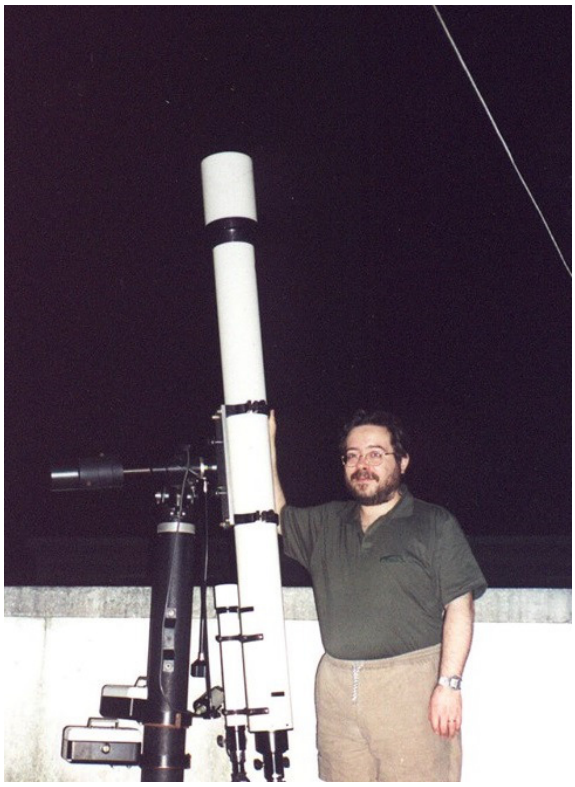
IL BOLLETTINO DELLE STELLE DOPPIE

Bulletin of Double Stars



Alessandro Bertoglio con il rifrattore 120/1800 (a sinistra) e il Takahashi Mewlon 300 (a destra).

Numero 19

Ottobre - Dicembre 2016

ISSN 2279 - 9044

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

ISSN 2279-9044

Indice

Studio e Osservazione

Osservazione e Studio di VBS 18 AB (Gliese 412 AB)

Observation and Study of VBS 18 AB (Gliese 412 AB)

Giampiero Locatelli **4**

Nuovo Sistema Binario con Moto Proprio Comune nella costellazione di Andromeda

New CPM pair in Andromeda constellation

Andrea Mantero **13**

Misurazioni astrometriche di ottobre 2014 in Cassiopea

Astrometric measurements in Cassiopeia constellation. October 2014

Gianluca Sordiglioni **18**

Divulgazione

L'osservazione visuale delle stelle doppie

Gaetano Lauritano **22**

Proposte Osservative

Proposta osservativa ututnno 2016

Double stars for autumn 2016

Gianluca Sordiglioni **24**

Intervista

Intervista ad Alessandro Bertoglio

Interview with Alessandro Bertoglio

Gaetano Lauritano **25**

Editoriale

Numero 19, come al solito, ricco di misure..... ma ricco anche della lieta presenza di Alessandro Bertoglio! Si, proprio lui....la persona che, con le sue prime misure e osservazioni, ha ispirato moltissimi astrofili italiani (noi compresi) ad osservare, studiare e misurare le stelle doppie. Gaetano Lauritano presenta in questo numero una intervista fatta proprio ad Alessandro.
Inoltre, pubblichiamo le preziose proposte osservative di Gianluca Sordiglioni, uno studio dettagliato di Gianpiero Locatelli e una uova coppia dal moto proprio comune scopera da Andrea Mantero.

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 15° Gennaio 2017.
Vogliamo ricordare, inoltre, che l'ultimo giorno utile per spedire gli articoli è il 30 Dicembre 2016.

Osservazione e Studio di VBS 18 AB (Gliese 412 AB)

Gianpiero Locatelli – Maritime Alps Observatory, Cuneo, Italy

email: locatellivet@icloud.com

Abstract

Esistono stelle molto studiate sia dal punto di vista astrometrico che da quello astrofisico che sono anche stelle doppie. Sfortunatamente per alcune di esse lo studio delle caratteristiche di binarietà non è così approfondito. In questo articolo viene studiata la coppia VBS 18 AB (WDS 11055+4332 - Gliese 412A e Gliese 412B). Malgrado si tratti di uno dei sistemi doppi più vicini al sole e la sua caratterizzazione astrofisica sia esauriente, le misurazioni di astrometria relativa sono molto poche e di conseguenza anche la natura del legame tra le componenti poco indagata. Il presente articolo si ripropone di portare un pò di luce su questi aspetti. L'analisi condotta indica che questa coppia presenta un alto moto proprio comune ed ha caratteristiche di binaria legata gravitazionalmente.

Abstract

There are many stars well studied in their astrometric feautures as well as astrophysical feautures, which are also double stars. Unfortunately, for some of them, the study of binarity characteristics is not so thorough. In this article the couple VBS 18AB (WDS 11055+4332 - Gliese 412A and Gliese 412B) is studied. Despite it is a system closest to our Sun and astrophysical characterization is exaustive, the measures of relative astrometry are very poor and consequently the nature of the mutual bond is little investigated. The goal of this article is to bring a little light on these aspects. The analysis I made indicates that this pair is a common proper motion double and presents characteristics of gravitationally boud system.

Introduzione

Le stelle nane rosse costituiscono almeno il 50 % della massa presente in vicinanza del Sole [1]; molto verosimilmente la stessa percentuale vale per il resto della Via Lattea (con l'esclusione del nucleo galattico) come anche per altre galassie nell'Universo. Si rivelano quindi molto importanti negli studi sulla struttura galattica e sull'evoluzione stellare. Questa preponderanza fa si che nella immediate vicinanze del sistema solare si trovino nane rosse dotate di grande moto proprio e molte di esse costituiscano sistemi doppi. Esistono quindi grandi opportunità osservative per gli appassionati di sistemi binari, con un'unico inconveniente: le stelle nane rosse sono stelle di bassa massa e di bassa luminosità intrinseca, difficili da osservare.

Ma ci sono buone notizie: alcuni sistemi doppi hanno magnitudini facilmente raggiungibili anche da telescopi amatoriali. Tra essi si trova VBS 18AB, una bella coppia in Ursa Major dotata di alti moti propri. Le stelle che la compongono compaiono in numerosissimi cataloghi stellari con diverse denominazioni, a prova del fatto che si tratta di oggetti molto studiati; stupisce quindi che nel catalogo di referenza per lo studio delle stelle doppie, il Washington Double Star Catalog (WDS da qui in avanti), siano riportate solo sette misure di astrometria relativa.

Già ad un primo sguardo ai dati di base riportati nel portale del Centre de Données Astronomiques de Strasbourg (CDS da qui in avanti) si può intuire che ci si trova di fronte ad una coppia con caratteristiche che fanno sospettare un legame gravitazionale. Studiare questa coppia può rivelarsi molto interessante.

Breve nota sullo scopritore

Nel WDS con l'acronimo VBS sono identificate le stelle doppie scoperte da George van Biesbroeck. In totale sono presenti 43 coppie. Questo (relativamente) esiguo numero di scoperte non deve tuttavia trarre in inganno riguardo alla caratura del loro autore. Paul Couteau nel suo libro dedicato alla storia dell'osservazione delle stelle doppie inserisce van Biesbroeck nel capitolo intitolato "L'era dei giganti" [2].

Nato nel 1880 in Belgio, diventa ingegnere civile ma la passione per l'astronomia lo porta a frequentare come volontario l'Osservatorio di Uccle. Ben presto abbandona l'ingegneria per entrare in pianta stabile

nell'organico dell'Osservatorio Reale del Belgio e nel contempo si laurea in astronomia all'università di Gand.

Gli eventi della prima Guerra mondiale lo costringono alla volta degli Stati Uniti dove trova accoglienza all'Osservatorio di Yerkes. Qui mette a frutto le sue capacità osservative e di astrometrista utilizzando il più grande rifrattore del mondo. Tuttavia decide di non dedicarsi alla ricerca di nuove coppie bensì alla misura di coppie visuali strette carenti di osservazioni. Questa filosofia di lavoro fa si che le doppie da lui scoperte siano poche, mentre è alto il numero delle orbite calcolate. Si dedica ugualmente all'astrometria di asteroidi e comete. Viene in seguito invitato al MacDonald Observatory a Fort Davis dove era stato installato un nuovo specchio da due metri. Per sfruttare dell'opportunità di osservare sia con il più famoso dei rifrattori sia con un grande riflettore, il grande astronomo era costretto a percorrere in auto i 2800 chilometri che separavano i due osservatori.

Nel 1945 raggiunge l'età della pensione ma la sua passione per l'astronomia gli impedisce di arrestare le osservazioni che condurrà fino all'età di 94 anni.

I frutti di questa lunghissima carriera sono innumerevoli e possiamo qui riassumerli solo brevemente. Quasi 36.000 misure di stelle doppie, 11.000 lastre fotografiche realizzate, 16 asteroidi scoperti, tre comete scoperte ed infine la Stella di Van Biesbroeck, una nana rossa di classe spettrale M8V che all'epoca era la stella meno luminosa conosciuta, con una magnitudine assoluta di circa 19.

VBS 18 AB

VBS 18 AB è identificata nel WDS con il codice 11055+4332 (Figura 1). Nel data-base di SIMBAD del CDS la componente primaria riporta le coordinate 11h 05m 28.58s in ascensione retta e +43° 31' 36.39" in declinazione, dati derivati dalle osservazioni del satellite Hipparcos. Le misurazioni astrometriche del presente lavoro, effettuate nella notte del 5 Giugno 2016 hanno dato come risultato 11h 05m 21.92s in ascensione retta e +43° 31' 51.8" in declinazione. Questa discrepanza è assolutamente plausibile dal momento che si tratta di una stella dotata di elevato moto proprio.

Una denominazione molto frequente in letteratura è Gliese 412A e Gliese 412B per le due componenti, tanto che con questo nome esiste una pagina dedicata su Wikipedia. La compagna è anche nota come WX Ursae Majoris, stella a flare e sorgente di raggi X. Inoltre compare nell'elenco delle 100 stelle più vicine al Sole.

Tutte queste caratteristiche fanno si che si tratti di un oggetto molto interessante da studiare ed osservare. E' stata una vera sorpresa la scoperta che una coppia così interessante presentasse solo sette misurazioni nel catalogo di riferimento per le stelle doppie, il WDS (Figura 2).

NOTA A LATERE - Nell'osservazione delle stelle doppie, alcuni osservatori sono soliti utilizzare telescopi dotati di sistema GO-TO ed impostare come coordinate per la ricerca del target la numerazione WDS. Da un lato questo modo di procedere si avvantaggia dell'immediatezza (non è necessario inserire le coordinate con una precisione al secondo d'arco sul tastierino di comando della montatura), per altro verso però può essere fonte di grossolani errori di puntamento, soprattutto nel caso di stelle con moto proprio molto alto. Si corre il rischio di non trovare la doppia che si vuole misurare! Il consiglio è di utilizzare nella ricerca del campo le coordinate più aggiornate disponibili ed eventualmente fare riferimento alle immagini dell'Aladin Sky Atlas per un raffronto.

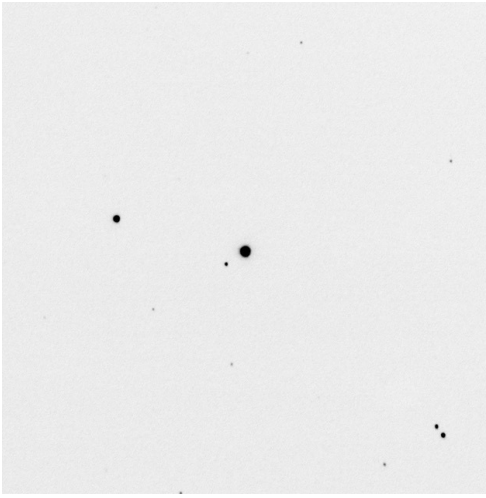


Fig 1. Immagine ripresa dall'autore di VBS 18AB (risoluzione 0.40"/pixel).

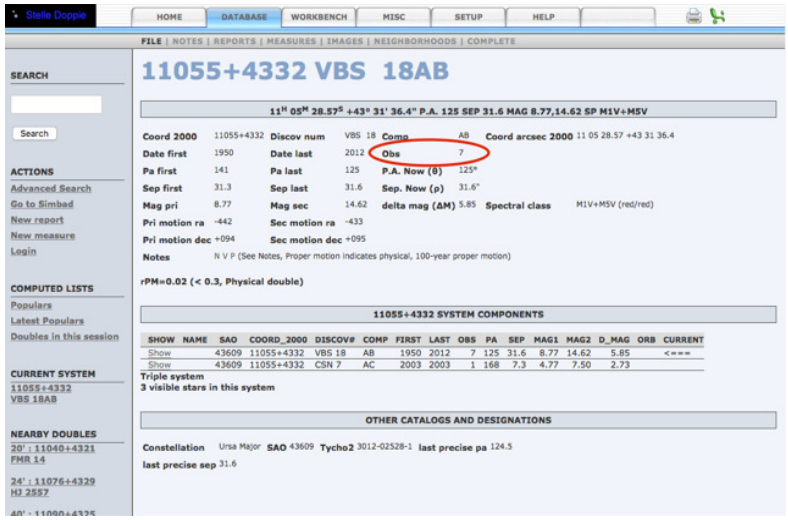


Fig 2. Immagine della schermata riguardante VBS 18AB del sito "Stelle Doppie", un database che rende molto accessibile e facilmente consultabile il catalogo WDS. Ideato e gestito da Gianluca Sordiglioni.

Moto proprio

Numerosi cataloghi riportano il moto proprio di entrambe le componenti. Le differenze tra le varie misure sono minime in considerazione del fatto che si tratta di moti propri molto alti. In questo studio è stato adottato il valore riportato dal catalogo NOMAD 1 poiché riporta l'errore del moto proprio per entrambe le componenti, dato indispensabile ai nostri calcoli.

Nella Tabella 1 sono riassunti i principali dati di moto proprio. Applicando il criterio di selezione delle stelle doppie con caratteristiche di binarietà (ricordiamo che questo criterio ha validità per un moto proprio totale di 0.050 arcosecondi/anno) proposto da Halbwachs [3] si ottiene che ci troviamo di fronte ad una coppia con caratteristiche di moto proprio comune. Il parametro T, sempre suggerito da Halbwachs, indica il tempo in anni necessario alla coppia a percorrere nello spazio un tragitto pari alla separazione angolare tra le due componenti ed è una stima della probabilità che il sistema sia fisico. Il risultato ottenuto è sorprendentemente basso, solo 7 anni, a conferma dell'alta probabilità che ci troviamo di fronte ad una coppia fisica (secondo lo studio citato solo una percentuale dell'1,3% della coppie con T inferiore a 1.000 anni risulta essere ottica).

Il criterio di Francisco Rica indica una probabilità molto alta che ci troviamo di fronte ad una coppia di moto proprio comune [4].

Parallasse e velocità radiale

Le misure di velocità radiale sono riportate alla pagina SIMBAD nel portale CDS dove è anche possibile ricavare la fonte bibliografica dei dati. Per la stella primaria la misurazione è di 68.753 Km/sec mentre per la secondaria è di 70.02 Km/sec.

Se disponiamo anche della velocità tangenziale possiamo avere un'idea molto precisa della cinematica della coppia. Per il calcolo della velocità tangenziale ovviamente occorre il dato della parallasse che anche in questo caso è disponibile, purtroppo non ancora proveniente dal primo rilascio di dati del satellite Gaia (Gaia DR1), si tratta comunque di una parallasse trigonometrica misurata dal satellite Hipparcos. Si faccia riferimento alla Tabella 2 per consultare i dati.

Con i dati di velocità possono anche essere calcolate le velocità galattocentriche rispetto al sole. Come si nota dai risultati abbiamo un'altra conferma che la coppia si muove in modo assolutamente coerente.

Astrometria relativa

Numerosi osservatori di stelle doppie amano condurre misure su sistemi abbandonati o con poche misure, lo scopo è ovvio: contribuire alla base di dati del WDS. Chi scrive rientra perfettamente in questa categoria. Ha destato in me una notevole sorpresa constatare che una coppia con solo sette misure fosse formata da stelle così interessanti. Questo è anche stato lo stimolo alla redazione di questo articolo.

A fronte di una richiesta da parte mia ho ricevuto per posta elettronica i dati relativi alle misurazioni storiche di astrometria relativa da parte del sempre gentilissimo Brian Mason, curatore del WDS. Le misure storiche, unitamente alle mie sono raccolte in Tabella 3.

I dati di angolo di posizione e separazione non sono stati pesati e sono stati utilizzati come tali, anche se qualche dubbio di accuratezza suscita la misura del 1960. In ogni caso, dopo essere stati opportunamente corretti per la precessione possono essere utilizzati per la valutazione grafica del moto proprio relativo delle due componenti. Per fare ciò si rende necessario convertire le coordinate polari in cartesiane utilizzando le seguenti espressioni

$$x = \rho \operatorname{sen}(\theta)$$
$$y = \rho \cos(\theta)$$

Otteniamo in questo modo un grafico di dispersione sul quale si può calcolare la retta di regressione (Figura 3). La retta ottenuta mette in evidenza la linearità del moto proprio relativo, sebbene sia altrettanto evidente che una messe di dati più ricca condurrebbe a risultati statisticamente più validi.

Caratteristiche astrofisiche

La letteratura è piuttosto ricca riguardo ai dati astrofisici della coppia in esame. Entrambe le componenti appartengono all'alone galattico [5].

In Tabella 4 si riportano i dati essenziali utili alla caratterizzazione della coppia come stella binaria.

In questo paragrafo può essere utile ricordare la caratteristica saliente della componente secondaria, si tratta infatti di una stella a brillamento (flare star), variabile del tipo UV Ceti caratterizzata da aumenti di luminosità non prevedibili. Nel box è riportata una breve descrizione delle stelle a brillamento. Inoltre, sempre riguardo alla componente secondaria, è stata rilevata l'emissione di raggi-X.

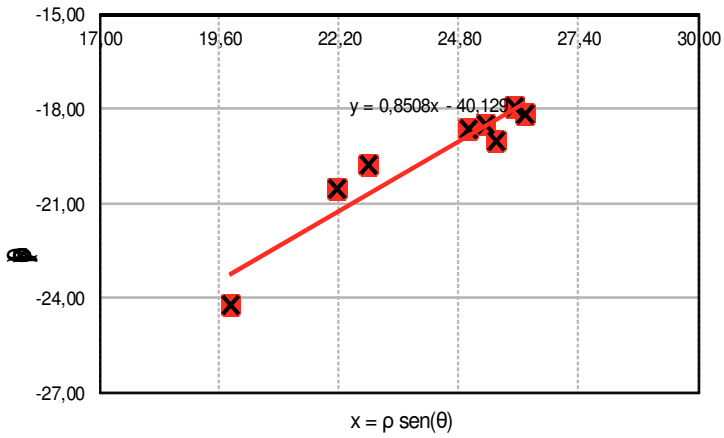


Fig 3. Misure e linea di tendenza nel corso degli anni di VBS 18AB.

	A	B
pmRA	- 4.4107 “/yr	- 4.3393 “/yr
e pmRA	0.0009 “/yr	0.0039 “/yr
pmDEC	0.933 “/yr	0.9579 “/yr
e pmDEC	0.0008 “/yr	0.004 “/yr
μ tot	4.510 “/yr	4.444 “/yr
errore percentuale RA	0,02	0.09
errore percentuale Dec	0.08	0.42
Criterio Halbwachs	CPM	
T=ρ/μ	7 yr	
Criterio Rica	99 % coppia fisica	

Tabella 1 - Dati di moto proprio di VBS 18AB - Oltre ai dati di letteratura sono riportati anche da calcolati ed i rislutati dell’applicazione dei criteri di Halbwachs e Rica (vedi testo).

	A	**B**
Velocità radiale	68.753 Km/sec	70,02Km/sec
Parallasse	206.27 mas	206.94 mas
Distanza	4.85 psec	4.83 psec
Tα	-101 Km/sec	-99 Km/sec
Tδ	22 Km/sec	22 Km/sec
V tang	104 Km/sec	102 Km/sec
U = velocità verso il centro galattico	-123.4 Km/sec	123.2 Km/sec (1)
V = velocità nel senso della rotazione galattca	-5.4 Km/sec	-5.4 Km/sec (1)
W = velocità verso polo nord galattico	16.4 Km/sec	16.3 Km/sec (1)

Tabella 2 - Dati principali divelocità radiale e distanza della coppia VBS 18AB con relativo calcolo delle velocità tangenziali. Le velocità galattocentriche della componente primaria (A) sono disponibili in letteratura (SINBAD) mentre quelle della componente secondaria (B) sono state calcolate dall’autore (1).

	θ	ρ	Osservatore	Tecnica
1950	141.0	31.29	Skiff	fotografica, lunga focale
1955.211	131.1	30.20	Ward-Duong	fotografica
1960	133	28	Luyten	fotografica, lunga focale
1998.94	126.7	31.20	2 MASS Catalog	Two-Micron All Sky Survey
2000	126.1	31.4	Chaname	CCD Wide Field
2000.201	126.6	31.91	Ward-Duong	Ottica adattiva
2012.957	124.5	31.6	Cortes-Contreras	CCD
2016.394	124.63	31.765	Locatelli	CCD

Tabella 3 - Misure storiche e dell'autore di angolo di posizione e separazione.

	A	B
Massa	0.48 M	0.10 M
Raggio	0.38 R⊙	0.13 R⊙
Temperatura	3.687 K	2.700 K
Metallicità (Fe/H)	-0.37	-0.32
Età	3 Gyr	
Classe spettrale	M1V (1)	M5.5V (1)
mag B	10.27	16.45
mag V	8.78	14.45
mag R	7.9	13.4
mag J	5.54	8.742
mag H	5.0	8.177
mag K	4.77	7.839
Mag Assoluta	10.35	16.03
Mag bolometrica	8.624	12.722

Tabella 4 - Principali caratteristiche astrofisiche della coppia VBS 18AB. Dati provenienti da SINBAD tranne il dato di classe spettrale (1) che deriva dal lavoro di spettroscopia (CARMENES) del telescopio di Calar Alto, Almeria, Spagna [6].

Stelle tipo UV Ceti

Le variabili UV Ceti costituiscono la categoria di cosiddette "flare stars". Le prime osservazioni di questo tipo di stelle risale al 1940, principalmente ad opera di Luyten (il prototipo della categoria, UV Ceti, è infatti Luyten 726-8). Volendo individuare un inizio della ricerca su questa categoria di variabili potremmo indicare il 1948 quando Carpenter osservò un improvviso e notevole aumento di luminosità proprio in Luyten 726-8.

La caratteristica fondamentale di queste stelle è infatti di andare incontro ad improvvisi, assolutamente imprevedibili, rapidi ed intensi aumenti di luminosità che possono raggiungere le 4 o 5 magnitudini. L'aumento di energia irradiata è apprezzabile in tutte le lunghezze d'onda, dai raggi X alle onde radio, ma è più marcato alle alte frequenze (es. banda V) nelle quali può arrivare alle 5 magnitudini. Parallelamente si ha un marcato aumento della temperatura superficiale che può toccare i 10.000 Kelvin. Considerando che le stelle di questa categoria sono tutte di classe spettrale M (ma sono stati osservati fenomeni simili anche in nane brune di classe L), quindi stelle molto "fredde", si arguisce immediatamente quanto enorme sia l'aumento dell'energia prodotta. Il meccanismo alla base di questa sovrapproduzione energetica è simile a quello dei brillamenti solari dovuti all'intenso rilascio di energia in conseguenza della riconnessine magnetica. La sostanziale differenza consiste nel fatto che i flares (brillamenti) che si producono in una nana rossa possono raggiungere dimensioni di circa un terzo del diametro della stella stessa, mentre nel caso del Sole si parla di alcune migliaia di chilometri; ecco quindi spiegato l'intenso aumento di luminosità.

Purtroppo per chi è appassionato di stelle variabili l'osservazione di questi fenomeni non è facile. Come detto si tratta di fenomeni imprevedibili, ma in più la loro durata è molto breve: l'aumento di luminosità si può produrre in pochi minuti e decrescere in un lasso di tempo da qualche decina di minuti fino a poche ore.

Studio di binarietà

Nel paragrafo riguardante il moto proprio della coppia è già stato appurato che ci troviamo di fronte ad una coppia dotata di moto proprio comune, proprio tramite l'applicazione di uno dei criteri più frequentemente usati. Abbiamo tuttavia altre "armi" per tentare di individuare il carattere fisico di una stella doppia. In Tabella 5 si trovano alcuni dati che entrano nei calcoli eseguiti e può essere interessante conoscere.

Criteri empirici di Aitken e Curtiss

Entrambi questi criteri, usando formule leggermente diverse, si basano sulla separazione angolare e sulla magnitudine combinata [8] . La loro efficacia ha tuttavia una buona affidabilità con separazioni angolari al di sotto dei 10 arcosecondi. Non si tratta del nostro caso quindi non stupisce che la coppia qui studiata non soddisfi il criterio.

Criteri basati sulle masse stellari

Il criterio di Abt si basa sulla relazione tra massa della componente primaria e la massima possibile separazione proiettata [9]. Al di sopra di un certo limite di separazione la coppia è da considerarsi ottica. E' doveroso ricordare che questa relazione è valida per stelle di classe spettrale da B5 a K0, quindi la nostra coppia non rientra in questo range. Il calcolo effettuato per pura curiosità restituisce comunque un risultato di coppia fisica.

ll criterio di Close considera invece la somma delle masse delle due componenti in relazione alla massima separazione proiettata, applicato però a stella di bassa massa [10]. La nostra coppia rispetta ampiamente il criterio (massima separazione proiettata = 3135 UA, separazione proiettata osservata = 153 UA).

In un lavoro del 2001 Reid adotta anch'egli un criterio basato sulla somma delle masse stellari ma questa volta in rapporto al logaritmo della massima separazione possibile [11].

L'espressione usata è semplice:

$$\log(a_{max}) = 3.33*M_{tot} + 1,1$$

In sostanza si dimostra che maggiore è la somma delle masse stellari, maggiore è la separazione massima ammessa. L'autore ha anche riportato in grafico questa relazione - Figura 4 - evidenziata dalla linea. Ciò che è interessante è che Reid nel suo studio prende in considerazione insieme con stelle di bassa massa proprio Gliese 412 AB, la coppia oggetto del nostro studio, e la descrive come coppia debolmente legata gravitazionalmente, venendosi a trovare al di sotto della linea "critica". Nel presente studio tuttavia si sono ottenuti risultati diversi, che collocano il sistema al di sopra della predetta linea, o meglio di lato, punto evidenziato con il simbolo di una stella. I calcoli infatti ci restituiscono un valore di log(a) = 2,19 mentre l'equazione di Reid restituisce come valore soglia $\log(a_{max})$ = 3,03. La spiegazione di questa differenza di risultati non può essere dovuta che a differenti dati di partenza. Per quanto riguarda la somma della masse non sembra che ci siano discrepanze e la separazione non ha subito grandi variazioni nel corso degli anni; l'unico dato che può aver influito sulla misura è la parallasse per la quale all'epoca della redazione dell'articolo di Reid non erano ancora disponibili i dati di Hipparcos.

Criteri basati sulla velocità orbitale

Alcuni autori hanno elaborato criteri concettualmente simili per identificare la possibile natura fisica di una coppia. Questi criteri, per la gran parte delle stelle doppie, devono essere adattati in quanto molto spesso non si conoscono con precisione né la distanza esatta dal sistema solare né la velocità radiale delle stelle in esame.

ρ (2016)	31.765 “
θ (2016)	124.6 °
Separazione proiettata	153.798 UA
Separazione 3D	153.798 UA
Semiasse maggiore	190 UA [7]
Velocità Tangenziale relativa	1.67 Km/sec
Velocità Radiale relativa	1.267 Km/sec

Tabella 5 - Alcuni dati relativi a posizione e moto relativi delle due stelle.

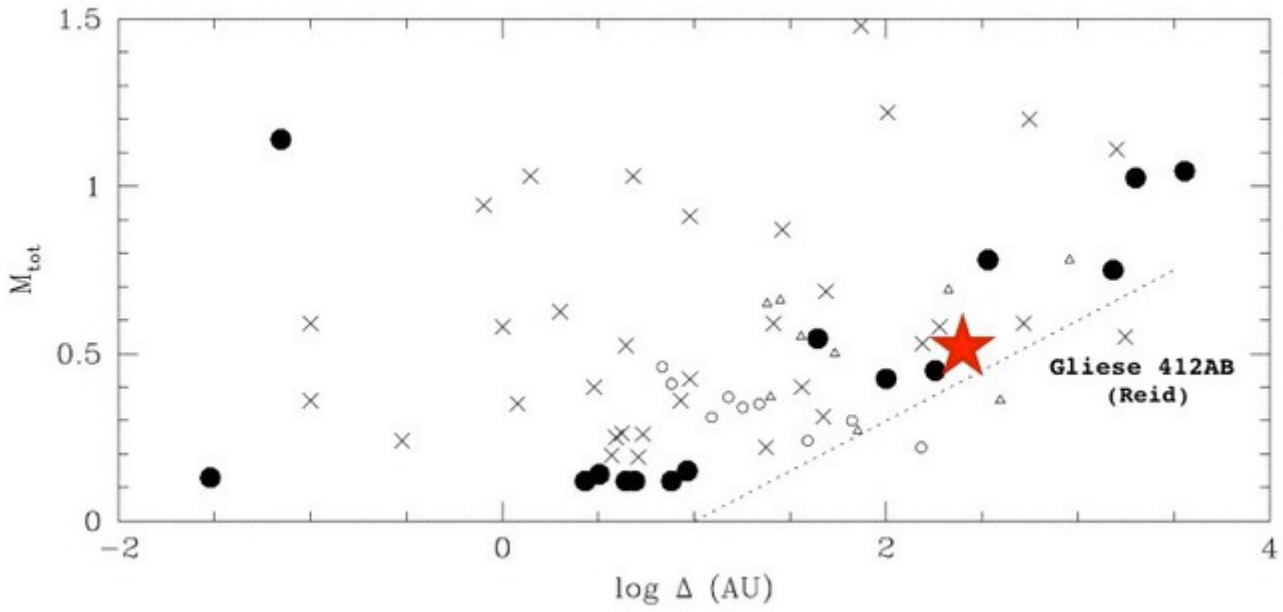


Fig 4. Grafico modificato da Reid [11]. Nel lavoro originale del 2001 Gliese 412AB compare al di sotto della linea data dall’equazione (simbolo X), mentre nel presente lavoro risulta al di sopra di essa (simbolo ★).

L'adattamento dei calcoli consiste nell'utilizzo della velocità tangenziale proiettata anziché della velocità totale nelle tre dimensioni e della separazione proiettata al posto della distanza reale tra le due stelle, sempre nelle tre dimensioni. In questo studio invece abbiamo la grande opportunità di disporre di tutti i dati necessari (parallasse e velocità radiale) per condurre un'analisi il più esatta possibile.

Criterio di Dommanget

Questo criterio si basa sulla velocità relativa della coppia per svelare una possibile non-periodicità del moto e quindi identificarla come ottica [12]. Il moto non periodico può essere iperbolico, parabolico o rettilineo; se dal calcolo emerge che il moto non rientra tra queste categorie esiste la possibilità che il moto sia periodico e quindi la coppia sia di natura fisica. La discriminante è data da una misura di parallasse minima al di sotto della quale la doppia è da considerarsi ottica. nel nostro caso il criterio è ampiamente rispettato in quanto la misura minima di parallasse calcolata è di 0,147 arcosecondi mentre i dati di Hipparcos sono di 0,206 arcosecondi.

Criterio di Sinachopoulos e Mouzourakis

Il lavoro di questi autori consiste nel calcolo della massima velocità orbitale e di comparare questo dato con la velocità tangenziale relativa [13]. Se quest'ultima risulta essere inferiore alla velocità massima orbitale la coppia può essere considerata fisica. Le espressioni usate utilizzano come dati di partenza dati di proiezione sulla sfera celeste, che hanno valori inferiori a quelli nelle tre dimensioni. Nel nostro caso questi ultimi sono disponibili e confermano la natura fisica del sistema. La velocità orbitale calcolata (per un'orbita circolare) è di 0,159 Km/sec mentre la velocità orbitale massima è di 1,829 Km/sec.

Criterio di van de Kamp

Anche questo criterio fa riferimento alla velocità totale relativa, quando è possibile calcolarla, e stabilisce una condizione limite oltre la quale il moto relativo è da considerarsi parabolico, quindi non periodico [14] [15]. Anche in questo caso siamo fortunati nel poter disporre dei dati necessari, in particolare del semiasse maggiore e della separazione. Il risultato che si ottiene indica un moto periodico in quanto il valore ottenuto di V^2*r (velocità relativa al quadrato per distanza tra le componenti) è di 27,3 molto inferiore al valore critico 45,8 per un movimento non-periodico. E' da notare che l'autore stesso rimarca che un risultato positivo restituisce come risultato che l'orbita può essere ellittica ma non è in grado di darne conferma.

Criterio di Close per la velocità di fuga.

Questo metodo mette in relazione la velocità totale relativa con la velocità di fuga (escape velocity), cioè quella velocità minima necessaria perché la stella compagna possa sfuggire alla gravità della primaria [16]. Ancora una volta, benché si tratti di un sistema molto "largo" si ottiene un risultato di di binarietà. La velocità di fuga (2.59 Km/sec.) risulta essere maggiore della velocità totale relativa (2,1 Km/sec.).

Conclusioni

L'osservazione di questa coppia è senza dubbio fonte di notevole soddisfazione. Si tratta di un sistema molto vicino a noi, possiede un alto moto proprio comune ed ha caratteristiche astrofisiche peculiari.

L'astronomo amatoriale non dovrebbe incontrare troppe difficoltà disponendo di un telescopio di buona apertura; la separazione delle due stelle è sicuramente accessibile mentre risulta un poco più difficoltosa l'acquisizione di immagini equilibrate a causa dell'importante differenza di magnitudine. Certamente sono necessari tempi di esposizione abbastanza lunghi (naturalmente a seconda della lunghezza focale) ma comunque non si corre il rischio di saturare la componente primaria per visualizzare la secondaria.

Le immagini tuttavia non sono sufficienti: occorre misurare angolo di posizione e separazione!

L'analisi della natura fisica di questa coppia, ottenuta applicando diversi criteri proposti da astronomi professionisti, indica con forza che possiamo essere di fronte ad un sistema binario. Ancor più vero che si tratta di un sistema assolutamente carente di misure di astrometria relativa. Quale fortuna sarebbe stata l'opportunità di avere almeno una misura all'anno a partire dall'osservazione di van Biesbroeck! Purtroppo non è possibile tornare indietro nel tempo, ma non dobbiamo farci cogliere impreparati per il futuro. Quantunque misure molto frequenti, per forza di cose simili fra loro, non apportino informazioni vitali per un eventuale calcolo dell'orbita, esse risultano comunque utili ai fini statistici. Qualunque misurazione è affetta da un errore, dalla più precisa ottenuta mediante metodi interferometrici con telescopi professionali a quella di un astronomo amatoriale equipaggiato con camera planetaria; ma se disponiamo di molti dati, essi saranno in grado di ridurre l'errore statistico in modo significativo.

Buone osservazioni … e buone misure!

Ringraziamenti

Questo studio si è avvalso del Washington Double Star Catalog mantenuto presso il U.S. Naval Observatory.
In particolar modo occorre menzionare la gentile disponibilità del suo curatore Dr. Brian Mason nel fornire i dati utili a questo studio.

Un grazie speciale a Gianluca Sordiglioni, autore e gestore del sito Stelle Doppie, sito irrinunciabile per le mie osservazioni e per le mie ricerche.

Ringraziamenti a Francisco Rica Romero per il suo foglio elettronico "Astrofisica" di cui ho fatto ampio uso.

Siti WEB consultati

StelleDoppie
http://stelledoppie.goaction.it/index2.php?section=1

AAVSO https://www.aavso.org

CDS Centre de Données Astronomiques de Strasbourg http://cdsweb.u-strasbg.fr

WDS Washington Double Star Catalog http://ad.usno.navy.mil/wds/wds.html

SAO/NASA Astrophysics Data System
http://ad.usno.navy.mil/wds/wds.html

Bibliografia

[1] Reid, I. Neil; Hawley, L. Suzanne (2005) - New Light on Dark Stars - Introduction.

[2] Couteau, P. (1988) - Ces Astronomes fous du ciel - Edisud - pp. 120-128

[3] Halbwachs, J.L. (1986) - "Common Proper Motion stars in the AGK 3" - *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **66**, 131 - 148

[4] Rica Romero, F. M. (2013) - OED **10** - "El uso de los movimentos propios para determinar la naturaleza de una estrella doble". pp. 94 - 98.

[5] Delfosse, X.; et al. (1998). "Rotation and chromospheric activity in field M dwarfs". *Astronomy and Astrophysics*. **331**: 581–595.

[6] Alonso-Floriano, F. J. et al. (2015) - "CARMENES input catalogue of M dwarfs. I. Low-resolution spectroscopy with CAFOS" - Astronomy & Astrophysics, Volume **577,** id.A128, 19 pp.

[7] Reid, I. Neill; Gizis, John E. (June 1997). "Low-Mass Binaries and the Stellar Luminosity Function". *Astronomical Journal*. **113**: 2258.

[8] Rica Romero, F. M. (2016) "R. G. Aitken's Criterion to Detect Physical Pairs" - JDSO - Vol. **2**, No. 1, pp 36-41

[9] Abt, H.A. - (1988) -"Maximum separations among catalogued binaries" - ApJ, **331**, 922.

[10] Close, M. L. et al. (2003) "Detection of nine M8.0-L0.5 binaries: the very low mass binary population and its implications for brown dwarf and very low mass star formation" - ApJ, **587**, 407, pp 407-422.

[11] Reid, I.N., et al. (2001) - "A Search for L Dwarf Binary Systems" - AJ, Vol. **121**, pp.489-602

[12] Dommanget, M. J., (1955) "Critère de non periodicité du mouvement relatif d'un couple stellaire visuel" - Bull. Astr. Observatoire Royal de Belgique, **20**, 1.

[13] Sinachopoulos, D.; Mouzourakis, P. (1992) "Searching for Optical Visual Double Stars" - Complementary Approaches to Double and Multiple Star Research, ASP Conference Series, Vol. 32, IAU Colloquium 135, ASP Conference Series, Vol.32

[14] van de Kamp, P. (1961) "Double Stars" - Publications of the Astronomical Society of the Pacific - Vol. **73**, No. 435

[15] Benavides Palencia, R. et al. (2010) - New Wide Common Proper Motion Binaries - JDSO - Vol.**6** No. 1 p. 33

[16] Close, L.M., Richer, H.B., Crabtree, D.R. (1990) "A complete sample of wide binaries in the solar neighborhood" - AJ., Vol. **100**, No. 6, pp. 1968-1980.

Nuovo Sistema Binario con Moto Proprio Comune Nella costellazione di Andromeda

Andrea Mantero "Bernezzo Observatory" I.A.U C77 Italy

email: manteandrea@libero.it

Abstract

In questo articolo sono presentati i risultati di uno studio effettuato dal Bernezzo Observatory, sul sistema 2MASS J00374250+4624404, 2MASS J00374216+4624020 individuato nella Costellazione di Andromeda durate una survey dedicata ai corpi minori del Sistema Solare nel mese di Settembre 2016.

Abstract

This article presents the results of a study carried out by the Observatory Bernezzo, for the system "2MASS J00374250 + 4624404" and "2MASS J00374216 + 4624020" identified in the constellation of Andromeda during a survey dedicated to the small bodies in the Solar System in September 2016 .

Metodo

Bernezzo Observatory (Italy),dal sito Horizons JPL NASA si ricavano i seguenti dati:"Bernezzo Observatory "(C77) (7 27'12,6" E, 44 23'06,9"N, 570,6 m s.l.m) (7.4535, 44.38525). Le immagini fit sono state realizzate con il telescopio principale dell'osservatorio,riflettore Newton Wide-photo 0,25-m"f/4 scale :1,33 "/pixel, CCD Atik 314+monocromatica,astromentricamente corrette con il software Astrometrica di Herbert Raab(1). Lo studio del sistema è stato condotto basandosi sui dati forniti dal sistema Aladin Sky Atlas(2) e il nuovo sistema messo in rete dall'ESA ESASky (5), per le successive indagini si è ricorso al software Duplex del GEDRAA(3), mentre per la determinazione della natura della coppia si è fatto uso di criteri professionali.

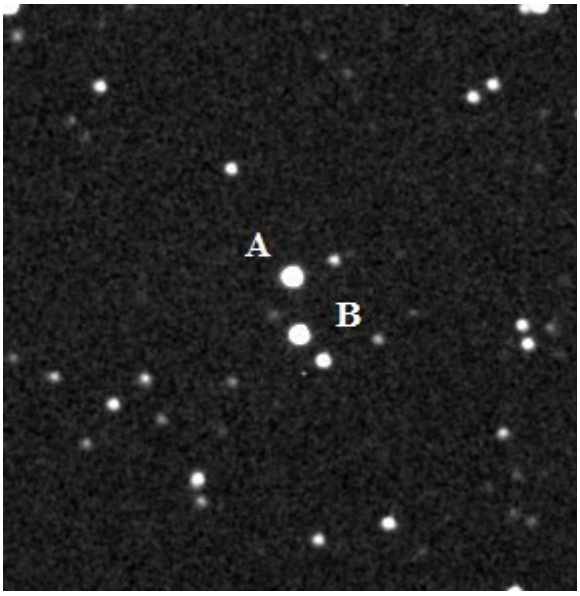
Risultati

L'Aladin Sky Atlas indica le due componenti come TYC 3249-2136-1 magnitudine V= 11.898 la componente primaria e TYC 3249-2112-1 di magnitudine V=12.243 la componente secondaria. ESASky mette a disposizione il Catalogo Tycho-2 anche se è possibile poi accedere ad altri vari cataloghi come PPMXL o NOMAD1 , Vizie e Simbad,per quanto riguarda la primaria in questo caso la Vt Magnitudine = 12,023, per la secondaria la Vt Magnitudine = 12.28.

La prima analisi di una sospetta nuova coppia consiste nel verificare che la stessa non sia già catalogata presso il Washington Double Star Catalog, è in questo caso, la ricerca ha fornito risultati negativi, (figura 1) viene evidenziata la coppia in esame così come ripresa nel corso della sessione osservativa,in (figura 2) la coppia in un immagine da Aladin con i vettori.

La successiva analisi del sistema è stata ottenuta tramite la consultazione dei cataloghi 2MASS ,PPMXL, NOMAD1 e UCAC4 disponibili on-line dal Centre de Donnèes Astronomiques di Strasburgo (CDS).

Il catalogo PPMXL riporta un moto proprio per la componente A di 45,0 ± 1,6 mas/yr in ascensione retta e di -9,1 ± 1,16mas/yr in declinazione e di - 49,4 ± 2,4 mas/yr in ascensione retta e di -8,1 ± 2,3 mas/yr in declinazione per la componente B. Nella Tabella 1 sono riportati sia i dati identificativi della coppia sia il moto proprio di ciascuna componente. Come accennato nel paragrafo riguardante la metodologia l'analisi astrofisica è stata condotta con l'utilizzo del programma DUPLEX (4), tramite il quale è stata anche calcolata la magnitudine visuale ricorrendo alla trasformazione della fotometria JHK . La Stella A è una stella di classe spettrale G5V nel caso della stella B e di G5V, applicando le trasformazioni per l'estinzione galattica si ottengono distanze rispettivamente di 236,6 parsec per la primaria e 265,5 parsec per la secondaria. Nella Tabella 3 sono riportati i dati relativi all'analisi fotometrica ; angolo di posizione e separazione angolare sono stati calcolati con il software Astrometrica e RHO-THETA del GEDRAA, Tabella 2.



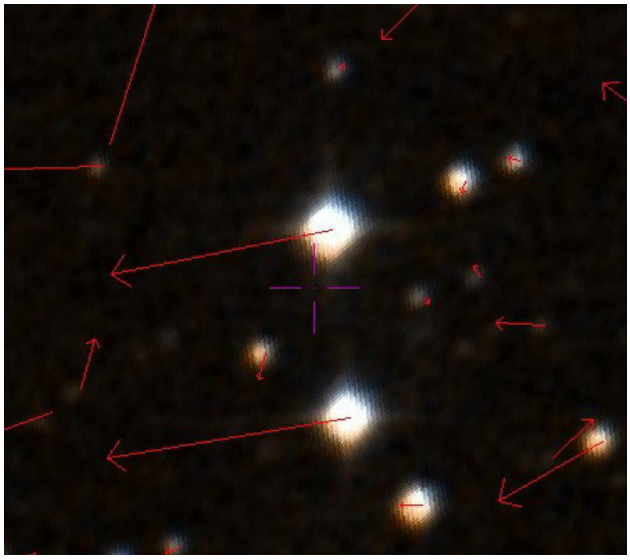


Fig 1 e 2. La nuova coppia individuata dall'autore in Andromenda.

	Primaria	Secondaria
Coordinate	00 37 42.50 +46 24 40.4	00 37 42.16 +46 24 02.0
2MASS	2MASS00374250+4624404	2MASS00374216+4624020
pmRA”/yr	45.0	49.4
pmDEC”/yr	-9.1	-8.1
e_pmRA	1.6	2.4
e_pmDEC	1.6	2.3
Latitudine Galattica	-16.3948	-16.4054

Tabella 1. Dati identificativi e moto proprio di ciascuna componente.

RHO	38.56
THETA	185.23

Tabella 2. Misure di angolo di posizione e separazione eseguite dall'autore

	PRIMARIA	SECONDARIA
V mag	11.898	12.243
J mag	10.601	10.942
H mag	10.263	10.589
Kmag	10.196	10.552
B-V	0.66	0.65
V-I	0.75	0.73
V-J	1.28	1.25
Mag assoluta	5.1	5.1
Correzione Bolometrica	0,098	0.091
Distanza Anni Luce	236.6	265.5
Tipo Spettrale	G5V	G5V
Temperatura	5584.7	5590.98
Masse Solari	0,94	0,94
Mag assoluta bolometrica	4.28	4.25
Moto Proprio Totale	45.01	48.02
Moto Proprio Ridotto	-45.93	-46.60

Tabella 3. Dati relativi all'analisi fotometrica della coppia.

Halbwchs	moto proprio comune	
T=(rho/mu)	804 anni	fisica
Criterio Rica	79%	fisica
Parallasse dinamica Dommanget	ottica	
Van de Kamp	fisica	
Sinachopoulos	ottica	
Abt	ottica	
Wilson	fisica	
Energia meccanica totale	fisica	
Close	fisica	

Tabella 4. Criteri di fisicità della coppia studiata

	Primaria A	Secondaria B
ESAsky	Proper Motion RA = 46,6 mas/yr	Proper Motion RA= 54.3 mas/yr
	Proper Motion Dec= -10.0 mas/yr	Proper Motion Dec=- 10.0 mas/yr
Gaia DR1		Proper Motion RA= 41.177 mas/yr
		Proper Motion Dec= -6.958 mas/yr

Tabella 5 Confronto dei moti propri attraverso i dati presenti in ESAsky e Gaia DR1

Conclusioni

I criteri professionali citati in precedenza li possiamo analizzare nella tabella 4.

In realtà di conclusioni non ce ne sono, in questo caso come in molti altri, i dati non ci danno certezze,soprattutto sul legame fisico della coppia,successive e future analisi aiuteranno a fare più chiarezza,magari utilizzando i dati astrometrici per ora provvisori del satellite astrometrico Gaia.

Riferimenti

- (1) Astrometrica - H. Raab - www.astrometrica.
- (2) Aladin Sky Atlas - Centre de Donnèes Astronomiques de Strasbourg CDS - cdsweb.u-strasbg.fr/
- (3) Duplex – Rho-Theta GEDRAA - www.gedraa.com.ar
- (4) Washington Double Star Catalog (WDS) - http://ad.usno.navy.mil/wds/wds.html
- (5) ESASky (http://sky.esa.int/)

Misurazioni astrometriche di ottobre 2014 in Cassiopea

Gianluca Sordiglioni

email: inzet@yahoo.com

Abstract

Può capitare che qualche ripresa venga dimenticata nell'hard disk e poi ritrovata per essere misurata dopo molto tempo dall'acquisizione. In questo articolo presento le misurazioni astrometriche di stelle doppie neglette riprese nelle notti tra il 22 e 24 ottobre 2014.

Abstract

It may happen to forget some AVI files in the hard drive and found them again after some time. In this article are presented my measurements of neglected double stars taken during the nights of October 22th and 24th, 2014.

Strumentazione

Per le riprese ho utilizzato un rifrattore William Optics Megrez 90, doppietto semi-apocromatico di buona qualità ottica con un elemento in vetro FLP-53 accoppiato ad una camera ZWO ASI120MM monocromatica con pixel da 3.75µm per lato e filtro taglia UV-IR in dotazione alla camera. La montatura utilizzata è una Vixen Sphinx Deluxe (SXD) con scheda elettronica NexSXD. Il GOTO alla doppia desiderata veniva effettuato inserendo le coordinate sulla pulsantiera virtuale del software NexRemote.

Metodologia

Attraverso la funzione Advanced Search del sito StelleDoppie (1) ho cercato coppie con separazione superiore a 6", sbilanciate di meno di 5 magnitudini (delta M), primaria minore di 8.5 magnitudini e secondaria inferiore a 12, non misurate dal 2012 (Last), con poche misure (Obs < 20) e nella costellazione di Cassiopea. L'originale lista, composta di una decina di oggetti, si è poi estesa con la misura dei componenti osservabili dell'intero sistema. Per l'acquisizione ho utilizzato il software FireCapture (2) di Torsten Edelmann, salvando i file nel formato AVI. Ho successivamente convertito gli AVI in BMP per la misura con Reduc utilizzando il software VirtualDub (3).

Va tenuto presente che la mia camera, la ASI120mm, non è nata come camera per astrometria e non è detto che le misure ricadano nel range di linearità del sensore. Le differenze con i dati riportati nel WDS possono anche essere dovute al fatto che non riprendo con un filtro in banda V ma solo un taglia infrarosso-ultravioletto. Alcune misure non convincenti sono state omesse.

Dopo l'acquisizione di tutte le doppie ho utilizzato il software Reduc v5 (4) gentilmente inviatomi da Florent Losse per la misurazione, utilizzando Eta Cas come riferimento per la calibrazione. Per la doppia di calibrazione ho ripreso 1000 frame mentre per misure ne ho ripresi un numero variabile da 200 a 500. Una volta in Reduc cancellavo tutte le misure con residui superiori a 0,2 sigma sia per theta che per rho. Di tutti i frame ne rimanevano qualche decina, a volte anche meno. Questi sono i frame "migliori" che ho utilizzato per le misure. In fase di analisi ho consultato spesso il software Aladin, disponibile presso il Centre de Donnèes astronomiques di Strasburgo (CDS) (5), per verificare la posizione delle componenti nei sistemi multipli. A tale scopo è risultata particolarmente utile il tool di distanza poiché permette di conoscere l'angolo di posizione partendo dalla primaria e la distanza della secondaria.

Doppie misurate

Di seguito la lista delle doppie misurate, con i dati provenienti dal catalogo WDS.

name	SAO	coord	discov#	comp	epoch	obs	pa	sep	m1	m2	d_mag
35 Cas	11712	01 21 05 +64 39 29	S 397		2015	45	341	57,3	6,34	8,63	2,29
	12298	02 29 04 +67 24 09	STF 262	AD	2003	8	60	212	4,63	8,48	3,85
	12298	02 29 04 +67 24 09	STF 262	AC	2015	228	120	7,1	4,63	9,05	4,42
	22191	01 20 05 +58 13 54	H 3 23	AC	2012	25	231	134	5,07	7,04	1,97
47 Cas	4562	02 05 07 +77 16 53	SHJ 22	AB	2003	17	206	97,2	5,31	10,1	4,79
V987 Cas	11983	01 47 45 +63 51 09	ENG 7	AB	2003	11	176	45,9	5,71	9,89	4,18
	22240	01 24 20 +58 56 47	ES 1712	AB	2011	16	2	47,4	7,9	9,33	1,43
	23764	03 01 10 +59 02 10	STF 329		2015	22	274	16,1	8,66	10,36	1,7
	4808	03 03 47 +70 39 26	HJ 2164		2011	15	320	5,7	8,71	10,45	1,74
		03 05 07 +70 11 35	HJ 1129		2012	14	348	44,1	9,75	10,08	0,33
	12589	03 04 39 +63 45 47	STF 335		2011	21	162	21,6	8,65	9,36	0,71
	12635	03 10 50 +63 47 16	STF 349		2011	50	323	5,9	7,92	8,59	0,67
	4911	03 30 14 +77 17 36	FOX 130	AC	2003	6	279	63,2	9,09	11,48	2,39
	12474	02 51 36 +60 33 12	BU 1374	AB	2005	14	196	21,2	9,73	10,08	0,35
	12473	02 51 36 +60 32 51	BU 1374	BC	2003	7	348	139,5	10,09	10,88	0,79
	12473	02 51 36 +60 32 51	BU 1374	BH	2003	5	270	9,5	10,09	13,3	3,21
		02 51 32 +60 35 08	BU 1374	CD	2007	5	71	12,5	10,88	12,19	1,31
	12473	02 51 36 +60 32 51	ABH 16	BE	2003	4	77	45,8	10,09	13,27	3,18
	12470	02 51 08 +60 25 04	STF 306	AC	2003	10	159	27,1	7,39	11,5	4,11
	12470	02 51 08 +60 25 04	STF 306	AE	2003	6	113	18,6	7,39	11,7	4,31
	12470	02 51 08 +60 25 04	STF 306	AF	2003	5	107	26,6	7,39	11,81	4,42
	12470	02 51 08 +60 25 04	STF 306	AG	2011	16	157	123,4	7,39	8,37	0,98
		02 51 10 +60 24 56	STI 398	EF	2012	4	93	8,4	11,7	11,81	0,11
V793 Cas	4738	02 50 12 +72 54 52	HJ 2157	AB	2012	10	288	11,2	8	11,4	3,4
	4738	02 50 12 +72 54 52	HJ 2157	AC	2012	12	22	24,5	8	10,58	2,58
	4738	02 50 12 +72 54 52	HJ 2157	AD	2003	9	67	33,9	8	12,79	4,79
	12418	02 44 20 +64 10 37	HJ 1122		2011	10	217	10,3	9,61	10,3	0,69
	12485	02 52 58 +60 28 17	BU 1375	AB	2003	5	181	16,6	7,25	13,11	5,86
	12485	02 52 58 +60 28 17	BU 1375	AC	2003	6	24	76	7,25	12,54	5,29
	12470	02 51 08 +60 25 04	SS 4	AT	2003	5	107	41,2	7,39	13,4	6,01
	12470	02 51 08 +60 25 04	SS 4	AR	2003	4	5	38,4	7,39	13,1	5,71
	12499	02 54 11 +60 39 04	ES 1815	AC	2011	7	53	16	8,52	13,2	4,68
	12715	03 21 46 +68 30 02	STF 368	AC	2003	4	37	65,2	10,04	12,91	2,87
	11687	01 18 58 +66 09 28	STF 105	AC	2003	4	209	213,2	8,83	11,52	2,69
	23710	02 56 20 +58 52 19	STF 321		2003	20	25	18,8	9,34	10,45	1,11
	12462	02 50 42 +62 48 34	STI 396	AB	2011	8	148	11,5	9,15	11,09	1,94
	12462	02 50 42 +62 48 34	SIN 5	AF	2007	4	267	92,2	9,15	12,95	3,8
V798 Cas	23761	03 00 54 +59 39 57	STTA 31		2008	23	230	73,6	7,33	8,03	0,7

Risultati

WDS ID	DISCOV#	COMP	EPOCH	THETA (°)	SIGMA THETA	RHO (")	SIGMA RHO	DELTA M	#	NOTES
01211+6439	S 397		2014,809	241,29	0,17	56,721	0,053	1,70	23	
02291+6724	STF 262	AD	2014,809	59,80	0,14	208,907	0,030	1,72	41	
02291+6724	STF 262	AC	2014,809	120,10	0,26	6,782	0,022		13	
01201+5814	H 3 23	AC	2014,809	234,97	0,17	132,781	0,034	1,17	20	
02051+7717	SHJ 22	AB	2014,809	211,14	0,19	97,154	0,036	2,97	14	
01477+6351	ENG 7	AB	2014,809	173,00	0,33	67,020	0,041	1,94	15	
01243+5858	ES 1712	AB	2014,815	3,58	0,16	48,145	0,031	0,15	40	
03012+5902	STF 329		2014,815	275,63	0,23	16,386	0,047	1,28	19	
03038+7039	HJ 2164		2014,815	321,23	0,63	5,385	0,189	0,79	12	
03051+7012	HJ 1129		2014,815	348,97	0,04	45,199	0,049	0,15	15	
03047+6346	STF 335		2014,815	163,31	0,29	21,978	0,037	0,00	58	
03108+6347	STF 349		2014,815	323,44	0,28	5,762	0,032	0,64	29	
03302+7718	FOX 130	AC	2014,815	280,76	0,15	64,376	0,048	2,47	17	
02516+6033	BU 1374	AB	2014,815	197,05	0,37	21,382	0,024	0,35	27	
02516+6033	BU 1374	AC	2014,815	344,97	0,04	124,164	0,025	1,12	34	1
02516+6033	BU 1374	AD	2014,815	350,54	0,13	125,556	0,047	2,53	26	1
02516+6033	BU 1374	BC	2014,815	350,11	0,55	140,258	0,054	3,70	5	
02516+6033	BU 1374	BH	2014,815	272,45	0,54	9,645	0,079	2,40	7	
02516+6033	BU 1374	CD	2014,815	71,05	0,20	12,171	0,230	1,26	10	
02516+6033	ABH 16	BE	2014,815	77,53	0,47	47,172	0,166	3,39	7	
02511+6025	STF 306	AC	2014,815	161,64	0,38	27,769	0,059	2,69	30	
02511+6025	STF 306	AE	2014,815	115,59	0,38	18,689	0,072	3,30	12	
02511+6025	STF 306	AF	2014,815	109,44	0,45	26,920	0,052	3,20	30	
02511+6025	STF 306	AG	2014,815	159,28	0,08	126,172	0,028	0,98	30	
02511+6025	STI 398	EF	2014,815	97,55	0,45	8,744	0,097	0,10	8	
02502+7255	HJ 2157	AB	2014,815	289,88	0,45	11,097	0,042		9	
02502+7255	HJ 2157	AC	2014,815	23,82	0,22	24,950	0,025	1,60	19	
02502+7255	HJ 2157	AD	2014,815	69,70	0,47	34,508	0,030	3,00	24	
02443+6411	HJ 1122		2014,815	217,76	0,19	10,348	0,032	1,40	43	
02530+6028	BU 1375	AB	2014,815	182,02	0,18	16,827	0,044	2,80	8	
02530+6028	BU 1375	AC	2014,815	25,30	0,09	77,637	0,023	3,00	14	
02511+6025	SS 4	AT	2014,815	109,35	0,31	41,904	0,069	3,70	25	
02511+6025	SS 4	AR	2014,815	7,55	0,44	39,162	0,048	3,80	22	
02542+6039	ES 1815	AC	2014,815	54,85	0,39	16,503	0,035	2,80	10	
03218+6830	STF 368	AC	2014,815	40,63	0,96	65,926	0,548	0,70	3	
01189+6610	STF 105	AC	2014,815	211,32	0,07	217,615	0,035	2,80	15	
02563+5852	STF 321		2014,815	26,23	0,23	18,845	0,034	0,20	34	
02507+6249	STI 396	AB	2014,815	148,49	0,29	11,902	0,050	1,80	15	
02507+6249	SIN 5	AF	2014,815	268,76	0,11	94,601	0,035	3,20	19	
03009+5940	STTA 31		2014,815	232,10	0,05	75,151	0,014	0,80	15	

Note

- 1 - Queste misure non esistono nel WDS. BU 1374 è curiosamente misurata partendo dalla componente B.

Conclusioni

Ho utilizzato il sito StelleDoppie per confrontare misure del catalogo WDS e misure osservate (O-C) rilevando in alcuni casi differenze minime ma significative. Queste discrepanze sono dovute al movimento della stella secondaria. Mi è sorto un dubbio che, essendo le immagini relative al 2014, qualche stella doppia poteva essere stata misurata nuovamente e il WDS potesse contenere dati di misure recenti, non relativi al 2014, falsando O-C; ma questa situazione non si è verificata tranne che in un caso. Rimane quindi più che valida l'originale scelta di misurare doppie neglette.

Ringraziamenti

This research has made use of the Washington Double Star Catalog maintained at the U.S. Naval Observatory.

Riferimenti

1) StelleDoppie http://stelledoppie.goaction.it/
2) FireCapture http://firecapture.wonderplanets.de/
3) VirtualDub http://www.virtualdub.org/
4) Reduc http://astrosurf.com/hfosaf/
5) CDS http://cds.u-strasbg.fr/

Gianluca Sordiglioni vive a Milano. È Fundraiser in Chief presso la Fondazione Grigioni per il Morbo di Parkinson, un ente di ricerca scientifica fortemente impegnato a trovare una cura per la malattia. Insegna analisi dei dati e database al Master in Fundraising, Università di Bologna, sede di Forlì. Autore del sito stelledoppie.goaction.it, osserva e riprende doppie dal giardino di casa.

L'Osservazione Visuale delle Stelle Doppie

di Gaetano Lauritano

Quando mi sono avvicinato all'osservazione delle stelle doppie non avevo ancora ben chiaro che cosa avrei visto all'oculare.
Pensavo "vabbè saranno due stelline molto vicine tra loro".
Ridotto ai minimi termini di questo si tratta ma, di sicuro, qualcos'altro si celava attorno a questo tipo di osservazione di corpi celesti.
Se tanti appassionati erano disposti a passare intere nottate a studiarle e osservarle qualcosa ci doveva essere.
Cominciai a documentarmi e mi resi conto che la loro osservazione prima, e lo studio ad esse dedicate da astronomi di grande fama dopo era dovuto sia da motivi scientifici che di pura contemplazione.
Senza contare, inoltre, che le stelle si muovono e che la loro posizione non rimane invariata nel corso degli anni.
Partendo da questo presupposto cominciai a rapportarmi nei confronti della loro osservazione in modo diverso e mi prefissai di portare avanti un vero e proprio programma osservativo mirato anche e soprattutto alla misurazione della separazione e della posizione angolare degli astri osservati.
Dal punto di vista meramente nostalgico il ripercorrere le strade di grandi studiosi come Friedrick Georg Wilhelm Struve, oppure John Frederick William Herschel per citarne alcuni è senza dubbio un viaggio ricco di fascino.
L'osservazione delle stelle doppie è un' attività che può essere svolta anche da casa o comunque da cieli cittadini, tantissime sono le stelle che ben si prestano a questo tipo di cielo.
Solitamente seleziono una lista di doppie da una o più costellazioni limitrofe e alla portata del mio strumento.
Preparo i log form per raccogliere i dati ed eventualmente eseguo anche dei disegni per immortalare l'osservazione.
Questo tipo di osservazione è molto rilassante, non necessità di grossi impegni e riesce a produrre anche una discreta quantità di informazioni da archiviare.
Le doppie offrono in diversi casi visioni spettacolari con accostamenti di colori e differenze di magnitudine.
Non sempre si tratta solo di doppie ma, sovente, ci troviamo in presenza di sistemi multipli basta pensare alla Double Double della Lyra (ε Lyrae) oppure a ι Cas per citarne qualcuna.
In effetti ce ne sono di tutti i colori e di tutti i gusti e anche per tutte le tasche, basti pensare che anche con strumenti piccoli si possono eseguire delle fruttuose osservazioni e via via che si aumenta di diametro le opportunità di oggetti sempre maggiori e spettacolari aumenta.
Come dicevo solitamente seguo un programma ben definito sia se si tratta di osservazione visuale oppure di riprese dirette alla misurazione
Ma sono veramente molteplici le possibilità o le idee da considerare
Si può seguire le orme di Struve e osservare tutte le doppie che fanno parte del suo catalogo, oppure prendere un libro specifico e completare le liste selezionate dall'autore.

Non dimentichiamo che esiste anche il Programma Osservativo di Stelle Doppie della Astronomical League con moltissime risorse da seguire oppure restando in Italia l'UAI ha una sezione dedicata alle Stelle Doppie.
Ma la domanda di fondo di chi ancora non si è cimentato in questo tipo di osservazione notturna è "si ma a che scopo?".
La risposta è semplice, con lo stesso scopo che si ha quando si osservano batuffoli quasi sempre incolore e che ci spinge a passare notti in bianco al freddo e all'umidità. "Purtroppo" la maggior parete degli astrofili rimane colpita dalle splendide immagini di Galassie e Nebulose viste sulle riviste o su internet e comincia la attività di astrofilo nella speranza di poter vedere con i propri occhi quelle spettacolari immagini. Sovente, quando ci si rende conto che non è così, si rimane delusi da ciò che in realtà si vede all'oculare e si finisce per abbandonare la passione o, in altri casi, si passa alla astrofotografia dove la possibilità di ricreare quelle belle immagini colorate è maggiore. (Non mi dilungherò nell'aspetto tecnico di come vengano raggiunti questi risultati.) Si tenga presente che questo implica un investimento maggiore e una tipologia di astrofilìa diversa, qui si sta scrivendo di osservazione visuale.
Le Stelle Doppie o multiple sono gli unici oggetti(ad esclusione dei pianeti) ad offrire immagini a colori anche in visuale e riescono a trasmettere in molti casi una sensazione di profondità maggiore a causa delle loro differenze di magnitudine e intensità. Questo articolo non ha lo scopo di convincere che l'osservazione visuale delle stelle doppie è una pratica da fare assolutamente, ma è un invito a provarci almeno qualche volta.
Un aneddoto molto ricorrente, che la dice lunga, in occasione di serate di divulgazione oppure di trasferte alle quali si accodano sempre curiosi è la reazione alla visione di oggetti deboli come galassie o nebulose" …cosa dovrei vedere?", "…tutto qui?"

Ricordo una signora che osservando M57 nella Lyra pensava che fosse una macchia sull'oculare!
Quando poi osservano Albireo restano tutti stupefatti dai colori e dalla luminosità e chiarezza delle immagini.
Il bello poi è il far vedere e comprendere la separazione di una doppia.
E ancora il far notare ad occhio nudo la duplicità di Mizar (Zeta Ursae Majoris, ζ UMa) e poi sorprendere l'osservatore mostrando la compagna più debole.
Lo stesso risultato ottenuto con la Double Double nella Lyra.

In conclusione il cielo ci offre una vastità di oggetti di varie forme, colori e dimensioni, perché preferirne solo alcuni e dimenticare tutto il resto? L'osservazione delle Stelle Doppie può essere appagante e stimolante e, se proprio la scintilla non dovesse scoccare almeno non avrete il rimorso di non averci provato.

Le stelle sono lì, attendono solo di essere osservate e ammirate.

Proposta osservativa autunno 2016

Gianluca Sordiglioni
email: inzet@yahoo.com

Per tutti coloro che "non sanno cosa misurare" proponiamo una selezione di 33 doppie autunnali (come il famoso e purtroppo non più aggiornato sito "The Spirit of 33") che sono state osservate poche volte, di natura fisica o sospetta tale, che non vengono misurate da almeno dieci anni, separazione maggiore di 3", primaria minore di 9 mag, secondaria minore di 11 mag e una differenza di magnitudo inferiore a 3.

La lista è presente sul sito StelleDoppie alla seguente URL:
http://stelledoppie.goaction.it/index2.php?azione=vedi_lista_doppie&idlista=362&section=4

cst	SAO	coord	discov#	comp	epoch	obs	pa	sep	M1	M2	d_mag
Cep	20806	23 43 49 +69 03 46	AG 294		2005	12	123	16.9	8.38	9.69	1.31
Cep	10726	23 23 53 +77 04 09	STF3011		2006	26	332	6.9	9.23	9.44	0.21
Cep	20346	22 58 04 +63 21 45	BHJ 44		2003	6	70	17.8	9.05	10.31	1.26
Cep	10560	22 56 13 +72 50 14	STT 484	AB,C	2003	18	255	30.7	7.57	10.42	2.85
Cep	34878	22 51 14 +57 11 39	HJ 1824		2004	12	44	22.7	9.67	10.22	0.55
Del		20 55 12 +03 14 19	BAL2040		2006	4	68	8.3	8.53	10.60	2.07
Del	106193	20 30 59 +20 07 16	HJ 2974		2004	15	297	14.3	9.70	9.93	0.23
Del	106079	20 24 57 +10 16 03	HJ 1509		2004	18	180	18.8	9.83	9.97	0.14
Cep	3755	22 29 28 +80 50 24	STF2927		2003	17	315	15.5	9.39	10.67	1.28
Cep	10341	22 23 12 +70 53 41	A 783		2003	10	181	4.4	9.40	10.90	1.50
Cep	20023	22 20 58 +66 57 54	STT 470		2003	27	352	4.3	7.37	9.77	2.40
Cep	19808	22 02 13 +65 50 16	MLB 309		1999	4	151	5.2	8.13	10.60	2.47
Cep	19771	21 58 43 +64 33 49	HJ 1713		2003	11	127	18.7	8.69	10.67	1.98
Cep		21 52 04 +62 06 45	KR 56		2003	18	300	4.7	9.65	10.59	0.94
Cep		21 36 32 +58 42 40	BU 371		2003	11	3	8.8	8.30	10.80	2.50
Cep	33313	21 18 54 +59 38 04	MLB1092		2003	8	106	10.4	8.56	10.00	1.44
Cep	19188	21 05 32 +62 09 32	STF2764	A,BC	2005	38	298	7.0	8.32	9.31	0.99
Cep	19147	21 00 17 +61 29 50	HJ 1607	AB	2003	19	74	14.8	7.81	10.43	2.62
Cep	19125	20 57 20 +66 45 07	MLB 268		1999	5	332	5.6	8.45	10.90	2.45
Cep	19020	20 45 15 +63 32 10	ES 134		2003	13	84	11.0	8.59	9.89	1.30
Peg	91142	23 17 01 +21 24 39	STF2997		2005	27	222	24.7	8.86	9.51	0.65
Peg	108160	22 45 58 +19 15 01	STF2941		2006	35	259	15.1	7.62	10.36	2.74
Peg		21 40 16 +03 44 14	STT 446		2004	21	174	6.6	8.56	10.55	1.99
Dra	9452	19 29 30 +78 15 56	STF2571	AB	2004	70	19	11.3	7.69	8.27	0.58
Dra		19 03 40 +57 27 26	ARG 33		2006	21	57	10.6	8.46	9.25	0.79
Dra	31286	18 56 55 +56 44 57	STF2433	AB	2006	17	124	7.5	7.17	10.09	2.92
Dra	17882	18 25 52 +60 28 45	ES 2666		2004	12	270	44.4	8.45	9.92	1.47
Dra	30486	17 37 25 +50 40 07	ES 2661	AB	2004	11	101	57.8	8.46	9.84	1.38
Dra	30220	17 03 19 +59 35 07	STF2128		2006	54	46	12.1	8.76	10.34	1.58
Dra	17176	16 39 04 +60 41 59	STF2092		2006	25	5	8.3	8.69	9.64	0.95
Dra	16672	15 17 18 +62 46 16	PKO 23		2000	6	349	5.7	6.93	9.50	2.57
Dra	7485	12 01 38 +70 50 60	STF1590		2005	23	235	5.3	7.42	10.11	2.69
Cep		22 19 18 +63 18 45	BEI 2	AC	1999	3	78	10.9	6.14	8.46	2.32

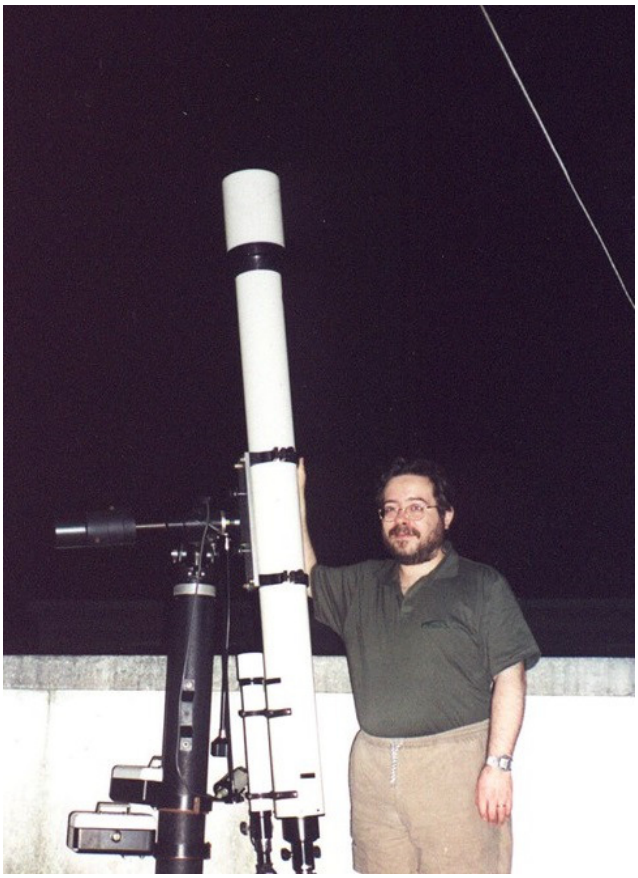
Intervista ad Alessandro Bertoglio

(di Gaetano Lauritano)

Chi è Alessandro Bertoglio?
Alesandro Bertoglio è un torinese della classe 1957, attualmente pensionato (causa malattia), ex dipendente pubblico. Ha studiato per alcuni anni Medicina presso l'Università di Torino. Sposato senza figli e accasato con una bravissima donna brasiliana.
Sono anche microscopista dedicato alle alghe diatomee della mia regione e svolgo l'attività di radioamatore.

Come è nata la tua passione per l'astronomia?
Mio padre da giovane coltivò la sua cultura astronomica sempre sognando di avere un telescopio (tentò di autocostruirselo), dunque, quando Alessandro era bambino, lo portava sul balcone insegnandogli a riconoscere le stelle. Al mio settimo compleanno mio papà mi regalò (e regalò a se stesso) il mio primo telescopio. Si trattava del modello Satelliter della conosciuta, all'epoca, ditta torinese Alinari. Era, con tutta sincerità, un onesto fondo di bottiglia con l'obiettivo inserito nel tubo con un barilotto estraibile di diametro 45 mm non acromatico che fu, dopo alcuni anni sostituito con un obiettivo da 75 mm acromatico (il doppietto era tenuto insieme da nastro adesivo!!). Non parliamo della messa a fuoco terribile e del piccolo treppiede traballante ma con questo lo scrivente iniziò ad osservare mentre suo padre si trovò molto deluso perché non riusciva a vedere Marte, sono sue parole "Grande come una moneta da cento lire", ricordo dei tanti disegni dei grandi planetologi dei libri che lesse.
All'età di circa 15 anni sostituii lo scadente strumento con un rifrattore altazimutale giapponese acromatico da 60 mm che mi diede finalmente immagini buone. Riparlando del Marte grande come una moneta di mio padre, mi sovviene un emozionante ricordo di mio padre mancato alcuni annni fa: usando il mio attuale 30 cm, pur non essendo un astroimager, riuscii ad ottenere una immagine di Marte che stampata misurava alcuni centimetri. Ebbene, andai subito da mio padre: "Papà, guarda, Marte grande o forse più di una moneta da cento lire!". Il suo sorriso mi ripagò di mille e mille notti con gli occhi al telescopio ed ancora oggi lo ricordo con emozione! Caro papà, grazie per la passione che mi hai trasmesso e che dura esattamente da cinquanta anni!

Quale è stato il tuo primo strumento?
A parte il sessantino descritto più sopra, il mio primo strumento serio lo acquistai risparmiando i miei primi stipendi. All'epoca avevo stretto amicizia con Walter Ferreri e su suo consiglio gli ordinai un rifrattore acromatico diametro 120 mm focale 1800, ottica Silo di Firenze, intubazione Ferreri, montato sula rocciosa montatura Saturn della Vixen. Il contrato di questo tubone , lungo quasi due metri, era fantastico e mi permise di sfogarmi nell'osservazione lunare e planetaria e nelle stelle doppie. Infine accadde che mi accorsi dell'importanza del diametro quando un amico astrofilo con il suo Celestron C8 le diede secche al rifrattore mostrando più particolari marziani , sdoppiando alcune doppie per me impossibili e mostrando il compagno di Sirio. Infine si succedettero un po' di telescopi tra i quali un Meade SC da 25 cm e un altro Meade da 8 pollici LX 90 che scegliei per la capacità goto da sfruttare nelle notti migliori. Infine, meno di una decina di anni fa decisi di regalarmi il telescopio "Della vita". La scelta fu meditata a lungo perché cercavo la perfezione ottica e l'affidabilità meccanica coniugate al grande diametro per fornirmi grande vantaggio nell'alta risoluzione. La scelta cadde sul Takahashi Mewlon 300 (3572 mm di focale) riflettore di configurazione Dall-Kirkham, ovvero simile al Cassegrain, supportato dalla massiccia montatura 10 Micron GM 2000. Si tratta di un telescopio che può sopportare, cercando l'allungamento dei dischi di stelle doppie ben al di sotto del suo potere risolutore anche più di 1000X e che fornisce immagini dettagliatissime di luna e pianeti. Dopo anni di uso posso dire che non cambierei la mia scelta. Pure la montatura è solida e molto molto precisa con un goto, del controller FS2, che porta sempre nel centro del campo oculare, anche a forti ingrandimenti, l'oggetto cercato.



Rifrattore120/1800, su intubazione di Walter Ferreri.

Takahashi Mewlon 300

Come ti sei avvicinato alla osservazione e allo studio delle Stelle Doppie?
Quando ho iniziato, molto utile fu per me il meraviglioso libro "Astronomia pratica" di Wolfgang Schroeder dal quale imparai a riconoscere le costellazioni e che riporta un itinerario celeste descrivendo i vari oggetti del cielo. Ebbene, questo itinerario è colmo di stelle doppie e, seguendolo, incontrai questi oggetti e, quindi mi appassionai. A parte il lato estetico, per me le stelle doppie rappresentano una vera sfida tra occhio, cervello, telescopio e condizioni del cielo nel tentativo di sdoppiare quelle più strette e difficili. Successivamente, dopo aver passato molti anni dedicandomi alla fotometria fotoelettrica di stelle variabili, mi imbattei in un bel articolo web del francese Florent Lossè dove egli descrive la possibilità di misurare le doppie tramite immagini CCD. La cosa mi tentò e subito mi feci inviare il programma Reduc del gentilissimo Lossè e mi gettai anima e corpo nelle misurazioni. Negli ultimi dieci anni ho misurato centinaia di coppie (misure pubblicate sul Journal of Double Star Observations – JDSO e accettate dal catalogo WDS) con l'effetto collaterale di aver scoperto 13 nuove compagne di doppie già conosciute, oggi catalogate con l'acronimo BTG (da 1 a 13) sul catalogo generale.

Per molti appassionati della materia sei considerato un punto di riferimento.
Sono molto lusingato per quello che mi state dicendo. Credo che molti si ricordano di me per aver fatto parte del forum Astrofili.org dove chiacchieravo spesso di doppie, pubblicavo resoconti delle mie osservazioni e cercavo di condividere il mio entusiasmo per le doppie e le loro misurazioni. Credo che oggi ci sono molti astrofili che possono essere considerati punti di riferimento, avrei bisogno di molte righe per fare l'elenco, tra i quali parecchi italiani, spagnoli, sud e nord americani e anglosassoni.

Se dovessi consigliare ad un neofita lo strumento per avvicinarsi all'osservazione dei sistemi multipli cosa consiglieresti?
Per chi inizia l'osservazione visuale consiglierei di utilizzare il telescopio di proprietà personale e di osservare molto per allenare l'occhio e il cervello. Per chi volesse infine fare un salto di qualità e quindi dedicarsi sia al visuale e poi alle misurazioni, consiglio di non sottovalutare il diametro dell'obiettivo. Un buon diametro fornisce grande potere risolvente per le coppie più strette e una sufficiente quantità di luce per osservare e misurare coppie deboli. Un riflettore da 20 cm può bastare, meglio da 25. Uno Schmidt-Cassegrain può andare bene, l'importante è che si possa bloccare lo specchio per evitare, durante le misurazioni, errori nel calcolo dell'angolo di posizione

Il tuo attuale setup?
Insieme al Mewlon, più sopra citato, per le misurazioni utilizzo una camera CCD SBIG ST7 XME che, essendo raffreddata, è ideale per misurare le coppie deboli. Inoltre posseggo una camera Lumenera Skynix che intendo utilizzare per riprendere doppie strette. Le camere sono collegate al telescopio da un flip mirror seguito da una barlow Televue Powermate 2X dotata da un filtro blocca infrarossi.

La tua Top Five dei sistemi multipli?

- 1 Albireo, beta Cyg, contrasto di colore meraviglioso ben visibile con qualsiasi strumento. L'ho messa in lista perché la primaria ha un compagno molto vicino che si può notare, come un bernoccolo della figura di diffrazione della stessa in serate ottimali e forti ingrandimenti con strumenti da 27 cm o superiori.
- 2 Sirio, alfa CMa, tutti sanno che ha una compagna debole annegata nella sua luce. L'ho segnalata perché è la mia bestia nera: col Mewlon non sono mai riuscito a scorgerla, neppure col rifrattore apocromatico Morais da 42 cm dell'Osservatorio di Pino Torinese (quella sera il seeing era terribile con Sirio che ribolliva nel campo oculare). C'è da dire che nell'impresa ci riuscì un amico astrofilo da Torino centro con il suo Celestron C8, strumento molto ben al di sopra della qualità degli altri C8. Inoltre un altro amico astrofilo, in una serata di seeing ottimale, la separò con un Celestron C 11 HD notando bene un ampio spazio scuro tra la stellina e la principale.
- 3 Almach, gamma And, separabile con qualsiasi telescopio mostra un notevole contrasto di colori: arancio la primaria e azzurrognola la secondaria. Si merita anche l'ingresso nella top five perché la secondaria è a sua volta doppia. Essa è stretta ma è alla portata di un buon 20 cm in una serata favorevole.
- 4 Delta Cyg, è una doppia sbilanciata in luminosità. La primaria, molto luminosa, presenta accanto a se una compagna di sesta magnitudine. Questa coppia è spesso utilizzata per testare il contrasto dei telescopi. Se la serata è tranquilla e se il telescopio è ben collimato la stellina sarà visibile anche con strumenti di piccolo diametro.
- 5 Trapezio, Theta1 Ori, è la famosa stella quadrupla che si trova al centro della Nebulosa di Orione. Un magnifico quartetto circondato dalla luminosità dei gas della nebulosa. Inoltre, con telescopi di sufficiente apertura (ci riuscii col rifrattore da 120 mm) se la serata è tersa e tranquilla si può scorgere la componente E di magnitudine 11 a 4" dalla luminosa componente A, inoltre anche una componente di undicesima (la F) è visibile, con le stesse condizioni e strumenti, anche essa a 4" dalla componente C.

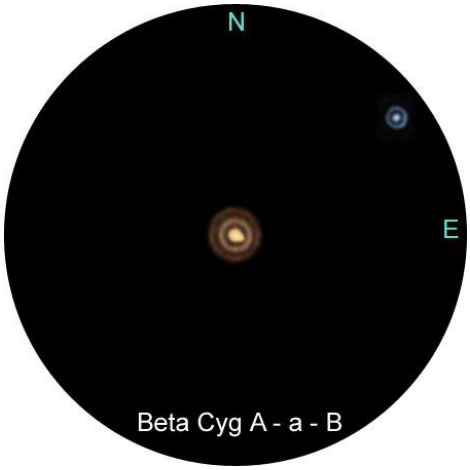
E' un vero peccato che devo scegliere solo cinque stelle, mi fa molto pena tralasciarne molte come Antares e Gamma Virginis.

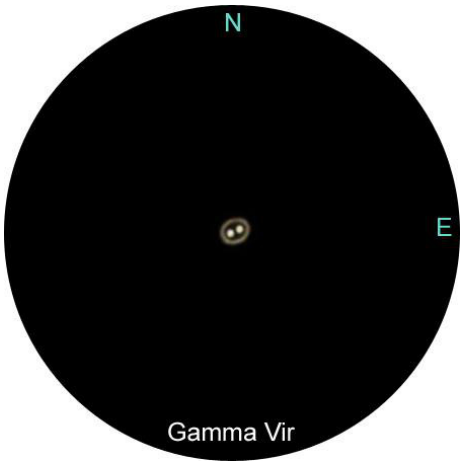
Come prepari le tue sessioni osservative?
Per le sessioni di misurazioni ho scaricato dal catalogo WDS un elenco di doppie "Neglected", ovvero coppie mai misurate da anni ed anni e spesso misuro stelle che trovo interessanti nell'osservazione visuale.
Per il visuale, siccome il mio scopo è quello di osservare quelle strette e difficili, ho scaricato l'intero catalogo WDS ponendolo in un database da cui estraggo una lista di doppie non troppo deboli per il mio strumento e con separazione uguale od inferiore ai 5" (non disdegnando, anzi, quelle al di sotto di 1" o meno).

E' stato un piacere ed un onore averti come ospite e a nome del Bollettino ti rinnoviamo l'invito a contribuire con tuoi futuri lavori.
Mi ha fatto immenso piacere l'invito a collaborare! Spero di poterlo fare ancora in seguito condividendo così la passione che ci unisce.

Cieli sereni e tranquilli!

Alessandro Bertoglio





Albireo e Gamm aVirginis disegnate da Alessandro bertoglio con il Takahashi Mewlon 300