le immagini, per cui si è fatto ricorso alla ripresa di stelle di calibrazione estratte dal Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars mantenuto dall'USNO.

La tecnica di ripresa nella stragrande maggioranza dei casi è consistita nel cosiddetto "Lucky Imaging". Per ogni coppia venivano riprese all'incirca tremila immagini con tempo di esposizione brevissimo, mai superiore al trentesimo di secondo; in seguito impiegando la funzione Best Of – Visual del programma Reduc si selezionavano manualmente solo le migliori immagini, molto spesso non più di un trentina, sulle quali venivano condotte le misure applicando, a seconda dei casi, una delle varie funzioni fornite dal programma Reduc.

Risultati

I risultati delle osservazioni e delle misurazioni sono riassunti nella Tabella 1. Nella colonna Note è riportato il filtro fotometrico utilizzato in alcune occasioni; si tratta di un filtro Rc (Richard-Cousins) con con punto medio di lunghezza d'onda a 645 nanometri. Negli altri casi non è stato utilizzato alcun filtro.

Software utilizzati

Nebulosity (C. Stark) - varie versioni - http://www.stark-labs.com

PHD Guiding - (C. Stark) http://www.stark-labs.com

Astrometrica (H. Raab)- http://www.astrometrica.at

Reduc -(F. Losse) http://www.astrosurf.com/hfosaf/

IC Capture - http://www.theimagingsource.com

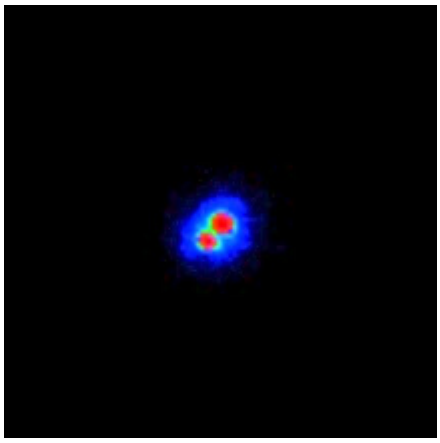
Siti WEB consultati e bibliografia

Questo studio ha fatto uso del Washington Double Star Catalog mantenuto presso il U.S. Naval Observatory. http://ad.usno.navy.mil/wds/wds.html

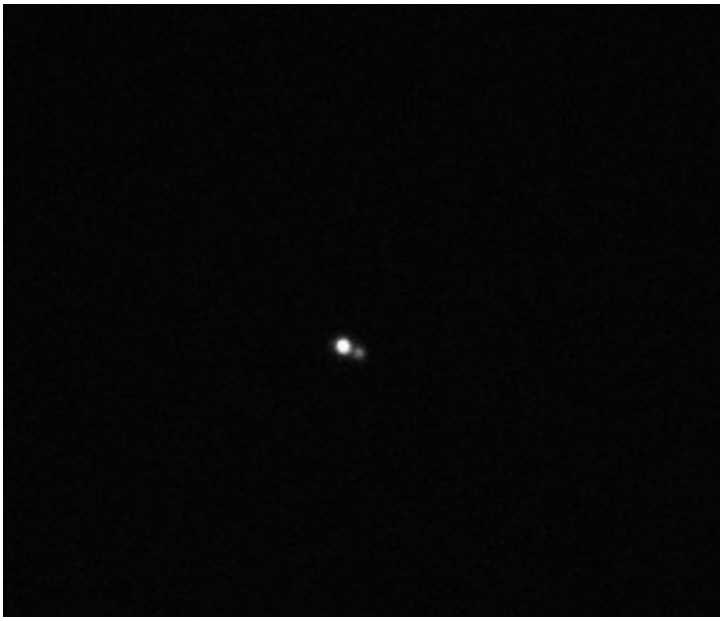
Stelle Doppie - Double Star Database è il database online sul cui utilizzo sono basati tutti i miei programmi osservativi. http://stelledoppie.goaction.it

USNO - Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/orb6

Bob Argyle - Observing and Measuring Visual Double Stars – pag. 203.



Bu 235



COU 1131

ES 424

STF 73

UC 2128

Discoverer	Comp	WDS	Θ °	sigma Θ	ρ “	sigma ρ	Δ mag	Note
BAL 2617		04455+0424	6,36		12,152		0,00	
STF 589	AB	04448+0517	277,03		4,443		0,31	
STF 654	AB	05133+0252	62,45		6,858			
STF 700		05231+0103	6,76		4,588			
HJ 318		00003+1642	61,05	0,23	25,279	0,101	3,60	
COU 645		00005+3114	146,61	1,25	4,840	0,351	5,50	
DAM 361		00011+2502	353,96	0,76	8,812	0,125	2,40	
POU 5882		00003+1642	38,16	0,76	8,063	0,141	0,50	
UC 1206		04443+0326	196,97	0,56	17,226	0,142	2,80	
BUP 68	AB	04444+1109	91,77	0,08	68,012	0,156	5,90	
BUP 68	BC	04444+1109	1,92	0,99	8,816	0,072	1,50	
HJ 683	AB	04458+3515	146,92	0,48	10,629	0,136	2,20	
HJ 683	AC	04458+3515	347,00	0,14	57,769	0,164	1,10	
GRV 218		04487+0525	5,64	0,59	13,748	0,173	1,20	
HJ 685		04494+0005	77,75		8,007			
STF 627	AB	05006+0337	260,22		21,257			
STF 700		05231+0103	6,85		4,735			
STF 919	AB	06288+0702	131,44		7,526			
UC 1206		04443+0326	200,87	0,69	17,189	0,195	3,10	
BAL 1276		04444+0208	120,98		4,845		2,00	
UC 1208		04453+0123	5,77	0,44	21,235	0,227	6,10	
GRV 218		04487+0525	9,62	0,99	13,725	0,228	1,20	
BU 732	AB	00004+0830	150,56		5,734		1,80	
BAL 1277		04496+0157	206,82	0,74	6,822	0,221	0,60	
BAL 2126		04499+0345	55,39	1,18	7,408	0,173	0,50	
BAL 665		04510-0003	232,16		9,931		2,50	
BAL 31		04522-0221	65,80	1,22	6,460	0,160	1,50	
LMP 32		04526+0023	202,74	0,31	22,968	0,157	0,40	
BAL 1652		04536+0259	332,21		9,800	0,000	1,50	
UC 1229		04538+0354	261,44	0,75	13,718	0,210	2,50	
BAL 32		04543-0154	302,95	0,41	17,862	0,162	0,32	
AOT 16		04544+0813	340,24	0,52	14,813	0,194	2,00	
STT 90	CD	04549+0836	319,79	0,69	11,644	0,087	0,50	
STT 90	AC	04549+0836	96,58	0,23	39,541	0,138	6,60	
GWP 950		07563+1323	203,25	0,35	44,011	0,349	0,30	Rc
STF 1162		07163+4813	327,27	0,50	9,035	0,112	2,50	Rc
SLE 453		08018+1154	308,40	0,28	19,802	0,113	1,90	Rc
TDS 5361		07563+1748	129,21		2,873		0,10	Rc
LDS 3768		07586+1530	208,22	0,58	16,061	0,108	1,10	Rc
SLE 454		08023+1158	14,10	0,79	8,824	0,142	2,10	
HU 868		09231+1410	59,30		4,428		2,50	
GRV 822		10520+0851	224,02		8,089		0,20	
J 80		10520+0635	219,60		3,965		0,40	
BAL 530		10598-0200	252,94	0,32	10,992	0,134	2,60	Rc
BAL 1156		11041-0031	95,38	0,57	9,101	0,127	1,30	Rc
BAL 864		11070-0046	325,10		4,105		1,80	Rc
BAL 1283		04458+3515	136,60		4,607		0,10	
BAL 1284		05078+0115	318,90	0,81	10,593	0,230	0,80	
POU 439		04202+2457	196,80		17,333		2,30	
POU 444		04233+2516	343,60	0,85	15,561	0,176	1,80	
POU 566		05094+2350	291,61	0,88	10,743	0,203	1,00	
POU 713		05325+2404	120,60	0,59	13,634	0,240	2,30	
POU 767		05435+2443	169,25	0,71	12,662	0,251	0,40	
POU 768		05437+2504	270,98	1,08	11,471	0,297	3,10	
POU 364		04038+2402	217,59	0,42	17,582	0,141	0,70	
POU 387		04056+2330	216,91	0,71	8,391	0,166	1,00	
POU 425		4139+2341	36,07	1,09	9,025	0,194	0,80	
POU 447		04243+2506	150,77	0,98	11,352	0,147	0,00	
POU 1010		06086+2438	349,49	0,54	9,472	0,104	1,60	

POU 1014		06087+2310	113,87	0,59	12,103	0,161	0,30	
POU 1013		06087+2313	264,36	1,08	6,332	0,159	2,10	
POU 1015		06087+2321	81,07	0,61	9,152	0,100	0,00	
POU 1019		06087+2416	13,13	0,46	12,914	0,133	0,50	
POU 1024		06089+2420	54,37	1,17	6,926	0,346	2,30	
POU 1027		06090+2329	245,63	0,44	19,492	0,095	1,20	
POU 1028		06091+2445	238,42	1,47	9,505	0,100	0,10	
POU 2579		07136+2325	259,94	1,06	6,501	0,114	0,90	
POU 2610		07156+2246	181,79	0,77	8,528	0,187	2,00	
STF 1035		07120+2217	40,71	0,70	8,900	0,183	0,20	
UC 1571		07234+3259	286,69	0,55	7,914	0,110	0,30	Rc
NI 14		07267+2659	331,84	0,93	5,360	0,044	2,70	Rc
HJ 467		09338+2621	276,90	0,58	8,817	0,099	1,60	Rc
GWP 1196		09343+1409	102,97	0,71	8,087	0,123	2,20	
HJ 2502		09425+1813	16,61	0,45	10,434	0,080	1,80	
HDS 1348		09231+2218	343,45	0,65	8,296	0,116	1,80	
GRV 789		09287+1128	16,57	0,49	13,055	0,194	2,90	
MLB 523		09301+2736	98,97		5,236		1,00	
ES 428		09365+2820	202,83	0,75	13,453	0,155		
STF 1482		10522+0728	305,72	0,51	12,012	0,121		
HJ 837		10478+0733	350,43	0,77	17,402	0,243		
WEI 26		11012+2105	173,94	0,59	14,327	0,135		
HJ 681		04400+3534	148,06	0,55	11,685	0,163	0,00	
ES 2410		04458+3515	261,61		4,720		0,00	
MLB 1004		04509+3926	118,05		5,646		3,50	
SEI 53		06016+3739	357,82	0,34	14,424	0,142	0,50	
BVD 9		05015+3742	120,95	0,79	8,179	0,099	3,80	
MLB 1005		05018+3602	230,48	0,64	10,927	0,220	2,10	
HJ 349		04477+3446	86,65	0,53	10,545	0,161	0,50	
ALI 66		04508+3607	193,32	0,15	12,017	0,088	1,50	
ALI 1042		04508+3935	358,75	0,46	11,300	0,066	2,00	
HJ 350		04509+3448	129,23		5,448		0,00	
BU 315		05031+4933	226,46	0,57	10,792	0,130	1,90	
ES 1719		05044+4032	23,23		5,026		3,60	
HJ 2264		05308+4755	130,65	0,78	6,647	0,046	2,40	
STI 601		06295+5920	71,43	0,53	9,190	0,114	0,10	
STI 2143		06300+5757	85,38	0,36	13,279	0,075	0,60	
STF 916	AB	06342+5639	253,72	0,30	9,491	0,109	1,30	
STF 916	AC	06342+5639	338,98	0,12	57,043	0,089	2,10	
HJ 2338		06487+5557	260,28	0,23	19,673	0,060	4,00	
STF 934		06391+5503	331,61	1,18	4,064	0,062	0,80	
STF 1044		07164+4738	169,47	0,28	13,055	0,052	0,40	
STF 1040		07163+4813	260,74	0,46	7,286	0,059	2,00	
UC 1560		07177+5235	348,98	0,52	12,371	0,109	2,10	
GRV 790		09307+3710	212,32	0,25	25,974	0,084	0,50	
STF 599	AB	04511+4458	336,24	0,26	10,489	0,062	1,60	
STF 599	AC	04511+4458	33,19	0,37	18,001	0,127	5,70	
STF 599	BC	04511+4458	69,22		14,992		4,10	
UC 75		05107+3229	130,24	0,18	29,562	0,096	0,60	
TOB 23		05118+4420	330,79	0,26	16,061	0,129	1,60	
HJ 435		08020+2532	104,63	0,21	12,913	0,103	0,50	
CBL 30	AB	08021+5846	239,37	0,09	25,322	0,092	3,00	
CBL 30	AC	08021+5846	227,26	0,23	25,426	0,134	5,60	
UC 1635		08024+3854	278,94	0,16	23,017	0,103	2,10	
COU 182		12190+1828	52,31		4,210		0,60	
WFC 61		08061+1415	33,93	0,49	10,552	0,035	1,40	
SLE 326		08067+1321	215,01	0,55	10,008	0,155	0,80	
ES 424		08071+3457	73,26	0,63	5,928	0,065	2,40	
HJ 80		08072+1219	105,79	0,37	22,190	0,113	2,40	
COU 91		08082+2106	144,83	0,67	10,614	1,191	1,60	

ALI 1088		10001+3901	116,32	1,03	6,148	0,148	0,30	
UC 1861		10009+4938	108,93	1,06	7,495	0,173	1,00	Rc
UC 151		10107+3955	190,19	0,08	83,027	0,154	1,70	Rc
UC 1904		10169+4029	315,72	0,60	20,205	0,160	0,30	
UC 1795	AB	09278+4019	85,89	0,13	48,109	0,113	2,20	
UC 1795	AC	09278+4019	94,70	0,16	46,151	0,129	2,60	
UC 1795	BC	09278+4019	194,73	0,41	7,446	0,094	0,40	
UC 1863		10014+0744	140,99	0,25	20,770	0,160	2,60	
HJ 2593		12006+3954	333,08		24,885		3,60	
STF 1693		12567+0701	332,44		8,626		0,80	
LDS 5764	AB	12576+3514	226,82		16,044		2,30	
UC 2296		12136+2112	335,27		8,922		1,00	
UC 1880		10078+3155	289,93		11,957		3,00	
UC 1888		10102+6456	293,57		8,310		0,30	
UC 1923		10242+3903	243,73		5,539		0,40	
CBL 44		10425+3205	327,61		14,723		1,80	
FMR 96		10470+2437	50,45		9,651		1,70	
GRV 812		10092+3320	214,47		28,427		0,10	
CBL 48		11139+2159	189,30		15,467		1,60	Rc
UC 2104		11135+0820	324,00		4,689		3,10	Rc
UC 2128		11234+1930	155,46	0,27	10,399	0,049	0,20	Rc
HJ 2593		12006+3954	332,94		25,008		3,50	
COU 1131		13004+3856	243,76		3,372		1,30	
ES 2470		12073+3253	138,12		3,980		1,30	Rc
GRV 862		13059+1549	205,69		27,402		0,60	Rc
ES 607	AB	13004+3856	223,59	0,62	6,087	0,073	1,90	Rc
A 683		13076+2927	327,50		3,500		5,10	Rc
STF 1715		13042+1924	230,99	0,61	7,099	0,094	0,70	Rc
STF 1719	AB	13073+0035	358,49	0,36	6,938	0,101	0,60	Rc
COU 2708		13081+2325	78,56	0,81	3,458	0,272	1,00	Rc
STF 1712		13035+0928	332,30	0,36	9,003	0,093	0,40	Rc
HJ 1226		13038+4056	191,12	0,23	12,107	0,075	0,00	Rc
J 2103		13050+1304	199,99	0,94	2,844	0,094		Rc
STT 259		13077+2401	21,42	0,06	38,998	0,081	0,40	Rc
GRV 864		13097+3355	214,59	0,08	24,599	0,057	0,10	Rc
UC 2510		13166+3818	12,15		6,670		1,10	Rc
AG 344		13068+2836	156,12	0,19	18,797	0,057	0,20	Rc
SLE 914		13076+2822	34,45		8,477		0,60	Rc
HJ 2461		13089+0800	219,03	0,24	12,700	0,041	0,50	Rc
A 2070	AB	14420+1753	215,44	1,50	3,454	0,109	4,10	Rc
HDS 2170		15263+0752	186,65	0,17	13,506	0,065	2,00	Rc
SLW 684		12069+3921	19,92		8,242		0,10	Rc
LDS 4181		12076+1534	105,80		14,514		0,70	Rc
SLW 688		12100+3451	207,11		11,155		1,60	Rc
CVR 131		13005+2900	310,40		33,167		0,70	Rc
SKF 1350		14062+5448	322,56		4,646		1,60	Rc
BPM 613		14057+1537	340,27		48,941		0,30	Rc
SKF 341		14108+3642	277,86		2,837		1,20	Rc
SLW 970		14085+3155	24,92	0,18	37,143	0,065	1,49	Rc
GRV 1206		14313+4910	334,09	0,28	15,805	0,037	0,25	Rc
SLW 1180		16280+2544	73,59	0,56	10,574	0,132	0,81	Rc
COU 403		14216+2604	38,12	0,63	3,885	0,112	1,10	Rc
FMR 122		16018+2519	193,36	0,34	8,286	0,026	1,10	Rc
CVR 819		16235+3404	218,10		8,128		2,20	Rc
STF 1888	AB	14514+1906	302,66		5,708			Rc
LDS 4667	AB	16244+3250	287,62	0,69	10,287	0,089	1,80	Rc
J 443		15288+0719	241,01	0,72	4,114	0,281	2,60	Rc
ES 1558		18007+4145	297,60	0,58	6,280	0,314	3,80	Rc
CVR 875		20508+1702	73,46	0,52	20,327	0,058	0,40	Rc
J 2124		18153+2012	348,93	0,54	4,007	0,045	2,20	Rc

CRI 28		22404+0754	98,45	0,31	13,051	0,040	0,90	Rc
STF 2417	AB	18562+0412	105,24	0,16	22,514	0,062	0,30	Rc
KU 129	AB	20522+2917	104,00	0,30	15,146	0,066	3,30	Rc
KU 129	AC	20522+2917	38,85	0,06	46,105	0,038	2,60	Rc
FMR 162		20578+1339	291,65		12,809		0,10	Rc
CRB 208		20112+5638	237,90	0,33	11,045	0,015	0,90	Rc
STF 2010	AB	16081+1703	13,35	0,21	26,885	0,102		Rc
STF 2272	AB	18055+0230	125,70	0,38	6,625	0,051		Rc
STF 2449		19064+0709	289,39	0,43	8,001	0,051		Rc
J 2583	AB	19134-0545	162,54	0,72	4,275	0,184		Rc
J 2583	AC	19134-0545	314,93	0,05	34,789	0,065		Rc
ARN 109		20023+1835	191,44	0,11	30,681	0,077	0,70	Rc
MRI 59		22050+5505	80,91	0,01	65,711	0,070	3,00	Rc
HJ 1722		22057+3156	51,64	0,14	19,189	0,119	2,10	Rc
CVR 941		22214+0920	135,51	0,39	11,990	0,236	1,30	Rc
JNN 113		17250+2109	24,40		3,206		0,30	Rc
CVR 868		18007+4145	206,52		28,720		0,70	Rc
STF 2398		18428+5938	179,62	0,31	11,566	0,049	0,72	Rc
LDS 1892		18444+7600	30,68	0,06	21,242	0,038	3,20	Rc
RAP 5		19103+4227	183,60	0,57	7,444	0,055	1,40	Rc
STF 163		01513+6451	37,28	0,15	34,423	0,122	3,40	Rc
CVR 310		00144+0424	269,55	0,30	25,561	0,199	1,70	Rc
WOR 1		02070+4512	327,45	0,05	32,969	0,036	4,50	Rc
BKO 12		02070+4512	272,56	0,20	11,318	0,029	4,10	Rc
ES 610		00066+5501	203,86	0,69	4,214	0,088	1,20	Rc
ES 2400		00032+3315	105,48	0,38	6,030	0,035	0,50	Rc
ES 1126		00096+4758	318,42	0,41	6,338	0,049	1,10	Rc
ES 747		00108+5034	180,98	1,06	2,843	0,106	1,30	Rc
HO 172	AB	21519+4221	81,76	0,44	10,639	0,096	3,10	Rc
DAM 229	AC	21231+3144	21,54	0,28	14,215	0,089	3,40	Rc
ES 1005	AB	21195+5048	144,61	0,39	11,652	0,102	1,10	Rc
ES 1005	BC	21195+5048	127,24	3,41	2,561	0,482		Rc
LDS 1049		21011+3315	94,89		56,625		0,70	Rc
LDS 1019		19137+1335	332,81	0,34	17,660	0,134	2,40	Rc
J 2990		19400+1127	186,27	0,50	8,139	0,035	1,80	Rc
ARY 24		20165+3703	306,82	0,03	96,342	0,050	3,10	Rc
HJ 2926		20051+0435	345,62	0,30	17,862	0,102	4,30	Rc
COU 31		20078+3055	325,68	0,37	11,075	0,124	3,30	Rc
LDS 1046		20446+0854	344,37	0,30	15,071	0,064	1,20	Rc
AG 412		21010+1301	233,42	0,54	10,085	0,084	3,20	Rc
J 1725		21526+1609	51,03	0,25	8,516	0,034		Rc
J 2704		21598+3515	153,23	0,56	3,689	0,056		Rc
J 2950		19104+1953	129,66	1,02	4,542	0,111	0,50	
SLE 981		20163+3829	259,74	0,19	11,283	0,128	0,30	
DEA 62		22105+3049	240,19		18,710		8,80	
GIC 193	AB	23294+4128	214,00	0,22	17,717	0,088	0,70	
STF 3022	AB	23309+5825	226,24	0,16	20,387	0,079	1,90	
STF 3022	AC	23309+5825	190,59	0,03	117,647	0,087	3,60	Rc
AG 422		22324+5313	35,18	0,35	9,227	0,062	2,20	Rc
ES 262		22369+3741	166,06	1,54	5,061	0,162	1,90	Rc
A 721		20085+4622	43,25		3,705		2,70	Rc
A 1456	AB	22112+5347	172,84	0,92	6,236	0,131	2,80	Rc
A 1456	AC	22112+5347	200,59	0,60	7,468	0,052	2,90	Rc
A 1456	BC	22112+5347	256,74	0,42	3,516	0,046	0,10	Rc
A 1456	BD	22112+5347	175,21	1,14	12,740	0,086	2,70	Rc
STF 2161	AB	17237+3709	320,65		4,009			Rc
HO 183	AB	22248+2233	220,78	0,75	2,386	0,155		Rc
CVR 976		23103+1152	5,23	0,36	22,851	0,041	0,70	Rc
STF 2725	AB	20462+1554	10,85	1,15	6,378	0,055		Rc
STT 437	AB	21208+3227	18,71	0,83	2,395	0,123		

STF 3050	AB	23595+3343	338,79	0,31	2,389	0,021		
STF 61		00499+2743	115,53	0,17	4,273	0,112		
STF 2799	AB	21289+1105	260,74	0,42	1,883	0,110		
STF 3062		00063+5826	357,10	0,66	1,381	0,045		
STT 395		20020+2456	127,05	1,55	0,735	0,076		
BU 720		23340+3120	100,71	1,57	0,505	0,079		
STF 73	AB	00550+2338	328,56	1,66	1,050	0,071		
STF 2742		21022+0711	212,84	1,19	2,854	0,158		
STF 2909		22288-0001	163,11	0,68	2,327	0,144		
STF 2863		22038+6438	273,50	1,06	8,123	0,067		
STF 227		02124+3018	68,03	1,52	4,062	0,090		
STF 2854		22044+1339	83,29		1,447			
STF 2872	BC	22086+5917	304,57	1,03	0,885	0,074		
STF 79		01001+4443	193,20	0,79	8,009	0,152		
STF 138	AB	01360+0739	58,22	0,62	1,760	0,096		
STF 2382	AB	18443+3940	345,80	1,02	2,360	0,184		
STF 2789	AB	21200+5259	113,36	1,17	6,943	0,067		
STT 508	AB	23488+6213	193,80	2,23	1,513	0,072		
STF 205	A,BC	02039+4220	62,81	0,59	9,753	0,143		
SKF 1023		23494+1859	306,38	0,76	24,058	0,069	1,80	
LDS 863	AB	00164+1950	58,54	345,08	25,128	0,133	1,40	
GIC 174		22028+1207	126,50	0,73	31,799	0,050	2,60	
MLB 481		20339+2923	344,65	1,71	3,992	0,061		
HJ 2878		19319+0345	159,75	0,80	17,777	1,166	4,10	
WNO 12	AB	00012+1357	203,52	0,13	11,670	0,065	0,30	
STT 547	AB	00057+4549	188,54	0,11	6,022	0,072	0,10	
LDS 864		00180+2057	233,98	0,07	9,430	0,064	0,80	
GIC 17		01029+4702	30,64	0,64	15,216	0,171	2,10	
GIC 151		18180+3846	277,35	0,25	9,953	0,050	2,00	
GIC 152		18251+3016	125,66		26,795		5,00	
STI 2739		22231+5508	156,39	0,28	9,095	0,045	3,70	
UC 276		22373+2225	168,82	0,32	15,387	0,077	2,70	
FMR 33		00445+1935	254,29	0,24	9,040	0,051	1,10	
UC 412		00390+3906	352,70	0,91	3,677	0,175	1,40	
MLB 149	AB	23482+5754	269,38	0,20	3,405	0,129	1,60	
MLB 149	AC	23482+5754	165,99	0,75	13,455	0,153	1,10	
MLB 149	AD	23482+5754	238,51	0,13	34,956	0,045	0,70	
GRB 34	AB	00184+4401	64,39	0,91	34,269	0,142	3,00	
GRB 34	AC	00184+4401	180,87		62,455		2,90	
STF 255		02246+5959	0,44	1,16	6,742	0,129	0,40	
STF 227		02124+3018	68,28	0,18	3,944	0,038		
STI 2649		22136+5514	294,87	0,09	12,414	0,087	2,20	
GWP 40		00197+1951	262,82	0,09	52,841	0,041	0,10	
ES 704		00001+5400	115,84	0,07	4,375	0,085	1,90	Rc
COU 444		00005+2031	40,45	0,27	4,157	0,066	3,10	Rc
STI 1253		00016+6107	149,54	0,75	6,830	0,140	2,40	Rc
HJ 10	AB	01052+1250	313,55	0,25	5,003	0,037	1,20	Rc
HJ 10	AC	01052+1250	57,29	0,11	8,930	0,100	0,90	Rc
HJ 10	BC	01052+1250	83,03	0,54	11,225	0,025	0,30	Rc
SKF 5		04012+1206	93,91	2,34	5,470	0,203	0,40	Rc
ALI 1051		05143+3928	289,41	0,41	5,232	0,086	0,50	Rc
BAL 2154		05393+0348	2,58	0,60	6,100	0,051	0,60	Rc
AC 1		00209+3259	289,37	0,51	1,812	0,074		Rc
STF 212		02062+2507	160,06	0,47	1,898	0,039		Rc
STF 333	AB	02592+2120	209,27	0,41	1,309	0,052		Rc
STF 2950	AB	22514+6142	271,70	0,78	1,027	0,062		Rc
STF 174		01501+2217	162,78	0,70	2,833	0,069		Rc
STF 400	AB	03350+6002	266,94	0,89	1,555	0,035		Rc
STF 3042		23519+3753	86,02	0,58	5,712	0,036		Rc
STF 232		02147+3024	66,08	0,88	6,511	0,046		Rc

STF 162	AB	01493+4754	200,26	0,91	1,893	0,071		Rc
STF 369		03171+4029	29,79	0,68	3,575	0,052		Rc
BU 235	Aa,Ab	01106+5101	140,94	1,01	0,783	0,047		Rc
STF 494		04089+2306	187,29	0,63	5,174	0,077		Rc
STF 291	AB	02411+1848	117,08	0,59	3,319	0,080		Rc
STF 228		02140+4729	300,19	1,27	0,593	0,061		Rc
STF 427		03406+2846	207,63	0,81	6,947	0,065		Rc

Misurazioni astrometriche del sistema σ Orionis relative al programma osservativo Pro-Am

Gianluca Sordiglioni - *inzet@yahoo.com*
Andrea Mantero - *manteandrea@libero.it*
Gianpiero Locatelli - *locatellivet@inode.it*
Gianni Galli - *gllgianni@alice.it*

Abstract

Nel numero precedente n° 16 del Bollettino proponevamo una collaborazione Pro-Am (professionisti-amatori) di osservazione del sistema Sigma Orionis, raccogliendo l'appello lanciato alla conferenza sulle stelle doppie di Vilanova i la Geltrù, Spagna. In questo articolo vengono presentate le misure ottenute dagli autori.

Abstract

In the latest issue of Il Bollettino delle Stelle Doppie #16 we presented a Pro-Am collaboration proposal to measure double stars in the Sigma Orionis system, picking up the call made at the double stars conference in Vilanova i la Geltrú, Spain. In this article we present the measurements obtained by authors.

Dalla pubblicazione dell'articolo sul precedente numero de "Il Bollettino delle Stelle Doppie" quasi subito si è creato un nucleo di appassionati italiani che si è messo al lavoro: infatti, nello stesso numero, sono state pubblicate le prime misure effettuate all'osservatorio Val di Fiemme e in questo articolo presentiamo i risultati finali di tutti gli autori. Le misure si sono concentrate durante il periodo invernale, quando la costellazione di Orione si trovava in posizione osservativa ottimale dalle nostre latitudini.

Si tratta, a nostra conoscenza, del primo caso di osservazione congiunta Pro-Am di stelle doppie in Italia. È un risultato che ci rende orgogliosi perché un buon numero di osservatori ha risposto all'appello; inoltre, ci ha fatto capire come gli astronomi amatoriali possono contribuire fattivamente ad incrementare la conoscenza sulle stelle doppie. Abbiamo anche sentito un forte legame tra noi che vorremmo trasmettere a tutti i lettori, esortandoli a misurare e condividere le esperienze, che sono alla base della crescita della nostra comunità italiana. Ed infine, ma primo per importanza, le numerose email di aggiornamento hanno reso più forte l'amicizia che ci lega con i nostri cugini spagnoli a cui tanto dobbiamo per averci accompagnato nei primi passi quando in Italia ancora non esistevano molti astrofili in grado di pubblicare misure assiduamente.

Veniamo ora alle misure. Per le tabelle si faccia riferimento all'articolo di pag. 34 pubblicato su BolSD n. 16 del gennaio 2016.

Sigma Orionis by Andrea Mantero

Tabella I

discov#	comp	coord	epoch	Θ	θ σ	ρ	ρ σ	m1	m2	d_mag	obs	notes
STF 761	AB	053837 -023313	2015	203		67,7		7,9	8,4	0,5	33	
		Gianluca Sordiglioni	2015,996	202,53	0,15	67,911	0,053			0,25	63	1
		Gianpiero Locatelli	2016,024	202,47	0,1	68,225	0,047	8	9,2	1,2		
		Gianpiero Locatelli	2016,030	202,44	0,05	68,132	0,08	7,4	8,1			
STF 761	AC	053837 -023313	2015	209		71,7		7,9	8,6	0,7	18	
		Gianluca Sordiglioni	2015,996	208,77	0,05	71,717	0,041			0,47	34	1
		Gianpiero Locatelli	2016,024	208,63	0,06	72,121	0,084	8	9,5	1,5		
		Gianpiero Locatelli	2016,030	208,65	0,04	72,147	0,05	7,4	8,4			
STF 761	AD	053837 -023313	2015	308		32,4		7,86	11,85	3,99	8	
		Gianluca Sordiglioni	2015,996	308,08	0,22	32,507	0,057			3,61	100	1
		Gianpiero Locatelli	2016,024	308,18	0,42	32,642	0,068					
		Gianpiero Locatelli	2016,030	308,32	0,16	32,651	0,075	7,4	11,3	3,9		
SHJ 65	AB,H	053845 -023600	2000	125		306,7		3,8	8,1	4,3	5	
		Andrea Mantero	2015,922	125,12		306,293					1	
		Gianni Galli	2016,098	125,18	0,04	306,94	0,198			3,55	14	
SHJ 65	AB,I	053845 -023600	2000	60		524,1		3,8	8,4	4,7	4	
		Andrea Mantero	2015,922	59,91		525,125					1	
		Gianni Galli	2016,098	60,04	0,02	524,67	0,142			4	13	
STF 762	AB,C	053845 -023600	2013	239		11,2		3,8	8,8	5	42	
		Gianluca Sordiglioni	2015,996	237,76	0,22	11,509	0,085			3,9	56	1
		Gianni Galli	2016,098	237,36	0,37	11,582	0,101			4,55	8	
STF 762	AB,D	053845 -023600	2015	86		12,9		3,8	6,6	2,8	82	
		Gianluca Sordiglioni	2015,996	83,93	0,22	12,846	0,148			1,41	59	1
		Gianpiero Locatelli	2016,041	84,97	0,28	12,955	0,057					
		Gianni Galli	2016,098	84,86	0,43	12,942	0,034			2,1	12	
STF 762	AB,E	053845 -023600	2015	62		41,2		3,8	6,3	2,6	74	
		Andrea Mantero	2015,922	60,799		41,199					1	
		Gianluca Sordiglioni	2015,996	61,62	0,14	41,26	0,104			1,25	48	1
		Gianni Galli	2016,098	61,94	0,27	41,49	0,109			1,96	12	
STF3135	AB,F	053845 -023600	2011	324		209,6		3,8	7,9	4,1	10	
		Andrea Mantero	2015,922	323,618		208,672					1	
		Gianluca Sordiglioni	2015,996	323,61	0,11	206,75	0,109			2,79	106	1
		Gianni Galli	2016,098	323,68	0,03	208,019	0,205			3,23	13	
PLT 1	AB	053834 -024414	2000	55		40		12,2	13,83	1,6	4	
		Gianluca Sordiglioni	2015,996	55,04	0,23	39,962	0,176			0,1	42	1
		Gianni Galli	2016,098	55,13	0,1	40,091	0,099			1,99	10	

		Gianpiero Locatelli	2016,074	55,04	0,34	39,95	0,86	11,2	13,5	2,3	1	2
DAM 51	AC	053834 -024414	2000	53		16,8		12,2	14,4	2,2	3	
		Gianluca Sordiglioni	2015,996	53,76	0,19	16,649	0,238			1,78	29	1
		Gianpiero Locatelli	2016,074	53,19		16,857		11,2	15	3,8	1	2

Notes

1) pubblicato su BolSD n. 16 pag. 41
2) Rc mag

In questa tabella solo BU 1032 AB e TRN 19 AB,G non sono state osservate. La prima per via della separazione molto stretta (0,2 arcsec); la seconda per la forte differenza di magnitudine unita ad una separazione stretta.

Tabella III

In questa tabella abbiamo avuto una sola osservazione grazie a Gianpiero Locatelli dovuta alla difficoltà di separazione delle componenti.

Name	coord	pair	epoch	θ	θ σ	ρ	ρ σ	Δmag	Δmag σ	Notes
[W96] 4771-899	05 38 48.036 -02 27 14.19	AC		170	10	0,4	0,08	0,337	0,019	
	Gianpiero Locatelli	AB	2016,055	284,32	1,1	7,509	0,114	4,2		1

Notes

1) M1 = 12.2 ; M2 = 16,4 unfiltered

Tabella IV

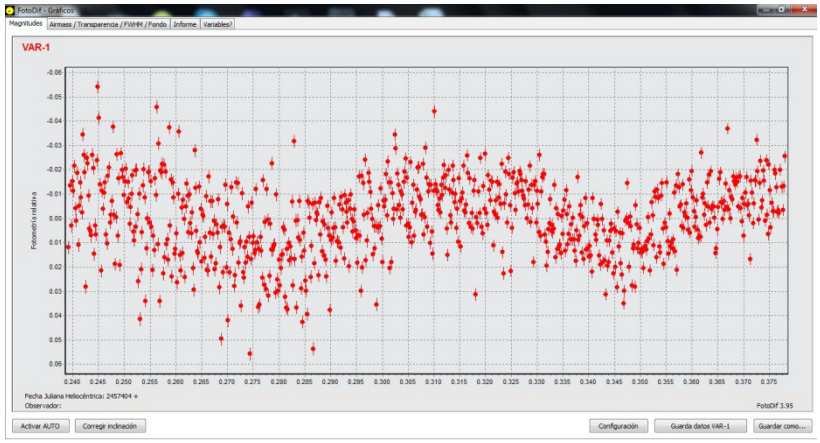
Name	comp	coord	pair	Epoch	θ	θ σ	ρ	ρ σ	Δmag	Δmag σ	Notes
[W96] 4771-1051	A	05 38 44.232 −02 40 19.71									
S Ori J053844.4-024030	B	05 38 44.493 −02 40 30.50	AB		160,3	0,2	11,46	0,02	2,0856	0,0016	1
		Andrea Mantero		2015,996	159,464		11,533				
		Gianni Galli		2016,098	159,83		11,592		3,1		
V507 Ori	A	05 39 07.606 −02 32 39.15									
S Ori 7	B	05 39 08.217 −02 32 28.40	AB		40,6	0,2	14,1	0,02	2,638	0,002	2
		Andrea Mantero		2015,996	40,443		14,322				
OriNTT 429	A	05 37 11.61 −02 32 08.8									
[SWW2004] 22	B	05 37 11.68 −02 31 56.7	AB		4,2	0,2	12,15	0,02	2,5683	0,0019	3
		Andrea Mantero		2015,996	3,431		12,522				
[W96] 4771-962	A	05 37 44.9119 −02 29 57.16									
SO210868	B	05 37 45.571 −02 29 58.52	AB		97,4	0,2	9,92	0,02	0,3869	0,0007	4
		Gianluca Sordiglioni		2015,996	98,06	0,16	9,834	0,075	0,71		5
		Gianpiero Locatelli		2016,019	97,17	0,56	9,93	0,145			
		Gianpiero Locatelli		2016,030	97,62	0,35	9,913	0,079	1,4		6

Notes

1) WDS CAB 12 AB
2) WDS CAB 13
3) WDS CAB 18
4) WDS CAB 17
5) 31 frames
6) M1 = 10.6 ; M2 = 12

HD 37564

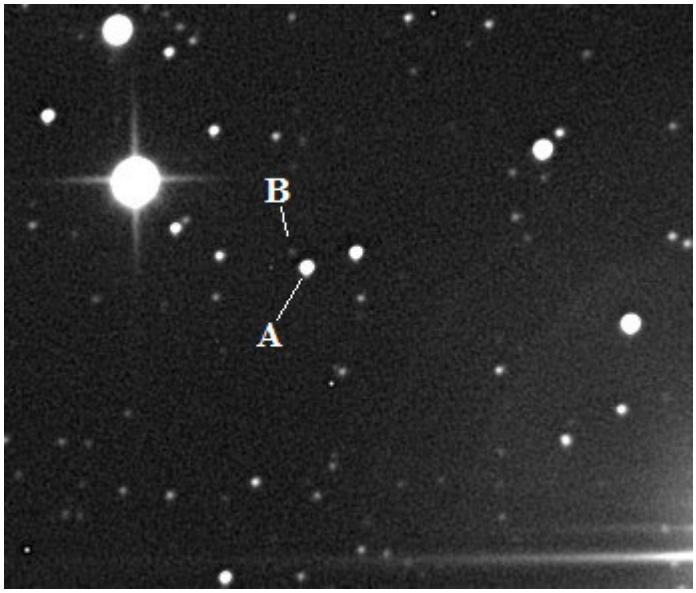
Tra le diverse doppie che ci era stato chiesto di osservare vi erano anche alcuni oggetti non ancora identificati, tra cui la sospetta variabilità tipo δ Scuti di HD 37564 alias Mayrit 524060. Andrea Mantero in epoca 2457403.3148 è riuscito nell'impresa, confermandone la natura variabile con periodo 0.06631d , pubblicando il risultato sul sito AAVSO:
https://www.aavso.org/vsx/index.php?view=detail.top&oid=469872



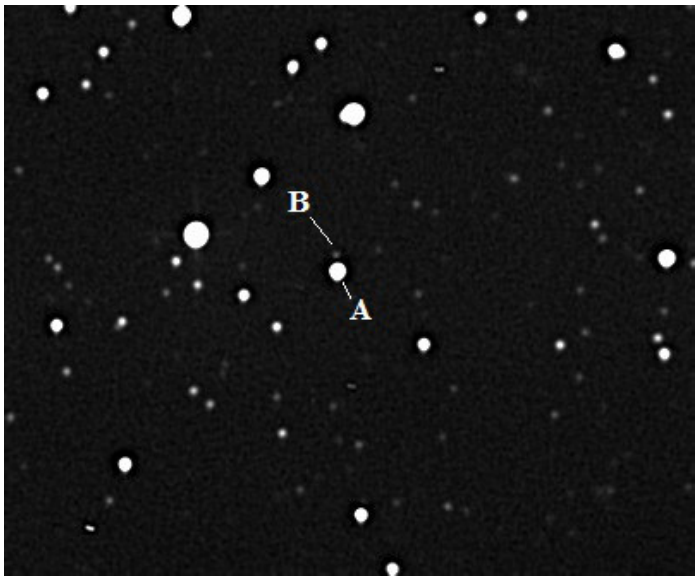
Andrea Mantero.
Curva di luce della variabile HD 37564

Immagini

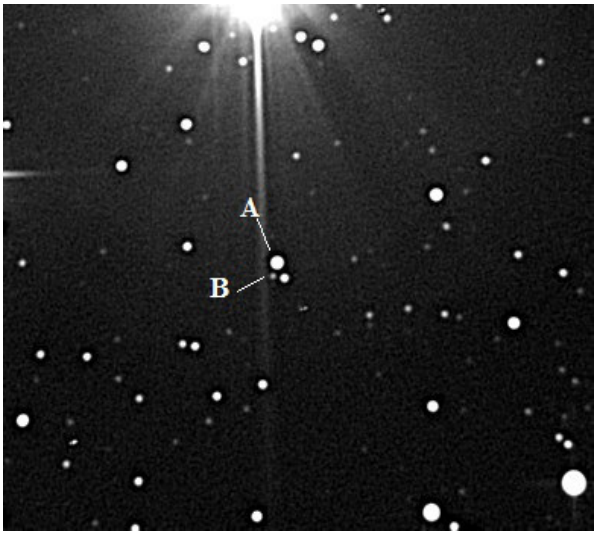
Pubblichiamo alcune immagini per facilitare la consultazione da parte dei lettori.



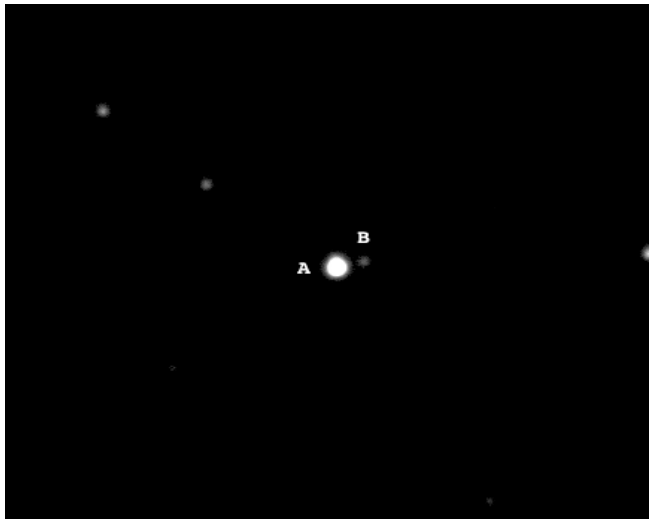
V507 Ori (Andrea Mantero)



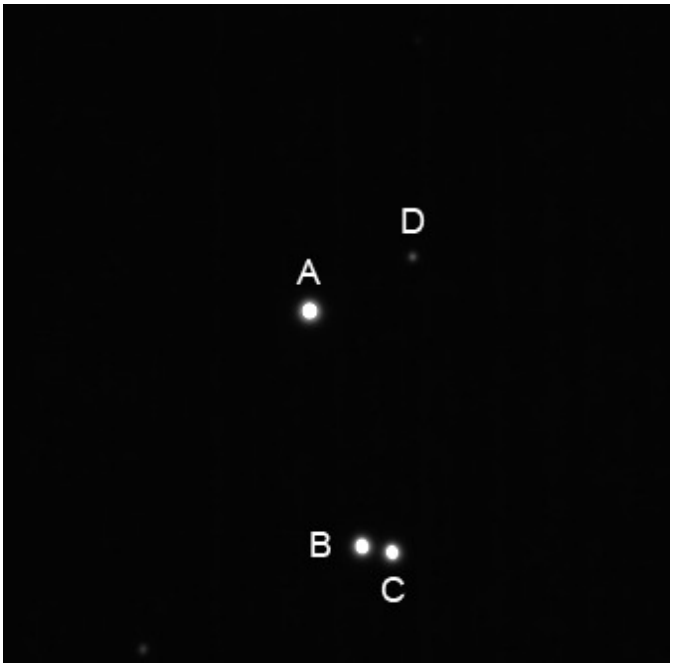
Ori NTT 429 (Andrea Mantero)



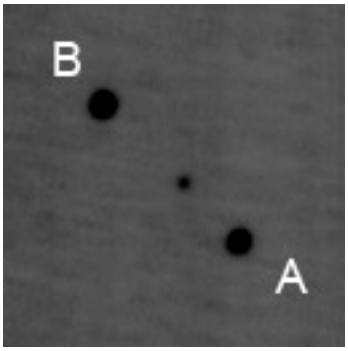
[W96] 4771-1051 (Andrea Mantero)



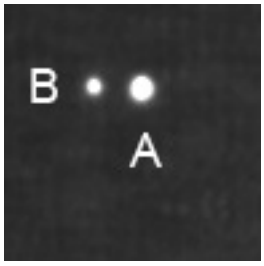
Mayrit 528005 (Gianpiero Locatelli)



STF 761 (Gianluca Sordiglioni)



PLT 1 AB (Gianluca Sordiglioni)



[W96] 4771-962 (Gianluca Sordiglioni)

Conclusioni

È interessante osservare come le misure siano incredibilmente simili nonostante la notevole diversità delle strumentazioni utilizzate: gran parte del merito va ai bassi valori di deviazione standard.

Infatti gli autori hanno scartato tutte quelle misure che ritenevano non soddisfacenti anche se relative ad un sistema non misurato da nessun altro, al fine di massimizzare la significatività statistica del dato ottenuto.

Ribadiamo che questo progetto è stato completato con l'utilizzo di strumenti amatoriali. Per alcune coppie la difficoltà dell'osservazione avrebbe richiesto diametri maggiori e CCD più sensibili ma, a conti fatti, la sfida è stata stimolante e istruttiva.

Alla prossima osservazione!