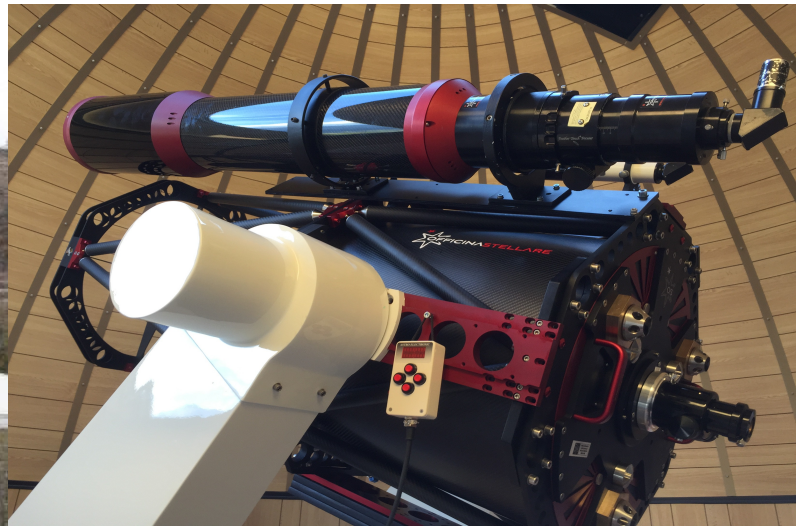
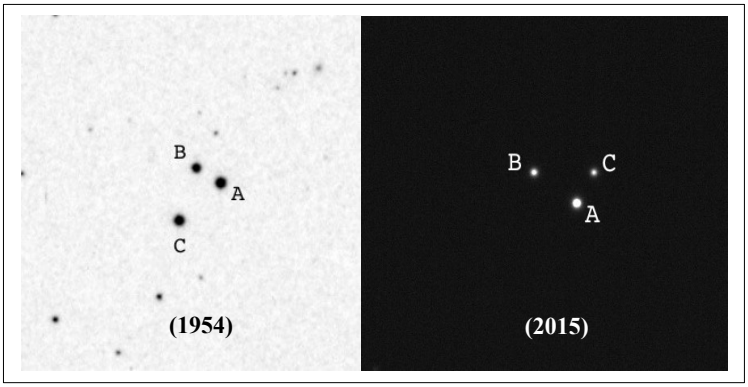
IL BOLLETTINO DELLE STELLE DOPPIE

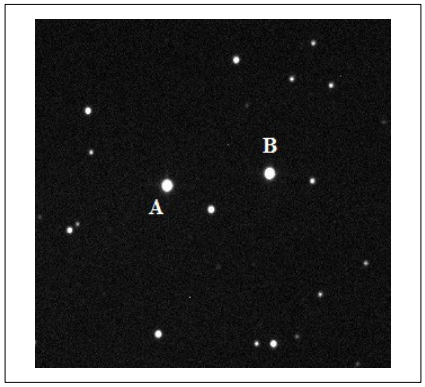
Bulletin of Double Stars



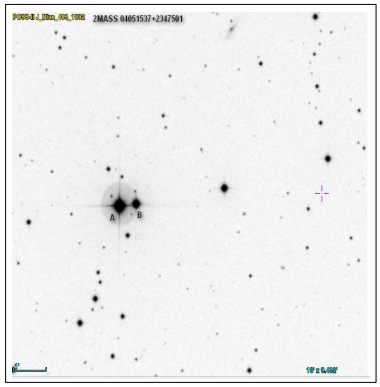
Osservatorio Astronomico Val di Fiemme



Gianpiero Locatelli – Study of the system LMP 1AC – LD S863AB



Andrea Mantero.
New CPM pair in Cetus



Luca Maccarini.
Study of new CPM pair in Taurus

Numero 16

Gennaio - Marzo 2016

ISSN 2279 - 9044

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

ISSN 2279-9044

Indice

Nuovo sistema binario con moto proprio comune
nella costellazione della Balena 6
New CPM pair in Cetus
Andrea Mantero

Sistemi doppi di classe spettrale M: osservazione e studio 9
Binary systems of spectral type M: observation and study.
Gianpiero Locatelli

Studio di una nuova coppia di stelle con moto proprio
comune individuata nella costellazione del Toro 26
Study of new CPM pair in Taurus
Luca Maccarini

Collaborazione Pro-Am di osservazione
del sistema σ Orionis 34
Collaboration Pro-Am for the observation of
the system "σ Orionis"
Gianluca Sordiglioni

Misure astrometriche in Orione eseguite presso l'Osservatorio Astronomico Val di Fiemme 40

Astrometric measurements in Orion performed at the Astronomical Observatory Val di Fiemme

Gianluca Sordiglioni, Ernesto Zanon

Addendum

BolSD n.15 42

Editoriale

Il 2016 è iniziato molto bene per gli amanti delle stelle doppie..... infatti, Luca Maccarini e Andrea Mantero ci presentano due articoli su due nuove stelle doppie, rispettivamente nel Toro e nella Balena. I due articoli presentati, descrivono dettagliatamente e minuziosamente i procedimenti sulla loro ricerca e il loro studio.
L'articolo presentato da Gianpiero Locatelli, invece, descrive lo studio e l'osservazione di particolari sistemi doppi e multipli: i sistemi con almeno una componente di classe spettrale M. Grazie a questo studio, ad esempio, si è potuto determinare che la componente C della tripla LMP 1AC-LDS 863AB non fa parte del sistema.
Con l'ultimo Meeting internazionale sulle stelle doppie, svoltosi a Vilanova i la Geltrù (Barcellona, Spagna), grazie a Gianluca Sordiglioni, si è dato il via ad una collaborazione sull'osservazione e misurazione del sistema, "sigma orionis"; il tutto, è presentato nell'articolo a pagina 34 del Bollettino.
Ricollegandoci al precedente articolo, ancora Gianluca Sordiglioni ed Ernesto Zanon hanno effettuato delle misure di alcune stelle doppie proprio nei dintorni di sigma orionis accedendo alla strumentazione dell'Osservatorio Val di Fiemme, grazie alla collaborazione del Gruppo Astrofili Fiemme.

Buona lettura e buon anno!

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° Aprile 2016.

Nuovo sistema binario con moto proprio comune nella costellazione della Balena

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 2MASSJ01534204-0032204 e 2MASSJ01532993-0031513 individuato nella Costellazione della Balena.

Abstract

This article present the results of a study undertaken by the Bernezzo Observatory, on the system 2MASSJ01534204-0032204 and 2MASSJ01532993-0031513 identified in the Cetus constellation.

Metodo

Le misure sono state tutte effettuate con il 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 da 250 mm (f/4); scale: 1,33"/pixel; camera CCD Atik 314+ monocromatica. Le stesse immagini sono state corrette con il software "Astrometrica" di Herbert Raab(1). Lo studio dell'interessante sistema doppio è stato condotto basandosi sui dati forniti dal sistema Aladin Sky Atlas(2); 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 dell'ottimo foglio elettronico ideato da Gianpiero Locatelli.

Risultati

L'Aladin Sky Atlas indica le due componenti come TYC4686-520-1 di magnitudine 10.340, la componente primaria, e TYC4686-283-1 di magnitudine 10.547, la componente secondaria.

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. In Figura 1, viene evidenziata la coppia in esame così come ripresa nel corso della sessione osservativa. 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).

Nella Tabella 1, sono riportati sia i dati identificativi della coppia, sia il moto proprio di ciascuna componente. I moti propri, abbastanza simili, hanno incoraggiato ad un proseguimento dell'indagine. Come accennato nel paragrafo riguardante la metodologia, è stato utilizzato software Duplex. Angolo di posizione e separazione angolare sono stati calcolati con il software Astrometrica e RHO-THETA del GEDRAA, in Tabella 2. Nella Tabella 3 sono riportati i dati relativi all'analisi fotometrica.

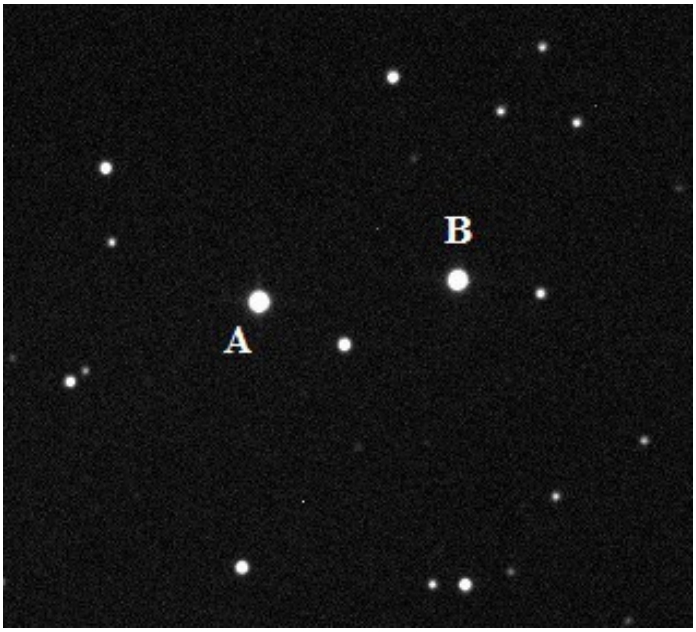


Fig. 1. Foto dell'autore della nuova coppia in Balena.

	Primaria	Secondaria
Coordinate	01 53 42.04 -00 32 20.4	01 53 29.93 -00 31 51.4
2MASS	2MASSJ01534204-0032204	2MASSJ01532993-0031513
pmRA”/yr	-22.8	-22.7
pmDEC”/yr	-28.3	-30.1
e_pmRA	1	1
e_pmDEC	1	1
Latitudine Galattica	-59.4965	-59.513

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

Rho	184.090
Theta	279.063
Epoca	2015,909

Tabella 2. Angolo di posizione e separazione angolare calcolati con il software Astrometrica e RHO-THETA del GEDRAA

	PRIMARIA	SECONDARIA
V mag	10.340	10.547
J mag	9.415	9.602
H mag	9.144	9.338
Kmag	9.113	9.257
B-V	0.52	0.56
V-I	0.61	0.67
V-J	1.039	1.145
Mag assoluta	3.8	4.2
Correzione Bolometrica	0,012	0.045
Distanza Anni Luce	663	605
Tipo Spettrale	F7V	F9V
Temperatura	6200	5900
Masse Solari	1.25	1.19
Mag assoluta bolometrica	3.74	3.98
Moto Proprio Totale	36.34	37.70
Moto Proprio Ridotto	-43.30	-43.69

Tabella 3. Dati relativi all'analisi fotometrica.

Analisi della natura della coppia

Sono stati applicati diversi criteri professionali finalizzati all'eventuale individuazione delle caratteristiche ottiche o fisiche delle coppie in esame. Per l'individuazione dei criteri ho utilizzato un foglio di calcolo che utilizza il criterio di empirico di Aitken , Halbwachs, Abt, Close e Ciardullo. I risultati sono descritti in Tabella 4

Criterio di Halbwachs	Fisica
Ciardullo	Fisica 0,01
Criterio di Abt	Fisica
Criterio di Close	Fisica
Criterio di Aitken	Ottica

Tabella 4. Criteri sulla natura della coppia.

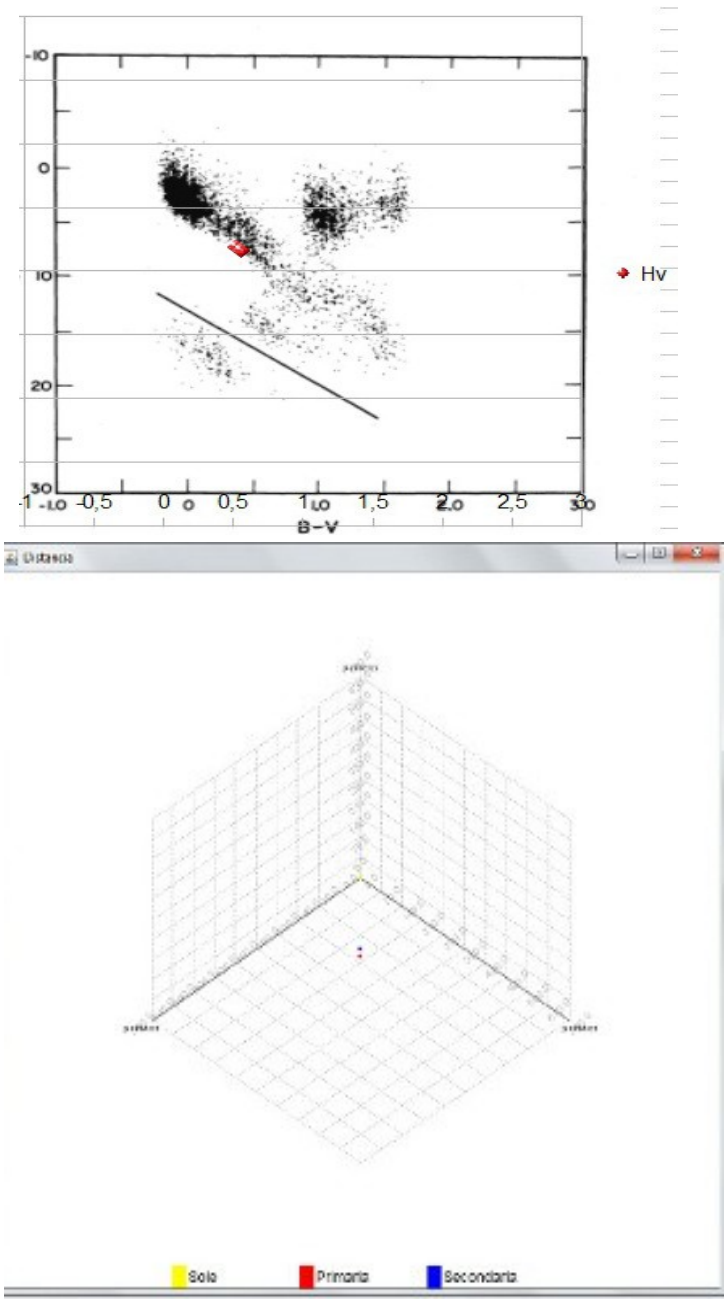


Figure 2 e 3. Diagramma delle clessi spettrali e distanda delle componenti dal sole.

Conclusioni

Sicuramente, con i dati proposti in questo articolo, questa coppia merita uno studio futuro approfondito, grazie ai moti propri molto simili e ai criteri sulla natura della stessa.

L'osservazione e lo studio delle stelle doppie, prosegue di pari passo con l'attività principale dell'osservatorio, e cioè con l'astrometria dei corpi minori del Sistema Solare. Ancor di più dopo la partecipazione al congresso IV PRO-AM Meeting Binary & Multiple Star tenutosi a Vilanova i la Geltrù (Spagna), dove ho avuto l'opportunità di conoscere personaggi di grandissimo valore. Ringrazio Gianpiero Locatelli per avermi dato la possibilità di usare il suo personale foglio di calcolo, Giuseppe Micello e Il Gruppo GEDRAA, che con i loro software semplificano il lavoro degli amanti dei sistemi doppi.

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

Sistemi doppi di classe spettrale M: osservazione e studio.

Gianpiero Locatelli
Maritime Alps Observatory, Cuneo, Italy

email: locatellivet@inode.it

Abstract

Questo articolo è dedicato all'osservazione e allo studio di alcune stelle doppie di cui almeno una delle componenti è una stella di classe spettrale M. In una parte introduttiva vengono descritte le principali caratteristiche delle nane rosse. In una seconda parte sono presentati i risultati dello studio delle coppie WIR 1AB nel sistema quadruplo WDS 23317+1956, CVR 948 WDS 22340+0802, STI 2939 WDS 23063+5733, KAM 3AB nel sistema triplo WDS 19464+3201, LDS 5077 WDS 23217+2945, CVR 288 WDS 23383+6143, UC 328 WDS 00092+3201, LMP1 AC e LDS 863 costituenti il sistema triplo WDS 00164+1950, LDS 864 WDS 00180+2057, UC 18 WDS 01505+1818. Per tutte le coppie sono stati analizzati moti propri, classe spettrale ed altre caratteristiche astrofisiche. Per quelle coppie apparentemente prive di notizie sulla loro natura è stato effettuato uno studio del possibile legame gravitazionale.

Abstract

This paper is dedicated to observation and study of some double stars including at least one component of spectral class M. An introductory section describes the main features of red dwarfs. In a second section are presented the results of the study of couples WIR 1AB in quadruple system WDS 23317+1956, CVR 948 WDS 22340+0802, STI 2939 WDS 23063+5733, KAM 3AB in triple system WDS 19464+3201, LDS 5077 WDS 23217+2945, CVR 288 WDS 23383+6143, UC 328 WDS 00092+3201, LMP1 AC and LDS 863 members of the triple system WDS 00164+1950, LDS 864 WDS 00180+2057, UC 18 WDS 01505+1818. For all couples, proper motion, spectral class and other astrophysical features were analyzed. A study of the possible gravitational bond has been carried out for those couples without known investigation about their nature.

Introduzione

La ricerca amatoriale nel campo delle stelle doppie e multiple è un'attività molto gratificante, soprattutto nel caso di scoperta di nuovi sistemi binari. La misurazione delle stelle doppie visuali già classificate è forse un'occupazione più meritoria ancora poiché si configura come un contributo scientifico all'astronomia professionale, per la quale questo lavoro sarebbe troppo oneroso in termini di tempo e di risorse umane. Un altro apporto significativo dell'astronomo amatoriale consiste nello studio astrofisico di quelle coppie classificate nel WDS (Washington Double Star Catalog) per le quali sono nulle o scarse le notizie riguardanti la loro eventuale natura fisica.

In questa ottica ho intrapreso un progetto di osservazione, misura e studio di coppie di nane rosse di classe spettrale M.

Le nane rosse

Le nane rosse sono stelle piccole, la loro massa è compresa tra 0,45 e 0,075 masse solari. Al di sotto di questo limite di massa si trovano le nane brune, sorta di stelle mancate, troppo grandi per essere pianeti, troppo piccole per innescare l'attività termonucleare al loro interno; solamente per un breve tempo riescono a fondere deuterio. Le nane rosse si trovano quindi nella parte inferiore destra del diagramma di Hertzsprung-Russel e sono stelle di sequenza principale.

La posizione nel diagramma ci indica che la loro luminosità è molto bassa come anche la loro temperatura superficiale compresa tra i 2300 e 3800 Kelvin.

Date queste caratteristiche risulta ovvio che la loro osservazione non è particolarmente agevole; nessuna nana rossa è visibile ad occhio nudo, è necessario il telescopio; per quelle più deboli, quest'ultimo deve essere di apertura discreta e per ottenere immagini si rende obbligatorio il ricorso a riprese con camera CCD utilizzando tempi di esposizione relativamente lunghi.

Ci sono però buone notizie. Secondo molti autori le nane rosse costituiscono circa il 75% delle stelle conosciute, almeno in vicinanza del Sistema Solare. Se si prende in esame la lista delle stelle a noi più vicine salta subito all'occhio che la maggior parte di esse è di classe spettrale M, e tra queste troviamo famose stelle come Proxima Centauri o la Stella di Barnard (la stella con il più alto moto proprio conosciuto, foto 1). Come osservatori quindi non abbiamo che l'imbarazzo della scelta. Una delle ragioni per cui il numero delle nane rosse è così alto consiste nel fatto che esse hanno una vita lunghissima. Lo si può facilmente capire applicando una semplice equazione che consente di stimare l'aspettativa di vita di una stella conoscendone la massa e la luminosità (LeBlanc, 2010)

$$T \simeq 10^{10} (M/M\odot)(L/L\odot)^{-1}$$

Nel caso di Proxima Centauri ad esempio otterremo T ≃ 10^{10} (0,123/0,00138) ≃ 8.14 x 10^{11} anni; un'età ben superiore quella dell'universo stesso. Semplicemente quindi tutte le nane rosse che finora sono nate non hanno mai raggiunto la fase terminale della loro evoluzione.

Ma perchè vivono così a lungo? In realtà si comportano un po' come le tartarughe: il loro metabolismo è molto lento, consumano cioè l'energia a loro disposizione a ritmi molto bassi e ciò consente loro di prolungare nel tempo la loro attività. Sappiamo che la temperatura superficiale è relativamente bassa, ma lo è anche la temperatura nel "core" (nucleo), in questo modo le reazioni di fusione dell'idrogeno procedono molto lentamente; inoltre, a causa dell'opacità degli strati esterni al nucleo, il trasferimento di energia dal "core" alla superficie avviene quasi esclusivamente (ed esclusivamente per le nane rosse di massa molto piccola) per convezione e non per irraggiamento; in questo modo si produce un continuo rimescolamento dell'idrogeno che costituisce la stella così che esso viene convertito nella sua totalità in elio, a differenza di quanto avviene nelle stelle di massa più grande che riescono a consumare nel corso della loro esistenza solo il 10% dell'idrogeno disponibile.

Abbiamo visto che gran parte delle stelle a noi più vicine sono nane rosse; se consideriamo poi che circa il 70% delle stelle che costituiscono la galassia è in realtà un sistema doppio, per noi appassionati di stelle doppie si apre un campo praticamente infinito. Ma c'è di più. Trattandosi di stelle spesso molto vicine al sistema solare possiamo osservare che presentano moti propri relativamente alti e questo è un dato molto utile nella valutazione del carattere fisico di una coppia; infatti moti propri inferiori a 10 milliarcosecondi all'anno sono tipici di stelle di fondo galattico, molto lontane, per cui non risulta possibile derivare notizie sicure sulla loro natura fisica.

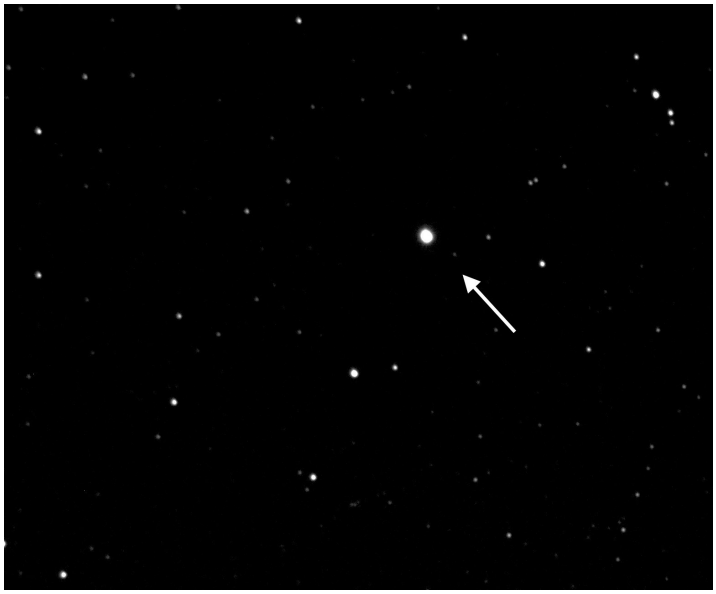


Foto 1. Stella di Barnard, ripresa dall'autore.

Tecnica di ripresa delle immagini

In questo studio è stato utilizzato un telescopio Schmidt-Cassegrain di 25 cm di diametro, rapporto focale f/10, accoppiato ad una camera CCD monocromatica raffreddata con sensore KAF 8300 con pixel di 5.4 μ di lato.

Fra la camera ed il fuoco del telescopio sono interposti un focheggiatore elettronico ed una ruota portafiltri così che la lunghezza focale risultante è di circa 2700 millimetri; la lunghezza focale può variare leggermente in diverse sessioni osservative in quanto sia il focheggiatore sia il sistema di messa a fuoco del telescopio con spostamento dello specchio primario possono apportare piccole modificazioni. La risoluzione risultante da questo set-up è di circa 0.4 arcosecondi per pixel.

Questa configurazione ottica rappresenta un discreto compromesso nella ripresa di immagini di stelle doppie relativamente poco luminose. Da un lato la risoluzione consente la separazione di coppie abbastanza strette, fornendo immagini di buona qualità fino ai circa 3 arcosecondi di separazione; dall'altro consente di giungere a magnitudini intorno alla sedicesima. Ovviamente questi limiti sono fortemente dipendenti dalle condizioni di seeing, non sempre ottimale data la localizzazione suburbana del sito osservativo.

I tempi di esposizione sono molto variabili a seconda della luminosità della coppia in esame, come anche della differenza di magnitudine fra le componenti; per le stelle più luminose sono stati utilizzati tempi di esposizione di pochi secondi fino ad arrivare ai due minuti in caso di coppie molto deboli. In ogni caso è stato utilizzato un telescopio guida.

Le immagini sono state riprese tutte con filtro fotometrico R Cousins con punto medio di lunghezza d'onda a 645 nanometri.

Il software di ripresa utilizzato è Nebulosity 4.0.1. Per l'astrometria e per la valutazione delle magnitudini si è utilizzato Astrometrica con riferimento al catalogo UCAC4. Per le misure di astrometria relativa si è utilizzato Reduc. È da notare che a causa del formato delle immagini fornite dal sensore QHY (circa 16 megabyte) l'analisi di molte immagini in contemporanea da parte di Reduc risulta piuttosto lenta; per ovviare a questo inconveniente si potrebbe utilizzare la funzione ROI (Region Of Interest) che alcuni software di ripresa hanno disponibile e che tra l'altro rende più veloce il download. Purtroppo non è questo il caso di Nebulosity 4.1, che però ha una funzione chiamata "Batch-Geometry Crop" che consente di ritagliare all'interno dell'immagine a pieno formato una zona piccola a piacere e di ripetere questa operazione in modo automatico per tutte le immagini selezionate. In questo modo si ottengono file più "leggeri" che vengono analizzati molto velocemente da Reduc. Inoltre è anche possibile tenere fuori dalla selezione eventuali stelle più luminose della primaria di nostro interesse che ingannerebbero il processo automatico di misura di Reduc.

Misure di astrometria relativa

Le misure di separazione e di angolo di posizione (ρ e θ) sono state condotte esclusivamente con il software Reduc, sfruttando, a seconda dei casi, tutte le opportunità fornite come QUAD PIX o INTERFEROMETRIA. Per la calibrazione del software nella maggior parte dei casi si è utilizzato Astrometrica che consente una buona calibrazione sia per angolo di posizione sia per la lunghezza focale (attraverso la quale, conoscendo la dimensione dei pixel della camera CCD si può risalire alla risoluzione in arcosecondi/pixel); in qualche caso sono state utilizzate stelle di calibrazione elencate nella pagina del Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars.

Quando necessario sono state condotte misure di ρ e θ anche su immagini storiche provenienti dal CDS (Centre de Données astronomiques de Strasbourg) sempre utilizzando Reduc; per la calibrazione di queste immagini sono stati utilizzati i dati reperibili nella finestra di Vizier denominata "Image - Astrometrical calibration".

Selezione delle coppie oggetto di studio

Come accennato nell'introduzione l'oggetto di questo studio sono le nane rosse di classe spettrale M. Più correttamente sono da considerarsi anche nane rosse le stelle delle ultime sottoclassi della classe K, per comodità tuttavia si è deciso di concentrare l'interesse sulla sola classe M.

La selezione delle coppie è stata condotta ricorrendo all'insostituibile database online "Stelle Doppie - Double Star database" ideato e gestito da Gianluca Sordiglioni. Tramite il form di ricerca "Advanced Search" si sono potute selezionare la classe spettrale, la magnitudine limite, la separazione limite, la differenza di magnitudine nonché i limiti di declinazione e ascensione retta. Questo database è risultato particolarmente utile in questo studio poiché non solo rappresenta un'interfaccia decisamente più "user friendly" del catalogo WDS ma dispone anche di collegamenti con altri cataloghi come Hipparcos e Tycho-2 che consentono di avere subito a disposizione importanti notizie riguardanti l'oggetto in esame.

La selezione finale non si è limitata alle sole coppie apparentemente prive di studi sulla loro duplicità, ma ha anche compreso coppie ben conosciute, alcune con orbita già calcolata. A questo riguardo sono stati molto utili link alle pubblicazioni scientifiche riportati sempre nel database Stelle Doppie.

WIR 1AB WDS 23317+1956

Data osservazione (epoca besseliana): 2015.838

La prima notizia di questa coppia data del settembre 1941 (Wirtanen, 1941); fu individuata analizzando lastre ottenute dal telescopio rifrattore da 26" del Leander McCormick Observatory dell'Università della Virginia. Sulle stesse lastre l'autore derivò anche il moto proprio, comparando la posizione con quella dell'Astrographic Catalogue. In seguito, una citazione della coppia compare in un articolo di Wilson (Wilson, 1954) dedicato a misure di stelle doppie. Nel 1984 Heintz (Heintz, 1984) ne calcola l'orbita e se ne parla ancora in un articolo a firma Baize e Petit (Baize e Petit, 1989) dedicato a stelle doppie orbitali con componenti variabili.

Siamo quindi di fronte ad una coppia molto studiata che forse non necessita ulteriori studi, soprattutto da parte di un amatore, tuttavia è possibile fare alcune considerazioni (foto 2).

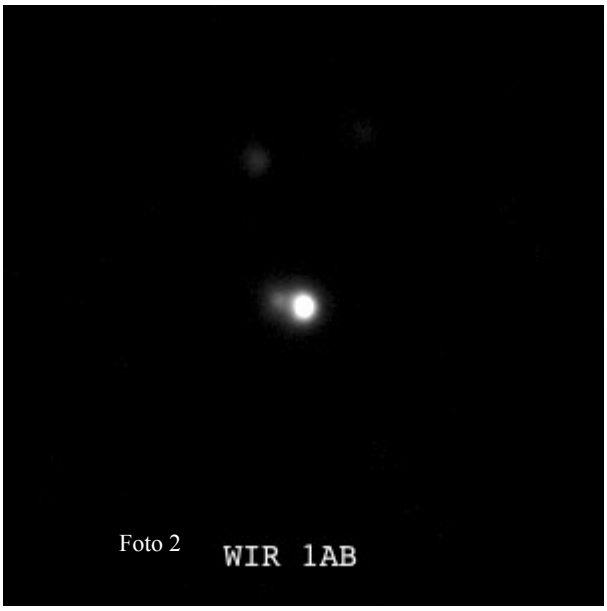


Foto 2

La coppia è definita dal catalogo 2MASS come segue:

2MASS 23315208+1956142, la primaria
2MASS 23315244+1956138, la secondaria

Nel catalogo WDS compaiono moti propri piuttosto incompatibili con una relazione fisica (+554 mas/yr pmRA e -63 mas/yr pmDEC per la primaria; -78 mas/yr pmRA e +118 mas/yr pm DEC per la secondaria). Nel catalogo Hipparcos, consultato per le misure di parallasse, compare solo il moto proprio della primaria, mentre nel NOMAD1 il moto proprio della secondaria riporta un errore molto alto (questi moti propri sono gli stessi presenti su SIMBAD). In questo studio sono stati invece considerati i moti propri forniti dalla missione GAIA consultabili nel catalogo I/324 IGSL (The Initial Gaia Source List) che sono:

Primaria:
pmRA 554.6 ± 1.4 mas/yr
pmDEC -60.5 ± 1.1 mas/yr

Secondaria:
pmRA 543.2 ± 1.6 mas/yr
pm DEC -44.6 ± 1.6 mas/yr

SIMBAD fornisce dati di fotometria infrarossa, fotometria V e B, nonché riporta la classe spettrale di entrambe le componenti (M3,5V per la primaria e M4,5 per la secondaria) e le misure di parallasse (151,9 mas per la primaria e 160,06 per la secondaria).

Calcolando la distanza dal nostro sole di questo sistema tramite la parallasse si ottiene un risultato di circa 6 parsec per entrambe le componenti; ci troviamo quindi di fronte ad una coppia molto vicina, come poteva essere sospettato dal valore dei moti propri.

Volendo "testare" la coppia applicando i criteri di fisicità, più per curiosità scientifica, che per reale necessità, è stato condotto uno studio tramite il foglio elettronico "Astrofisica" di Francisco Rica. Ne è emerso che tutti i criteri hanno confermato che si tratta di una coppia legata gravitazionalmente; inoltre i calcoli del foglio elettronico hanno fornito risultati molto coerenti con quelli della letteratura a proposito della classe spettrale, della distanza e del periodo orbitale, il che conferma che, qualora ce ne fosse bisogno, il foglio elettronico elaborato da Rica rappresenta un ottimo strumento per lo studio delle stelle doppie.

In un lavoro di alcuni anni fa lo stesso Rica ha evidenziato che la coppia WIR 1, pur trattandosi di una stella doppia con orbita calcolata non rispondeva, seppur di poco, al criterio di Aitken (Rica, 2004). Poco sopra però si è detto che in effetti risponde a tutti i criteri professionali, compreso quello di Aitken. La spiegazione risiede nel fatto che in questo studio sono state prese in considerazione classi spettrali e magnitudini leggermente diverse (le magnitudini sono un po' più brillanti) rispetto a quelle dello studio di Rica; si tratta forse di dati un poco più aggiornati rispetto a quelli di undici anni fa per cui WIR 1 soddisfa anche il criterio di Aitken.

Un'ultima annotazione riguardo a questo interessante sistema: si sospetta che entrambe le componenti siano stelle a brillamento (flare stars in inglese), cioè stelle che presentano improvvisi aumenti di luminosità (in tutte le lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico) della durata variabile tra pochi minuti e qualche ora. Questi brillamenti sarebbero assimilabili ai brillamenti che si verificano nell'atmosfera del nostro sole, spesso però di intensità migliaia di volte superiore. Sono classificate come variabili UV Ceti e sono generalmente nane rosse; le già citate Proxima Centauri e Stella di Barnard sono anch'esse stelle a brillamento.

CVR 948 WDS 22340+0802

Data osservazione (epoca besseliana): 2015.844

Questa coppia è stata scoperta nel 2008 da James Chivers tramite un cosiddetto "data mining" basato sul catalogo SDSS (Sloan Digital Sky Survey) inteso ad individuare le coppie con moto proprio simile (Chivers, 2014-p.62). Nello studio di Chivers è stata condotta una classificazione spettrale secondo la metodologia proposta da West (2011); le classi spettrali così dedotte possono essere affette da un errore di più o meno 1.

Ulteriori indagini volte allo studio della natura binaria della coppia non sono state effettuate.

Si tratta di 2MASS 22340201+0801320 e della compagna 2MASS 22340198+0801444.

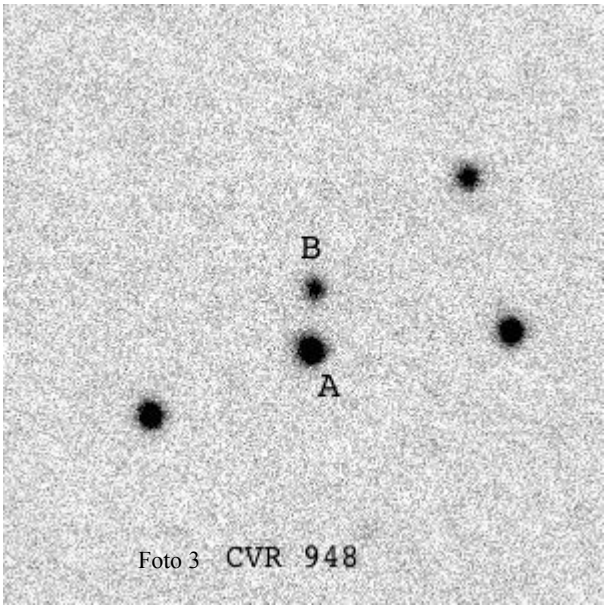


Foto 3

Le coordinate misurate in questo studio sono state:

22h 34m 02.04s +08° 01' 31.2" per la primaria
22h 34m 02.00s +08° 01' 43.6" per la secondaria

Nel catalogo WDS questa coppia riporta solo un'osservazione del 2008, anzi, con tutta probabilità non è stata neppure osservata al telescopio, dal momento che come si è detto è stata scoperta mediante ricerca nei cataloghi stellari digitali. L'immagine qui pubblicata è quindi un'immagine di conferma (foto 3).

La classe spettrale di entrambe le componenti presente nel WDS è derivata dal lavoro di Chivers: i valori sono M0 per la primaria e M1 per la secondaria.

Utilizzando dati fotometrici della letteratura sono emerse alcune discrepanze. Impiegando le magnitudini B e V del catalogo NOMAD1 si sono ottenute classi spettrali K6V per la primaria e K9V per la secondaria. Questi valori sono in notevole disaccordo con quelli di Chivers. Si è deciso quindi di adottare la fotometria del catalogo GSC 2.3 che, a differenza del NOMAD1, documenta l'errore fotometrico. I dati sono riassunti nella tabella 1.

I risultati dell'analisi qui condotta, riassunti nella tabella 2 non lasciano spazio a molti dubbi. Malgrado la coppia risponda ad alcuni criteri di fisicità, i moduli di distanza ricavati dalla spettroscopia fotometrica conducono a distanze molto diverse tra loro, il che fa supporre che non esista un legame gravitazionale. Sicuramente invece si tratta di una coppia dal moto proprio comune.

STI 2939 WDS 23063+5733

Data osservazione (epoca besseliana): 2015.849

Una bella coppia nella costellazione di Cassiopea caratterizzata da una separazione che farebbe ben sperare per una possibile relazione fisica. Nel catalogo 2MASS la componente principale è 2MASS 23062695+5733599 mentre la compagna è 2MASS 23062747+5733547. L'astrometria non è stata analizzata in questo studio poiché in questo caso il setup di ripresa comprendeva una lente di Barlow 2X, per cui nel campo inquadrato il numero di stelle di riferimento era troppo esiguo per avere misure affidabili.

Nel catalogo WDS sono riportati moti propri solo della primaria; quindi un'indagine più approfondita potrebbe far scaturire nuove notizie.

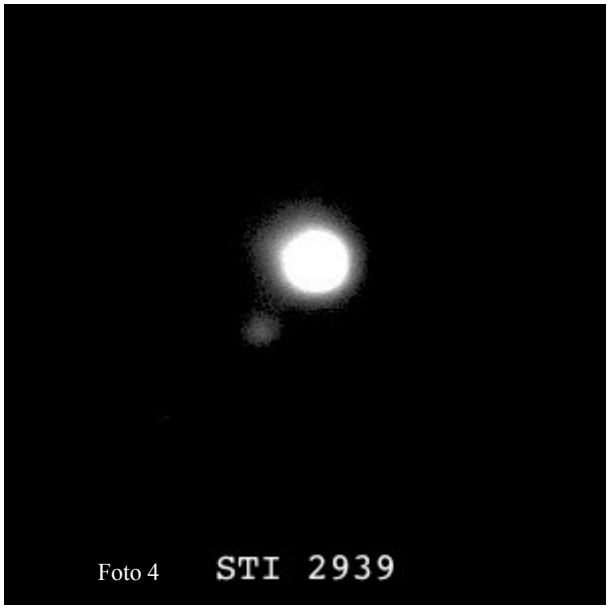


Foto 4

I moti propri con errore più basso (in particolar modo quelli della primaria) sono risultati essere quelli del catalogo I/324 (IGSL), molto diversi da quelli del WDS.

componente A:
pmRA -17.7 ± 0.7 mas/yr
pmDEC -23.6 ± 1.0 mas/yr

componente B
pmRA -7.6 ± 3.3 mas/yr
pmDEC - 7.8 ± 3.3 mas/yr

In altri cataloghi come PPMXL o NOMAD1 i moti propri non si discostano molto da questi valori.

Già a prima vista sembra evidente che uno dei principali requisiti per una relazione fisica tra due stelle, la somiglianza dei moti propri, non sia soddisfatto.

Per verificare se una coppia in esame, sia essa conosciuta o frutto di una scoperta, si può analizzare in prima battuta la compatibilità dei moti propri. Un modo molto rapido per analizzare il moto proprio è stato suggerito da Rica (Rica, 2013) valutando il rapporto tra il moto proprio e l'errore (se il rapporto è inferiore a 3 in valore assoluto, la qualità della misura è molto bassa e sconsiglia di procedere con l'analisi) e l'utilizzo di un'analisi statistica che consente di stabilire se le due componenti possiedano moti propri compatibili. Un semplice foglio elettronico consente di rendere questi calcoli molto agevoli.

Nel caso della coppia qui studiata il rapporto tra valore e suo errore nel caso dei moti propri della secondaria è inferiore a 3, e il criterio statistico indica che i moti propri delle due componenti sono tra loro incompatibili.

Per dichiarare che siamo di fronte ad una coppia ottica non sono necessarie ulteriori indagini.

KAM 3AB WDS 19464+3201

Data ossevazione (epoca besseliana): 2015.851

Coppia scoperta da Peter van de Kamp il 25 Settembre 1935. Il titolo dell'articolo in cui questa coppia è descritta è significativo: "A faint double star with a large proper motion" (van de Kamp, 1936). Si tratta infatti di un sistema con alto moto proprio sia in ascensione retta che in declinazione. Nel catalogo 2MASS le componenti sono 2MASS 19462386+3201021 e 2MASS 19462414+3200585.

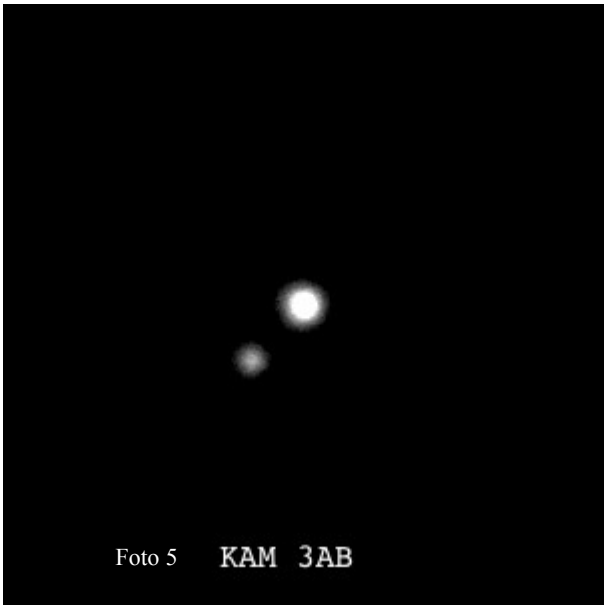


Foto 5

Contrariamente a quanto esposto più sopra la ripresa delle immagini di questo sistema è stata attuata utilizzando una lente di Barlow in sostituzione della ruota portafiltri. Ne è risultata una lunghezza focale di circa 7450 mm e una risoluzione di 0,149 arcosecondi per pixel. In queste condizioni strumentali il campo inquadrato è risultato molto ridotto per cui non erano presenti stelle sufficienti per una corretta astrometria che quindi è stata tralasciata.

I principali dati riguardanti la coppia sono riassunti in tabella 3.

Occorre fare alcune annotazioni riguardo al moto proprio. I moti riportati nel catalogo WDS sono molto probabilmente derivati (approssimando di un decimale) dal catalogo NLTT (New Luyten Two Tenths) e sono sorprendentemente uguali tra loro. Il sospetto che la misura del moto proprio della secondaria sia stato dedotto da quello della primaria ha indotto ad applicare le misure riportate in SIMBAD, nella pagina dei dati di base delle due stelle; questi moti propri tuttavia non sono corredati dal loro errore; nell'utilizzo del foglio di calcolo "Astrofisica" di Rica è però necessario, per ottenere alcuni risultati, introdurre l'errore, e quindi si è scelto di utilizzare, per entrambe le stelle, quello riportato nel catalogo IGLS.

Nella tabella 4 sono riportati i risultati dello studio condotto. In realtà in letteratura sono molte le informazioni riguardanti questa coppia, per cui lo studio astrofisico è limitato alla sola elaborazione dei dati disponibili.

È interessante notare come la distanza calcolata con metodi fotometrici sia abbastanza in accordo con la misura parallattica del catalogo Hipparcos-Tycho (la distanza in parsec si ottiene calcolando il reciproco della parallasse in arcosecondi).

I criteri professionali adottati hanno tutti attestato il fatto che siamo di fronte ad una coppia legata da interazione gravitazionale. La stima del periodo orbitale di circa 1000 anni è un po' scoraggiante per far sperare di notare qualche cambiamento nel breve periodo, tuttavia può darsi che qualche coraggioso esperto nel calcolo di orbite possa raccogliere la sfida e gettare nuova luce su questo bel sistema.

LDS 5077 WDS 23217+2945

Data osservazione (epoca besseliana): 2015.852

Questa coppia è stata classificata nel catalogo Luyten (LDS: Doubles with Common Proper Motion - Luyten 1940-87) nel 1960. Non è stato possibile reperire in letteratura dati sulla natura fisica di questo sistema. Peraltro nel catalogo WDS sono riportate solamente 4 osservazioni di cui l'ultima data del 2009.

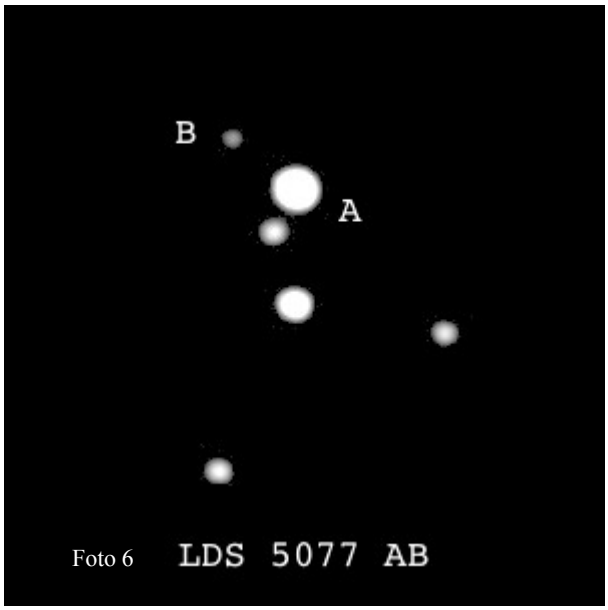


Foto 6

Il catalogo 2MASS individua la primaria con 2MASS 23213759+2944238 e la secondaria con 23213861+2944337.

L'astrometria ottenuta in questo studio è come segue:

23h 21 m 37.77s +29° 44? 24,3" per la primaria
23h 21m 38.79s +29° 44? 30.0" per la secondaria

Nel catalogo WDS sono riportate classi spettrali M3 per la primaria e M5 per la secondaria. L'analisi della fotometria disponibile in letteratura tuttavia conduce a risultati sorprendentemente diversi. Occorre notare che qualche dubbio sorge anche nel caso della fotometria: il catalogo NOMAD1 riporta una magnitudine V di 17.57 per la primaria, assolutamente discrepante rispetto alla fotometria infrarossa e rispetto alla V mag del catalogo UCAC4 di 13.597.

Lo stesso UCAC4 però non presenta dati fotometrici per la secondaria per cui nell'analisi qui condotta si è scelto di usare la fotometria del NOMAD1 per la secondaria e quella dell'UCAC4 per la primaria.

Nella tabella 5 sono riassunti i principali dati fotometrici raccolti sui quali si è basata l'analisi. Mentre in tabella 6 sono riportati i risultati ottenuti. Che meritano un commento.

Utilizzando la classe spettrale come dedotta dalla fotometria si ottengono distanze tra le due componenti incompatibili con un eventuale legame gravitazionale. Non deve destare stupore che alcuni dei criteri di fisicità abbiano dato risultato positivo; si tratta infatti di quei criteri che tengono conto principalmente della massa stellare e della separazione. Inoltre va comunque ricordato che se una coppia di stelle soddisfa un certo criterio di fisicità significa che in realtà soddisfa una condizione necessaria ad un eventuale legame, ma non sufficiente.

Nel caso invece si vogliano tenere in considerazione le classi spettrali riportate dal WDS le distanze sono in valore assoluto molto minori, ma in valore relativo si mantiene comunque una discreta differenza tanto da non poter affermare che le due stelle si trovino alla stessa distanza.

In conclusione sembra ragionevole poter affermare che questa coppia non presenta un legame gravitazionale ma si possa invece considerare una coppia dal moto proprio comune come risulta dal criterio di Halbwachs corroborato dal criterio di Rica che indica che questa condizione è valida con una probabilità del 92%.

CVR 288 WDS 23383+6143

Data osservazione (epoca besseliana): 2015.909

Altra coppia scoperta da Chivers, sempre con il metodo del "data mining". Due sole osservazioni riportate nel WDS, entrambe risalenti al 1999, anno della scoperta (Chivers, 2014 - p. 256).

La coppia è composta da 2MASS 23381807+6143063 e 2MASS 23381855+6142367.

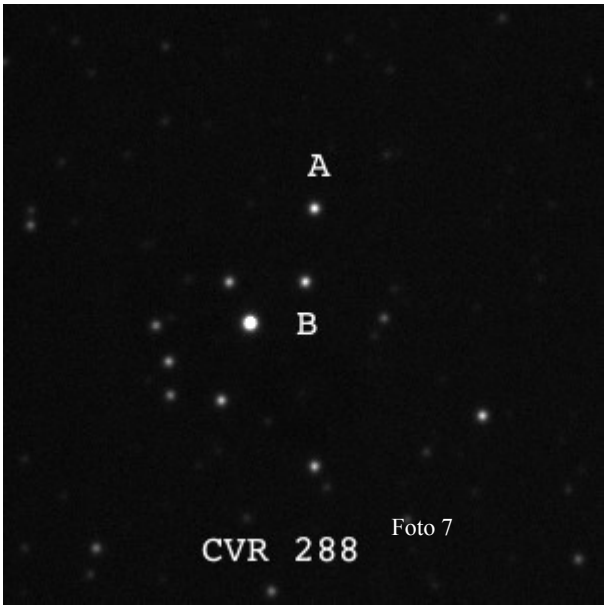


Foto 7

L'astrometria condotta sulle immagini ottenute in questo lavoro ha dato come risultati:

23h 38m 18,28s +61° 43' 06,3" per la primaria
23h 38m 18,75s +61° 42' 36,6" per la secondaria

Nella Tabella 7 sono riportati i principali dati astrofisici ricavati dalla letteratura e calcolati sui quali è stato condotto il presente studio.

Il moto proprio delle due componenti è stato derivato dal catalogo NOMAD1 dal momento che è il catalogo che presenta l'errore minore. Bisogna tuttavia notare che l'errore in declinazione è comunque percentualmente altissimo.

Le misure astrometriche di angolo di posizione e separazione sull'immagine POSSI sono state condotte con il software Reduc come descritto più sopra.

Al momento di realizzare lo studio astrofisico su questa coppia si è posto il problema se considerare nei calcoli le magnitudini riportate da Chivers o calcolarle autonomamente sulla base dei dati fotometrici raccolti. Si è deciso di tentare l'esame con entrambi e per chiarezza i risultati sono raccolti nella Tabella 8.

Come si può notare dalla tabella la classe spettrale calcolata in questo studio differisce da quella riportata da Chivers pur essendo in linea con l'errore riportato da Chivers stesso. La differenza si traduce in un diverso calcolo della parallasse fotometrica che conduce ad una stima della distanza alquanto diversa in valore assoluto, mentre non è così per ciò che concerne la distanza relativa tra le due componenti.

L'applicazione dei criteri destinati all'individuazione delle caratteristiche fisiche della coppia in esame evidenzia che il sistema risulta fisicamente correlato secondo la maggior parte dei criteri solitamente usati. Da notare invece che il periodo orbitale calcolato, benché abbastanza diverso tra uno studio e l'altro, è comunque molto lungo, come d'altra parte ci si può attendere per coppie di così ampia separazione angolare.

La conclusione è che si tratta di una coppia che sicuramente presenta un legame fisico quantunque molto labile.

UC 328 WDS 00092+3201

Data osservazione (epoca besseliana): 2015.917

La filtrazione del catalogo UCAC4 (Zacharias et al., 2013) secondo criteri riguardanti il moto proprio stellare (Hartkopf et al., 2013), ha permesso di individuare un gran numero di coppie di moto proprio comune classificate nel WDS con l'acronimo UC. Di circa cinquemila coppie solo una piccola parte presenta più di 2 osservazioni e la loro natura non è stata indagata. Lo studio di coppie UC è quindi particolarmente interessante (Locatelli, 2015).

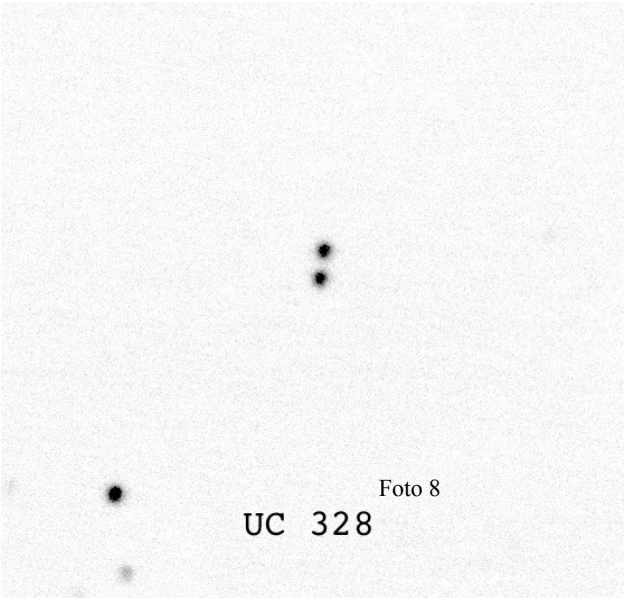


Foto 8

Il sistema qui in esame è UC 328 identificato da 2MASS 00091335+3200519 e 2MASS 00091346+3200421. In questo studio si è ottenuta la seguente astrometria:

00h 09m 13.27s +32° 00' 51.6" per la primaria
00h 09m 13.37s +32° 00' 41.6" per la secondaria.

I dati astrofisici e astrometrici di base sono stati estrapolati dal catalogo UCAC4 e sono riassunti nella tabella 9.

Non essendo reperibili in letteratura dati riguardanti classe spettrale, parallasse e magnitudine assoluta questi sono stati calcolati autonomamente e sono esposti in tabella 10.

Molto interessante è il risultato ottenuto riguardo alla distanza delle due componenti, praticamente uguale pur considerando le incertezze che questo metodo di determinazione comporta. Sorprende un poco quindi che la natura fisica della coppia non sia confermata da tutti i criteri professionali adottati. Probabilmente su questo risultato incide in modo significativo la differenza del valore in moto proprio in declinazione. Comprese quelle di questo studio, sono solo tre le osservazioni e le misure di astrometria relativa per queste due stelle; il dato sul probabile periodo orbitale però fa ritenere che, in tempi umani, non sarà possibile ottenere ulteriori dati di qualche utilità.

Dai dati raccolti si desume che questa è una coppia di movimento proprio comune ma che molto verosimilmente è anche dotata di un legame gravitazionale, seppur labile.

LMP 1AC – LDS 863AB WDS 00164+1950

Data osservazione (epoca besseliana): 2015.936

L'oggetto di indagine descritto in questo paragrafo dovrebbe essere LMP 1AC, ma è praticamente impossibile non prendere in considerazione anche la coppia AB la cui sigla è LDS 863 (Catalogo di Luyten). Al telescopio sembrerebbe che stiamo osservando un bel sistema triplo.

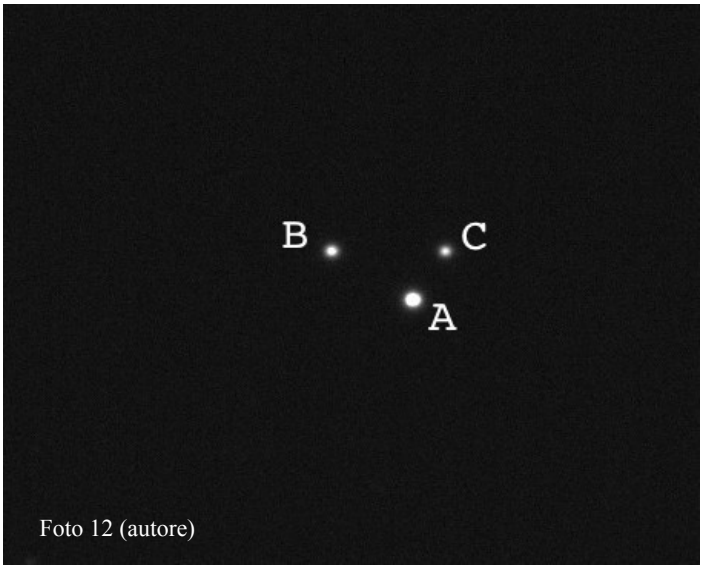


Foto 12 (autore)

Il catalogo 2MASS identifica le tre componenti in questo modo:

componente A: 2MASS 00161455+1951385
componente B: 2MASS 00161607+1951515
componente C: nessun dato

L'astrometria condotta in questo studio è risultata:

componente A: 00h 16m 15.42s +19° 51' 25.3"
componente B: 00h 16m 16.94s +19° 51' 38.4"
componente C: 00h 16m 14.83s +19° 51' 38.6"

In realtà purtroppo il sistema triplo non ha ragione di esistere e per dimostrare questo assunto non è neppure necessario ricorrere a calcoli di moto proprio e/o di parallasse. Una breve ricerca e successiva comparazione di immagini storiche di questa coppia, con l'aggiunta di immagini attuali, sono più che sufficienti.

È evidentissimo che la coppia AB, dotata di un alto moto proprio comune, sta transitando nei pressi della componente C con la quale non condivide alcun tipo di legame:

nella foto 9 del 1954 del Palomar Observatory Sky Survey (POSSI) la coppia AB è ancora lontana dalla componente C

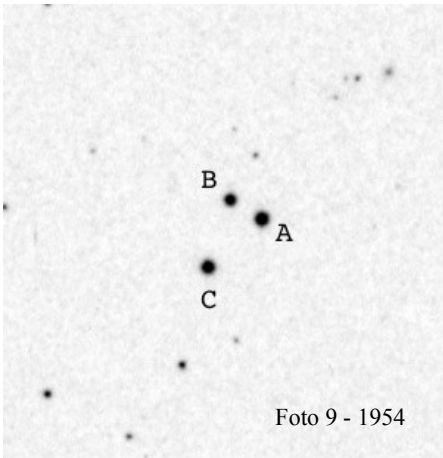


Foto 9 - 1954

nella foto POSSII del 1997 (foto 10) si è molto avvicinata

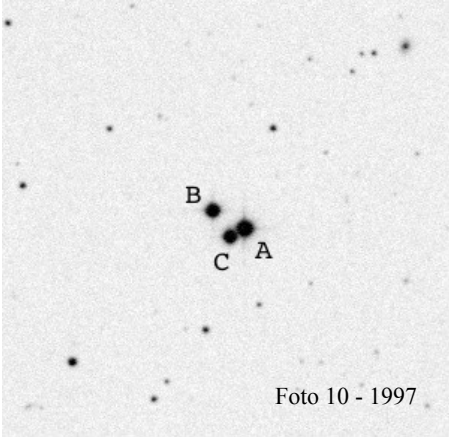


Foto 10 - 1997

mentre nella foto 11 del 1998 del 2MASS le componenti A e C sono sovrapposte

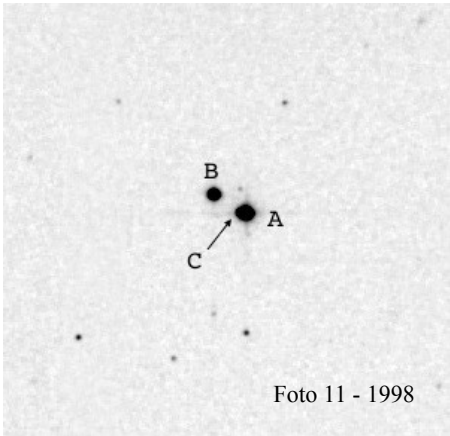


Foto 11 - 1998

infine nella foto 12 ripresa dall'autore, si vede bene che la coppia AB è già in allontanamento dalla terza componente.

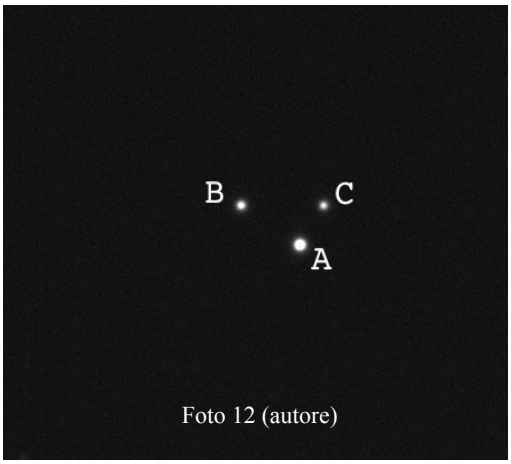


Foto 12 (autore)

Tra non molti anni essa si troverà ad una distanza così ampia che non si renderà nemmeno visibile nello stesso campo inquadrato dalla camera CCD e non si potrà più parlare di componente AC. L'analisi delle immagini rende anche curiosamente conto del motivo per cui non esiste una classificazione 2MASS per la componente C: il caso ha voluto che nel momento in cui sono state riprese le immagini dal 2 Micron All Sky Survey (1998) la sovrapposizione delle componenti A e C ha reso impossibile distinguerle come stelle separate.

Per completezza di informazione si riportano in tabella 11 i dati di base della coppia LDS 863 e nella tabella 12 il riassunto dello studio astrofisico.

In conclusione possiamo affermare che molto verosimilmente la coppia LDS 863 è dotata di legame fisico, mentre la coppia LMP 1 è senza dubbio ottica.

LDS 864 WDS 00180+2057

Data osservazione (epoca besseliana): 2015.937

Dal catalogo Luyten un'altra coppia con alti moti propri con solo 9 osservazioni (foto 13). Come detto i moti propri sono alti, tuttavia quelli riportati nel WDS sembrano a prima vista non molto coerenti. Il catalogo PPMXL, solitamente fonte di ottime informazioni, riporta moti propri con un errore molto alto, mentre il catalogo I/324 ha buone informazioni sulla componente primaria ma nessuna riguardo alla secondaria.

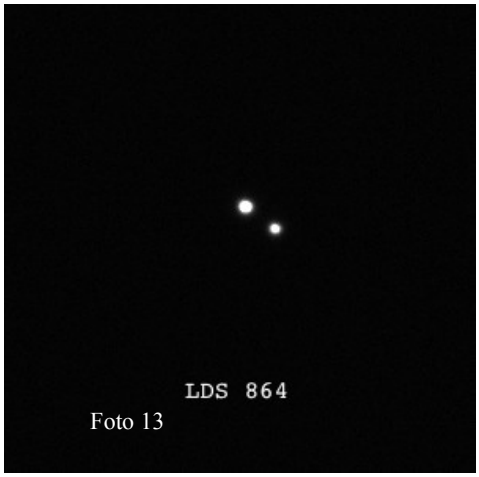


Foto 13

Si è deciso di adottare le misure di moto proprio di GAIA per la primaria e del catalogo NOMAD1 per la secondaria.

I dati di fotometria sono invece stati ripresi da SIMBAD, che riporta anche la classe spettrale e la distanza.

Come al solito in tabella 13 sono riassunti i dati principali fotometrici e astrometrici, mentre in tabella 14 si trovano i risultati dello studio astrofisico.

Commentando i risultati anzitutto va notata la differenza di classe spettrale ottenuta dalla fotometria disponibile rispetto a quella della letteratura. Come sappiamo queste valutazioni sono sempre affette da un certo errore, in questo caso ritenuto tollerabile; infatti il valore della distanza calcolato sulla base della spettroscopia fotometrica non è molto differente da quello indicato su SIMBAD. Possiamo quindi affermare esiste una buona probabilità che le due stelle si trovino alla stessa distanza. Unitamente agli alti moti propri, abbastanza simili, abbiamo quindi due dei criteri che forniscono le prove più concrete per affermare che la coppia sia legata gravitazionalmente.

I criteri professionali adottati in questo studio sembrerebbero confermare questa ipotesi.

UC 18 WDS 01505+1818

Data osservazione (epoca besseliana): 2015.947

Un'altra coppia dall'acronimo UC (vedi sopra). Il catalogo 2MASS la identifica con 2MASS 01502803+1817466 la primaria e 2MASS 01502896+181800 la secondaria.

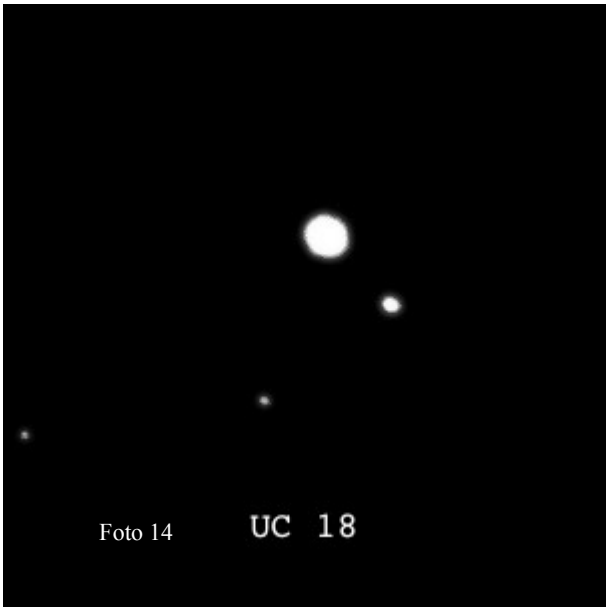


Foto 14

L'astrometria del presente lavoro restituisce i seguenti dati:

01h 50m 28.34s +18° 17' 45.0" la primaria
01h 50m 29.26s +18° 17' 58.4" la secondaria

Nel portale CDS questa coppia presenta dati abbastanza completi, soprattutto per la componente principale, solo nel caso della secondaria non è stato possibile reperire la magnitudine V, che quindi è stata calcolata tramite l'equazione:

$$V = R + [0{,}375 \times (B - R)] + 0{,}04$$

Anche in questo caso i moti propri sono desunti dal catalogo di I/324. I dati essenziali sono riassunti in tabella 15.

Il successivo studio astrofisico ha prodotto i risultati riassunti nella tabella 16.

Quasi tutti i criteri professionali applicati sono indicativi di un carattere fisico per questa coppia, tuttavia è doveroso porre l'attenzione sul dato di distanza calcolato tramite la fotometria disponibile. Sfortunatamente le distanze delle due stelle sembrano non essere compatibili con quelle di una coppia in orbita reciproca. Come sappiamo l'errore insito nella valutazione della distanza può essere anche molto grande (fino al 50%) per cui non si può escludere a priori un legame fisico; con questi dati però non si può affermare altro che si tratta di una coppia dal movimento proprio comune.

Conclusioni

Non appena una stella doppia viene inquadrata nel campo del telescopio la prima reazione dell'osservatore è di natura estetica: se ne apprezza in primo luogo la bellezza, sia essa una coppia molto stretta, una più larga ma con una bella differenza di magnitudine, un sistema triplo o quadruplo, o ancora, per chi osserva direttamente nell'oculare, i colori delle componenti. Trascorsi pochi istanti però la curiosità scientifica scatena una serie di domande: è già classificata? chi è stato lo scopritore? quante misure ha? è ottica? di moto proprio comune? ha un'orbita calcolata? e via così. È convinzione di chi scrive che, più o meno, questi siano i sentimenti che agitano lo spirito dell'appassionato di stelle doppie di fronte ad ogni nuova immagine inquadrata dal telescopio.

E questo è anche lo spirito che ha animato questo articolo. Non una fredda analisi di dati per dimostrare se una coppia possiede legame gravitazionale o meno, ma qualcosa di più: uno studio il più possibile serio e rigoroso, ma condito dallo spirito dell'osservatore amatoriale, dallo spirito di scoperta (anche se in alcuni casi non c'era proprio nulla di nuovo da scoprire) e dal desiderio di condivisione con altri appassionati, amatoriali e anche, perché no, professionali.

Sono stati osservati e misurati in totale nove sistemi doppi ed uno triplo. I sistemi WIR 1 AB e KAM 3AB sono ben conosciuti, ma comunque hanno riservato qualche curiosa sorpresa. Per CVR 948 l'osservazione condotta in questo studio costituisce la conferma della scoperta. Lo studio astrofisico delle coppie in esame ha potuto stabilire che sono coppie fisiche ovviamente WIR 1 AB e KAM 3 AB, ma anche CVR 288, UC 328, LDS 863 e LDS 864. Le coppie CVR 948, LDS 5077 e UC 18 sono coppie di moto proprio comune mentre le coppie STI 2939 e LMP1 sono di natura ottica.

Esiste, a parere dello scrivente, un'oggettiva difficoltà nel reperire notizie sulla natura fisica delle stelle doppie classificate nel Washington Double Star Catalog, per cui può anche darsi il caso che questo studio abbia aggiunto poco alla conoscenza delle stelle studiate in questo lavoro; forse realmente queste informazioni non esistono e così l'obiettivo principale è stato raggiunto.

Un altro obiettivo consisteva però nel portare l'attenzione sulle stelle doppie nane rosse: moti propri alti, separazioni non al limite di risoluzione, vicinanza al sistema solare sono tutte caratteristiche che fanno delle nane rosse interessanti oggetti di osservazione e studio da parte dell'astronomo amatoriale. Non resta che osservare!

Tabelle (1-16) con i dati astrometrici e astrofisici delle coppie presentate dall'autore in questo studio.

		A	B
PPMXL	pm RA mas/yr	1.5 ± 3.9	3.3 ± 3.9
	pm Dec mas/yr	-52.4 ± 3.9	-52.4 ± 3.9
2 MASS	J mag	12.628	13.248
	H mag	11.936	12.621
	K mag	11.794	12.410
GSC 2.3	V mag	14.96	16.41
	B mag	16.94	18.31
USNO B-1	I mag	13.68	14.48
	B-V	1.98	1.93
	V-I	1.28	1.93
Astrometria relativa POSS I (1954)	θ	357.59°	
	ρ	12.509"	
Astrometria relativa questo studio (2015)	θ	357.61° ± 0.75	
	ρ	12.446" ± 0.155	

Tabella 1. Dati di base di CVR 948.

	A	B
Classe Spettrale	M0	M2
Mv	9,10	9,50
Distanza (Psec)	148,6	241
Semiasse maggiore atteso (Fisher & Marcy)	3062 AU	
Criteri attestanti la natura fisica	Van de Kamp Abt Wilson Energia meccanica totale Close Halbwachs Rica 98%	

Tabella 2. Dati dello studio astrofisico di CVR 948.

		A	B
BD		+31 3767A	+31 3767B
SIMBAD	pm RA mas/yr	465	471
	pm Dec mas/yr	-393	-399
2 MASS	J mag	11.226	7.323
	H mag	10.567	6.640
	K mag	10.346	6.481
SIMBAD	V mag	10.22	11.03
	B mag	11.61	12.03
USNO B-1	I mag	8.53	9.97
BD	B-V	1.39	1
BD	V-I	1.69	1.393
Astrometria relativa HIP-Tycho (1997)	θ	133.7°	
	ρ	4.87”	
Astrometria relativa questo studio (2015)	θ	135.64° ± 0.31	
	ρ	5.629” ± 0.021	

Tabella 3. Dati di base di KAM 3AB.

	A	B
Classe Spettrale (SIMBAD)	M0.5V	M2.5V
Mv (questo studio)	9.85	10.76
Parallasse (HIP-Tycho) mas		74.9
Distanza (HIP-Tycho) psec		13.09
Distanza (questo studio) psec	11.9	11.3
Semiasse maggiore atteso (Fisher & Marcy)	77 AU	
Periodo orbitale	1115 anni	
Criteri attestanti la natura fisica	Parallasse Dinamica Van de Kamp Aitken Sinachopulos Abt Wilson Energia meccanica totale Close Velocità di Fuga Halbwachs Rica 99%	

Tabella 4. Dati dello studio astrofisico di KAM 3AB.

		A	B
I/324 (GAIA)	pm RA mas/yr	112.9 ± 2.2	117.8 ± 4.7
	pm Dec mas/yr	15.5 ± 3.6	17.1 ± 4.5
2 MASS	J mag	10.665	12.664
	H mag	9.995	12.072
	K mag	9.821	11.824
UCAC4	V mag	13.597	
	B mag	14.878	
NOMAD1	V mag		16.16
	B mag		17.32
USNO B-1	I mag	11.19	13.62
	B-V	1.013	1.16
	V-I	2.407	2.54
Astrometria relativa POSS I (1954)	θ	0	
	ρ	0	
Astrometria relativa questo studio (2015)	θ	53.16° ± 0.42	
	ρ	16.547” ± 0.11	

Tabella 5. Dati di base LDS 5077

	WDS		Questo studio	
	A	B	A	B
Classe Spettrale	M3	M5	M0*	M1.5
Mv	10	10	9.09.75	10,51
Distanza (Psec)	31.1	18.7	228	266
Semiasse maggiore atteso (Fisher & Marcy)	521 AU		2643 AU	
Periodo orbitale	19085 anni		154639 anni	
Criteri attestanti la natura fisica	Dommanget Van de Kamp Sinachopulos Abt Wilson Energia meccanica totale Close Velocità di Fuga Halbwachs Rica 92%		Van de Kamp Abt Wilson Energia meccanica totale Close Velocità di Fuga Halbwachs Rica 92%	

Tabella 6. Dati dello studio astrofisico di LDS 5077.

		A	B
NOMAD 1	pm RA mas/yr	90.0 ± 3.0	88.0 ± 3.0
	pm Dec mas/yr	-2.0 ± 1.0	-2.0 ± 2.0
2 MASS	J mag	11.226	11.428
	H mag	10.567	10.756
	K mag	10.346	10.548
UCAC4	V mag	15.033	15.063
	B mag	16.524	16.522
USNO B-1	I mag	13.65	13.67
	B-V	1.491	1.459
	V-I	1.383	1.393
Astrometria relativa POSS I (1954)	θ	173.7°	
	ρ	29.621”	
Astrometria relativa questo studio (2015)	θ	173.49° ± 0.12	
	ρ	29.764” ± 0.122	

Tabella 7. Dati di base di CVR 288

	Chivers		Questo studio	
	A	B	A	B
Classe Spettrale	M2	M2	M3	M2,5
Mv	10	10	10,81	10,51
Distanza (Psec)	331	336	228	266
Semiasse maggiore atteso (Fisher & Marcy)	3825 AU		2831 AU	
Periodo orbitale	280543 anni		192192 anni	
Criteri attestanti la natura fisica	Van de Kamp Sinachopulos Abt Wilson Energia meccanica totale Close Velocità di Fuga Halbwachs Rica 93%		Dommanget Van de Kamp Sinachopulos Abt Wilson Energia meccanica totale Close Velocità di Fuga Halbwachs Rica 93%	

Tabella 8. Dati dello studio astrofisico di CVR 288.

		A	B
UCAC4	pm RA mas/yr	-52.4 ± 3.3	-52.1 ± 3.3
	pm Dec mas/yr	-22.9 ± 3.7	-33.3 ± 3.4
	J mag	12.273	12.266
	H mag	11.688	11.678
	K mag	11.482	11.449
	V mag	15.612	15.612
	B mag	17.058	17.058
USNO B-1	I mag	13.04	13.21
	B-V	1.446	1.446
	V-I	2.572	2.402
Astrometria relativa POSS I (1954)	θ	169.27°	
	ρ	9.757”	
Astrometria relativa questo studio (2015)	θ	170.97° ± 1.02	
	ρ	9.89” ± 0.204	

Tabella 9. Dati di base di UC 328.

	A	B
Classe Spettrale	M2	M2
Mv	10.38	10.38
Distanza (Psec)	111.3	111.3
Semiasse maggiore atteso (Fisher & Marcy)	1384 AU	
Periodo orbitale	64083 anni	
Criteri attestanti la natura fisica	Van de Kamp Abt Wilson Energia meccanica totale Close Halbwachs	

Tabella 10. Dati dello studio astrofisico di UC 328.

		A	B
NOMAD1	pm RA mas/yr	721.2 ± 18.6	704.0 ± 2.0
	pm Dec mas/yr	-753.0 ± 12.8	-752.0 ± 2.0
2 MASS	J mag	7.875	8.893
	H mag	7.322	8.339
	K mag	7.087	8.097
SIMBAD	V mag	12.26	13.22
	B mag	13.81	14.82
USNO B1	I mag	13.31	110.531.39
	B-V	1.55	1.6
	V-I	-1.05	3.17
Astrometria relativa 2MASS (1998)	θ	60.6°	
	ρ	25.222”	
Astrometria relativa questo studio (2015)	θ	58.54° ± 0.07	
	ρ	25.068” ± 0.069	

Tabella 11. Dati di base di LDS 863AB.

	A	B
Classe Spettrale (SIMBAD)	M3.6V	M4.5V
Classe Spettrale (questo studio)	M4V	M4V
Mv	11.38	11.86
Distanza Psec (questo studio)	15.0 psec	18.7 psec
Semiasse maggiore atteso (Fisher & Marcy)	534 AU	
Periodo orbitale	25244 anni	
Criteri attestanti la natura fisica	Van de Kamp Sinachopulos Abt Wilson Energia meccanica totale Close Velocità di Fuga Halbwachs Rica 89%	

Tabella 12. Dati dello studio astrofisico di LDS 863AB.

		A	B
I/324	pm RA mas/yr	272.0 ± 8.0	
	pm Dec mas/yr	384.0 ± 8.0	
NOMAD1	pm RA mas/yr		255.4 ± 1.3
	pm Dec mas/yr		364.0 ± 1.3
2 MASS	J mag	8.25	8.689
	H mag	7.596	8.062
SIMBAD	K mag	7.413	7.828
	V mag	10.84	10.84
	B mag	12.23	12.23
	I mag	9.29	9.76
	B-V	1.39	1.39
	V-I	1.55	1.08
Astrometria relativa 2MASS (1998)	θ	232.82°	
	ρ	9.698”	
Astrometria relativa questo studio (2015)	θ	233.89° ± 0.24	
	ρ	9.445” ± 0.041	

Tabella 13. dati di base di LDS 864

	A	B
Classe Spettrale (SIMBAD)	K7	M
Classe Spettrale (questo studio)	K9V	K9V
Mv	8.66	8.66
Distanza (SIMBAD)	28.8	30.5
Distanza (questo studio)	27.3 psec	27.3 psec
Semiasse maggiore atteso (Fisher & Marcy)	329 AU	
Periodo orbitale	7782 anni	
Criteri attestanti la natura fisica	Van de Kamp Sinachopulos Abt Wilson Energia meccanica totale Close Velocità di Fuga Halbwachs Rica 85%	

Tabella 14. Dati dello studio astrofisico di LDS 864.

		A	B
I/324	pm RA mas/yr	239.0 ± 2.5	239.0 ± 8.0
	pm Dec mas/yr	-81.3 ± 2.6	-77.0 ± 8.0
2 MASS	J mag	8.064	10.392
	H mag	7.424	9.806
	K mag	7.24	9.538
SIMBAD * dato calcolato	V mag	10.79	14.17*
	B mag	12.17	16.0
USNO B1	I mag	9.16	11.39
	B-V	1.38	1.83
	V-I	1.63	2.78
Astrometria relativa 2MASS (1998)	θ	45.6°	
	ρ	19.043”	
Astrometria relativa questo studio (2015)	θ	44.61° ± 0.19	
	ρ	18.791” ± 0.055	

Tabella 15. Dati di base di UC 18.

	A	B
Classe Spettrale (SIMBAD)	K7	
Classe Spettrale (questo studio)	K9V	M3V
Mv	9.75	14.05
Distanza (questo studio)	26.7 psec	40.6 psec
Semiasse maggiore atteso (Fisher & Marcy)	801 AU	
Periodo orbitale	26496 anni	
Criteri attestanti la natura fisica	Dommanget Van de Kamp Sinachopulos Abt Wilson Energia meccanica totale Close Velocità di Fuga Halbwachs Rica 81%	

Tabella 16. Dati dello studio astrofisico di UC 18.

Didascalie delle foto

Foto 1. Stella di Barnard ripresa dall'autore.
Foto 2. WIR 1AB ripresa dall'autore.
Foto 3. CVR 948 ripresa dall'autore.
Foto 4. STI 2939 ripresa dall'autore.
Foto 5. KAM 3AB ripresa dall'autore.
Foto 6. LDS 5077 ripresa dall'autore.
Foto 7. CVR 288 ripresa dall'autore.
Foto 8. UC 328 ripresa dall'autore.
Foto 9. Immagine POSSI (1954) del sistema LDS 863 - LMP 1 (fonte Vizier).
Foto 10. Lo stesso sistema della foto 9 in un'immagine POSSII del 1997 (fonte Vizier).
Foto 11. Ancora il sistema LDS 863 - LMP 1 in un'immagine 2MASS del 1998 (fonte Vizier).
Foto 12. Il sistema LDS 863 - LMP 1 ripreso dall'autore.
Foto 13. LDS 864 ripreso dall'autore.
Foto 14. UC 18 ripreso dall'autore.

Software utilizzati

- Nebulosity 4.0.1- http://www.stark-labs.com
- PHD Guiding - http://www.stark-labs.com
- Astrometrica - http://www.astrometrica.at
- Reduc - Florent Losse
-Astrofisica - Foglio Elettronico - Francisco Rica Romero

Siti WEB consultati

- 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
- In questo studio si è fatto ampio ricorso alle risorse del Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS) http://cds.u-strasbg.fr
- USNO - Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/orb6
- The SAO/NASA Astrophysics Data System è il principale sito presso il quale è stata reperita la bibliografia. http://adswww.harvard.edu
- Un sito davvero utile è quello della Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA) specialmente nella sezione Estrellas Dobles. https://sites.google.com/site/webliada/
- Stelle Doppie - Double Star Database è il database online che ha fornito la maggior parte dei dati sui quali è stato condotto questo studio. http://stelledoppie.goaction.it/

Bibliografia

- Baize, P.; Petit, M. - Astronomy and Astrophysics Supplement Series, vol. 77, No. 3, p. 497-511(1989)
- Chivers, J. - JDSO Vol. 10 No. 1 - 2014 - p. 62
- Chivers, J. - JDSO Vol. 10 No. 4 - 2014 - p. 256
- Hartkopf W. I.et al., 2013, The Astronomical Journal, 146:76, 6-8.
- Heintz, W. D. - Astronomical Journal, vol. 89, p. 1063-1067. (1984)
- LeBlanc, F. - An Introduction to Stellar Astrophysics. 2010 John Wiley & Sons Ltd. p. 430
- van de Kamp, P. - Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Vol. 48, No. 286, p.313
- Locatelli, G. - Bollettino n. 14 - BolSD_2015_07 July 01, 2015
- Rica Romero, F. - Circular N. 6 - Liga Iberoamericana de Astronomia - Secion Estrellas Dobles - p.27 (2004)
- Rica Romero, F. - El Observador de estrellas Dobles, No. 10, p. 93-98 - 2013
- Wilson, R. H. , Jr. - Astronomical Journal, Vol. 59, p. 132-136 (1954)
- Wirtanen, C.A. - Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Vol. 53, No. 316, p.340 (1941)
- Zacharias N. et al., 2013, The Astronomical Journal, 145:44, 1-4.

Studio di una nuova coppia di stelle con moto proprio comune individuata nella costellazione del Toro

Luca Maccarini
Monza e Brianza, Italy.

email: lmaccarini@gmail.com

Abstract

Questo articolo descrive lo studio di una nuova stella doppia nella costellazione del toro Toro: 2MASS 04051537+2347501.
Sono mostrati i dati relativi alla cinematica, fotometria, la distanza, classe spettrale, la massa di entrambe le componenti e l'astrometria relativa, utilizzando le lastre del Palomar Observatory Sky Survey (Possi e POSSII) di diverse epoche e un'immagine dell'autore.

Abstract

This paper describes the astrometric study of a new pair of star in Taurus constellation: 2MASS 04051537+2347501.
Are showed the data about the kinematics, photometry, distance, spectral class, mass of both components and the relative astrometry using the plates of the Palomar Observatory Sky Survey (POSSI and POSSII) of different epochs and one image of the author.

Introduzione

Per ricercare nuove coppie di stelle, è indispensabile analizzare direzione e quantità dei moti propri di entrambe le componenti. Valori di moto proprio comuni o simili possono essere un buon indizio che può incentivare ulteriormente a proseguire l'indagine.

Nel settembre scorso ho ripreso nella costellazione del Toro alcuni asteroidi della fascia principale, utilizzando un rifrattore apocromatico da 60mm F/6,5 al fuoco diretto di una camera CCD monocromatica Atik mod. Titan da 7,4 µM (raffreddata a delta T <=20°C).

Durante la calibrazione astrometrica dell'asteroide (43)Ariadne, di mag. +12, da me ripreso la notte del 11 settembre 2015, la mia attenzione è stata catturata da una coppia di stelle con interessanti valori di moto proprio (Fig.1).

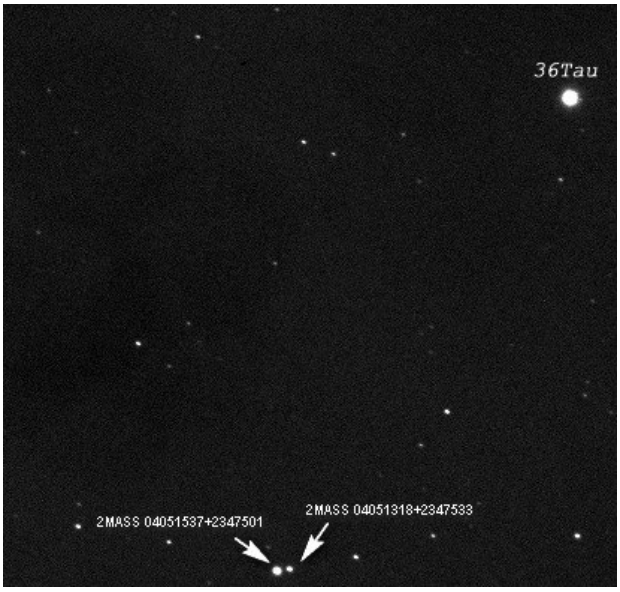


Figura 1. Immagine ripresa dall'autore.

La stella più luminosa è 2MASS 04051537+2347501 le cui coordinate ed identificazione sono illustrate in Tabella 1.

Utilizzando alcune funzioni della piattaforma ALADIN Sky Atlas (1) del Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS) ho notato che la rappresentazione vettoriale dei moti propri era, almeno visivamente, molto simile in direzione e quantità per entrambe le presunte componenti del sistema (Fig.2).

Il Washington Double Star Catalog (+2001-2015) non riporta alcuna doppia classificata in questa posizione.

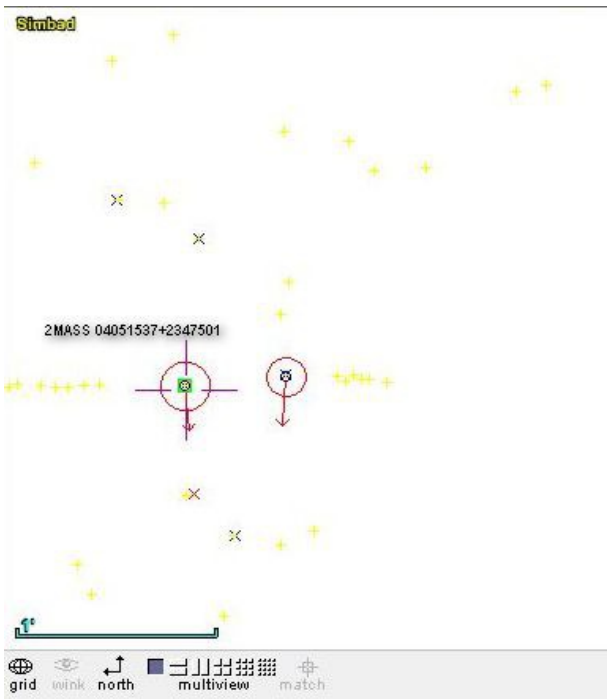


Figura 2. rappresentazione vettoriale dei moti propri della coppia (ALADIN Sky Atlas).

Tabella 1. Coordinate ed identificazione

	Primaria	Secondaria
Coord. RAJ2000	04h05m15,380s	04h05m13,183s
Coord. DECJ2000	+23°47'50,07"	+23°47'53,32
2MASS All Sky Survey	04051537+2347501	04051318+2347533
NOMAD-I	TYC-1814-718-1	TYC-1814-715-1
UCAC4	569-009511	569-009508
URAT1	569-033051	569-033036

Scelta dei parametrici astrometrici e fotometrici dai Cataloghi

Per lo studio di questa coppia di stelle ho consultato i principali cataloghi utilizzando la piattaforma VizieR Catalogue Database del Centre de Données astronomiques de Strasbourg (2).

I valori dei moti propri del PPMXL Catalog (Roeser+ 2010) e URAT1 Catalog (Zacharias+ 2015) sono indicati nella Tabella 2.

Tabella 2. Valori dei moti propri

		Primaria	Secondaria
Lat. Galattica		-20.8595	-20.8649
PPXML Catalog (Roeser+ 2010)	pmRA (mas"/yr) pmDE (mas"/yr) pmTotal (mas"/yr)	1,7 ±1,1 -11,9 ±1,2 12,0	0.8 ±1,5 -14,2 ±1,6 14,0
URAT1 Catalog (Zacharias+ 2015)	pmRA (mas"/yr) pmDE (mas"/yr) pmTotal (mas"/yr)	3,5 ±5,1 -15,4 ±5,1 16,0	0,3 ±5,1 -15,8 ±5,1 16,0

I valori dei moti propri in Declinazione (pmDEmas"/yr) ed in Ascensione Retta (pmRAmas"/yr), sono in buon accordo con la possibilità che la coppia possa avere caratteristiche di moto proprio comune. Una semplice approssimazione analitica al problema è stata verificata confrontando i moti propri di entrambe le componenti (pmTotal) e relativi errori dei cataloghi, utilizzando la seguente relazione (Rica, F, OED 2013 n.10, 95):

$$/\mu pri/+3\sigma > /\mu sec/-3\sigma$$

Per i valori della fotometria nella banda infrarossa J-H-K ho utilizzato le magnitudini indicate nel 2MASS All-Sky Catalog of Point Sources (Cutri+ 2003), riportate anche nel recente Catalogo URAT1 (Zacharias+ 2015) che è risultato essere più completo rispetto ad altri cataloghi, nei quali era mancante il valore nella banda H.

Per i valori della fotometria in banda V (Johnson photometry), il catalogo PPMXL è risultato non affidabile in quanto vi è la possibilità che questo dato provenga da lastre non calibrate fotometricamente. Su suggerimento di Francisco Rica Romero, ho preferito non derivare (attraverso relazioni matematiche) il dato della magnitudine V dagli indici di colore (B-V) e (V-I), ma utilizzare il valore di VTmag. del catalogo Tycho-2 Catalogue (Hog+ 2000) corretto attraverso la seguente relazione (come indicato dalle "note" dello stesso catalogo):

$$V \text{ (approx Jonhson photometry)} = VTmag - 0.090*(BTmag-VTmag)$$

Analisi lastre di archivio ed astrometria relativa

Partendo dalle immagini di archivio fotografiche della First Palomar Observatory Sky Survey (POSSI-O e POSSI-E epoch 1949) digitalizzate con risoluzione di 1,7"/pixel e rese disponibili sul web dallo Space Telescope Science Institute (STsci) (8) e dalla successiva seconda Survey nella banda Red, Blue and Near IR (POSSII-J-F-N epoch 1992-1993-1994) con risoluzione di 1,0"/pixel , come anche da una immagine attuale da me ripresa (epoch 2015) con risoluzione 3,6"/pixel, ho analizzato il movimento relativo della componente principale rispetto alla secondaria confrontandolo con la velocità di fuga del sistema.

Nella Fig.3 è mostrata una immagine digitalizzata nella banda blu (POSSII_J_483).

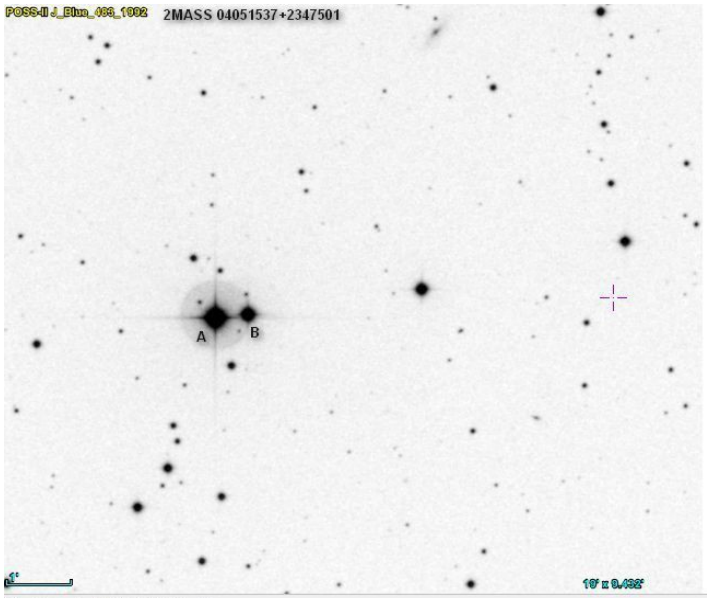


Figura 3. immagine digitalizzata nella banda blu (POSSII_J_483).

Attraverso il software Astrometrica (3) ho determinato l'angolo di rotazione e la risoluzione in pixel utilizzando come referenza il catalogo UCAC4 per ottenere il corretto orientamento delle immagini.

Con il programma REDUC (4) ho misurato la Separazione (Rho o ρ) e l'Angolo di Posizione (Theta o θ). Ogni singola immagine è stata misurata 40 volte (2 gruppi di misure fra loro indipendenti) ed eliminate quelle misure con residui $0,5s < \sigma < 2s$.

Per ogni epoca di osservazione ho convertito, altresì, l'astrometria relativa in "coordinate rettangolari" X e Y (previa correzione di θ attraverso la precessione e moto proprio) secondo la relazione:

X = ρ * sen(θ) Separazione angolare della stella in direzione Est-Ovest
Y = ρ * cos(θ) Separazione angolare della stella in direzione Nord-Sud

Questi valori sono indicati nella Tabella 3.

Successivamente ho rappresentato graficamente (Figure 5-6-7-8) le diverse evoluzioni temporali di Theta(θ(t)), Rho(ρ(t)), x(x(t)) e y (y(t)) e la miglior curva di interpolazione (lineare o parabolica) dei dati.

Nell'ultimo grafico (y(x)), (Figura 9) ho visualizzato la relativa traiettoria della stella secondaria rispetto alla primaria, ossia la variazione del suo moto relativo.

Una curva di interpolazione di tipo parabolico per i tre grafici x(x(t)) , y (y(t)) e (y(x)), può definire il sistema legato gravitazionalmente.

Per tutti i calcoli ho utilizzato il potente foglio di calcolo "RELATIVE MOTION CALCULATOR v5.25 FOR VISUAL DOUBLE STARS" di Francisco Rica Romero (5).

Tabella 3. Astrometria relativa trasformata in coordinate rettangolari X e Y, numero di misure effettuate ed epoca di osservazione

	Rho (")	Theta (°)	X (")	Y (")	Meas	Epoch
POSSI-O-DSS-357	31,04±0,01 31,11±0,08	267,54±0,65 266,20±0,20	-31,01 -31,02	-1,33 -2,06	20 20	1949
POSSI-E-DSS-357	30,68±0,01 30,43±0,17	270,72±0,65 270,54±0,28	-30,67 -30,43	0,39 0,29	20 20	1949
POSSII-J-DSS-483	29,21±0,18 29,24±0,06	274,46±0,62 274,54±0,22	-29,12 -29,14	2,27 2,36	20 20	1992
POSSII-F-DSS-483	29,88±0,05 29,88±0,05	274,54±0,05 274,60±0,18	-29,79 -29,78	2,37 2,40	20 20	1993
POSSII-N-DSS-483	30,27±0,02 30,27±0,02	275,17±0,01 275,17±0,01	-30,15 -30,15	2,73 2,73	20 20	1994
Author images	30,01±0,01 30,01±0,01	277,13±0,02 277,13±0,02	-29,78 -29,78	3,72 3,72	20 20	2015

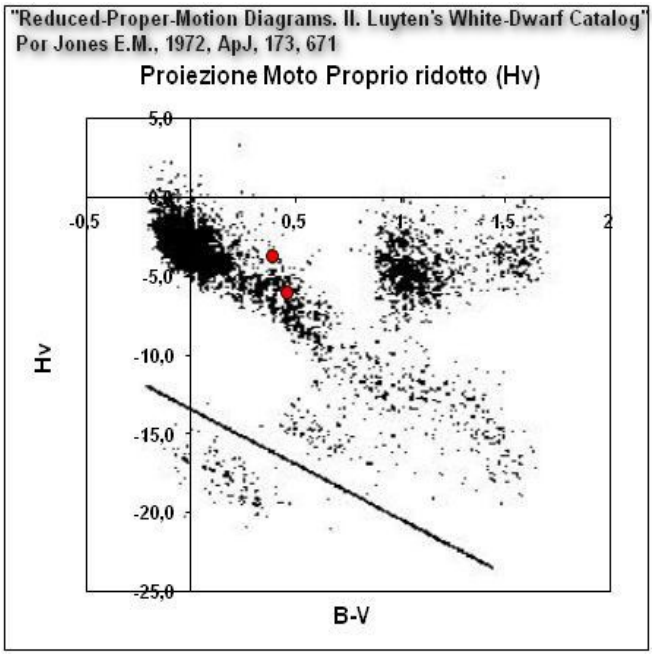


Figura 4

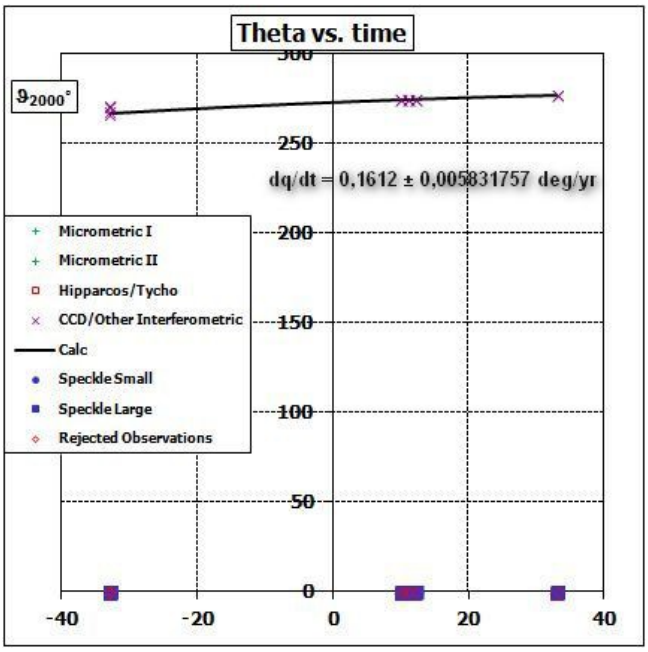


Figura 5

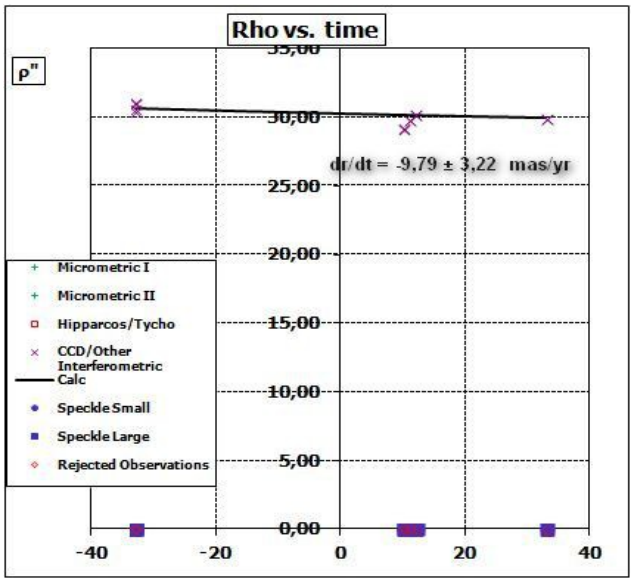


Figura 6

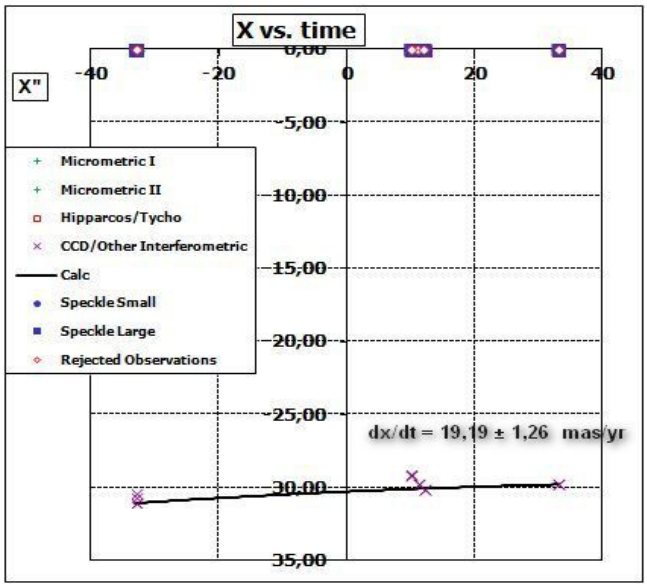


Figura 7

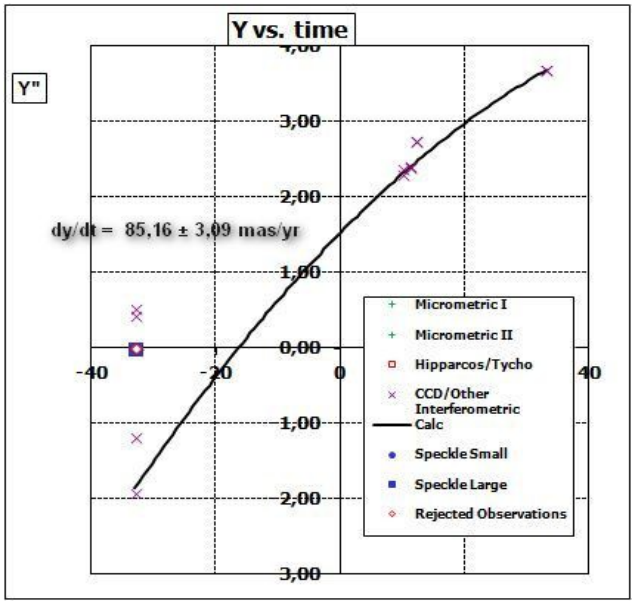


Figura 8

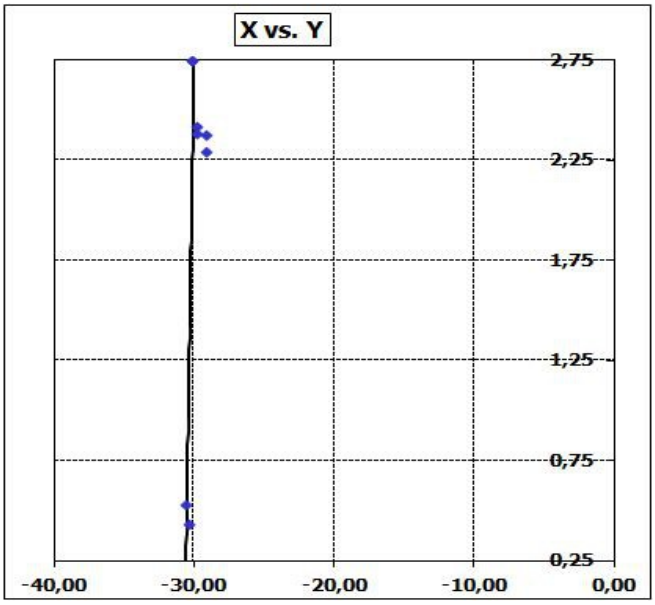


Figura 9

Fotometria, classe spettrale e caratteristiche astrofisiche delle componenti.

Sono ricorso al foglio di calcolo "Astronomia v.1.5.18 " and "SDSS-2MASS Johnson conversions"

di Francisco Rica Romero(6) per determinare interessanti ed importanti dati astrometrici, astrofisici, fotometrici, cinematici come i valori dei ridotti moti propri, le classi spettrali, la massa, le magnitudini assolute, la distanza e la temperatura delle due stelle, gli indici di colore.

Dall'osservazione del diagramma dei moti propri (Figura 4) si evince che la componente primaria e secondaria si collocano nel ramo della sequenza principale, e che appartengono alla stessa popolazione stellare di tipo I (estrema).

Confrontando gli indici di colore B-V, V-K, K-H e H-K con una tabella di caratteristiche spettrali inserita nel foglio di calcolo "Astronomia" di Francisco Rica Romero sono risalito al tipo spettrale F6V per la componente principale e G4V per la secondaria. La componente principale è una stella di colore bianco-gialla, mentre la secondaria è una stella gialla. La temperatura delle due componenti è stata calcolata attraverso la relazione (B. Cester, 1984, p.16, Corso di Astrofisica, Hoepli ed.) :

$$T = 7980/ ((B-V) + 0,76) \quad (\text{in } °K)$$

Entrambe le stelle sono stelle di sequenza principale del diagramma di Hertzprung-Russel.

In Tabella 4 sono illustrati questi dati.

Tabella 4. Dati fotometrici della coppia desunti dai Cataloghi e dal foglio di calcolo "Astronomia v.1.5.18"

Reference	Data	**Primaria**	**Secondaria**
TYCHO-2	V (mag)	+8,26	+10,21
2MASS	J (mag)	+7,277	+8,882
2MASS	H (mag)	+7,097	+8,659
2MASS	K (mag)	+7,058	+8,618
Astronomia v.1.5	B-V index	+0,48 ±0,07	+0,65±0,09
Astronomia v.1.5	V-I index	+0,49	+0,56
Astronomia v.1.5	V-J index	+0,98	+1,33
Astronomia v.1.5	Mag. assoluta Bolometrica	+3,87	+4,84
Literature	Correzione Bolometrica	-0,05	-0,11
Astronomia v.1.5	Classe Spettrale	F6V	G4V
Literature	Temperatura ° K	6.435	5.660

La magnitudine assoluta è di +3,92 mag. per la primaria e di +4,95 mag. per la secondaria. A partire da questo dato ho ottenuto il modulo di distanza ed infine è stato possibile stimare la distanza di entrambe le componenti in 73 pc per la primaria e 112 pc per la secondaria.

La correzione bolometrica (BC) è stata calcolata attraverso la relazione (K.R. Lang, Astrophysical Formulae, terza edizione, it Springer Verlag , Berlino,1999):

$$BC = 42{,}54 - 10*\log(T|K|) - 29000/(T|K|)$$

Utilizzando la magnitudine bolometrica e l'equazione proposta da P. Couteau, è stata determinata la massa stellare della componente principale in 1,26 masse solari e 0,98 masse solari per la secondaria.

Questi dati sono riassunti in Tabella 5.

Calcolo della velocità tangenziale

Utilizzando il moto proprio ricavato dal Catalogo PPMXL e la distanza ho calcolato la velocità tangenziale in ascensione retta (*Ta)* ed in declinazione (*Td)* per entrambe le componenti attraverso le seguenti formule:

$$Ta = 4{,}74 * \text{distanza} * \mu RA \ (\text{in km*s}^{-1})$$
$$Td = 4{,}74 * \text{distanza} * \mu DEC \ (\text{in km*s}^{-1})$$

La distanza è espressa in parsec; µRA e µDEC sono i moti propri (in arcsec) delle componenti della coppia. Per calcolare la velocità tangenziale (V*tan*) di entrambe le componenti della coppia si è utilizzata l'espressione:

$$Vtan = \sqrt{(Ta^2 + Td^2)} \ (\text{in km*s}^{-1})$$

Il valore V*tan* della Velocità tangenziale, ottenuto dai moti propri di entrambe le componenti, è riportato nella Tabella 6.

Tabella 5. Magnitudine assoluta, distanza e massa stellare desunti dal foglio di calcolo "Astronomia v.1.5.18"

	Primaria	**Secondaria**
MAGNITUDINE ASSOLUTA	+3,92	+4,95
MODULO DI DISTANZA	4,34	5,26
DISTANZA (in parsec)	73,8	112,7
MASSA STELLARE (mediante Mag. Bolometrica) Massa solare = 1	1,26	0,98

Tabella 6. Velocità tangenziale delle componenti (in Km/s) utilizzando i moti propri del catalogo PPMXL

	Primaria	**Secondaria**
Ta (Km/s)	0,595	0,427
Td (Km/s)	-4,162	-7,587
pi (")	0,0136	0,0089
Vtan (Km/s)	4,204	7,599

Analisi della natura della coppia

Per analizzare la natura della coppia ho applicato alcuni criteri di analisi utilizzando il foglio di calcolo "Astronomia v.1.5.18 " di Francisco Rica Romero (6).

I risultati ottenuti da questa analisi sono illustrati in Tabella 7.

Ritengo che un forte peso ai fini della valutazione della natura della coppia lo abbiano il "*Criterio di Sinachopoulos & Mouzourakis (1992"),* il *"Criterio di J.L:Halbwachs (1986)"* ed il *"Criterio di binarietà implementando la velocità di fuga".*

Criterio di Sinachopoulos & Mouzourakis (1992)

Questo criterio studia la compatibilità della velocità tangenziale relativa della coppia, vale a dire il relativo moto proprio osservato in un determinato periodo temporale, con il valore massimo della velocità orbitale che segue dalla terza legge di Keplero. La velocità tangenziale relativa è calcolata con l'equazione:

$$Vtan\ relativa = 4{,}74*d*\Delta u \quad (\text{ in km*s^-1})$$

dove d è la distanza in parsec (media della distanza tra le due componenti della coppia) e Δu è il relativo moto proprio della stella secondaria rispetto alla primaria (in arcsec* yr^-1) osservato in un dato periodo temporale .

Utilizzando la terza legge di Keplero (ed assumendo un'orbita circolare) la Velocità orbitale massima è calcolata dalla seguente espressione :

$$Vorbitale\ max = 29.78 *(\sqrt{(\Sigma M/s)}) \ (\text{ in km*s^-1})$$

dove s è la separazione proiettata in Unità Astronomiche (AU) e ΣM è la somma delle masse stellari per le componenti della coppia (espressi in unità solari).

La coppia è legata gravitazionalmente quando la velocità tangenziale relativa (meno il relativo errore sulla misura) è minore del valore massimo della velocità orbitale :

$$V_{tan\ relativa} - 2\sigma < V_{orbitale\ max}$$

sarà, invece, considerata una coppia di natura ottica se :

$$V_{tan\ relativa} - 2\sigma > V_{orbitale\ max}$$
$$V_{tan\ relativa} > 3*V_{orbitale\ max}$$

La velocità orbitale massima del sistema è risultata essere di 0,84 Km/s, assumendo un'orbita circolare (oppure 0,92 Km/s se si suppone un'orbita ellittica). Ritengo che una velocità tangenziale relativa di 1,09±0,11 km/s (quindi $V_{tan\ relativa}-2\sigma$=0,87 Km/s) non fornisca un risultato inequivocabile sulla natura fisica del sistema 2MASS 04051537+2347501 essendo il dato ottenuto vicino al valore massimo della velocità orbitale.

Criterio di J.L:Halbwachs (1986)

Questo criterio si basa sulla cinematica delle stelle componenti il presunto sistema. In primo luogo questo criterio discrimina sistemi con moto proprio comune che, se sono effettivamente legati, devono soddisfare con un livello di confidenza del 95%, la seguente condizione:

$$(\mu_1 - \mu_2)^2 < -2\ (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)\ \ln 0{,}05$$

dove μ_1 e μ_2 sono i moti propri di ogni componente della coppia, e σ_1 e σ_2 i rispettivi errori.

Se consideriamo un sistema orbitale, il centro di gravità è in moto rettilineo mentre ogni stella si muove da questo centro, quindi il moto proprio di ogni stella sarà composto dal movimento del centro di gravità e una componente del moto orbitale kepleriano.

Parallelamente, si è quindi in grado di stabilire un nuovo parametro T (Tempo) che è il periodo necessario alla stella con il suo moto proprio μ a percorrere una distanza pari alla sua separazione angolare (rho). Quanto sopra si può esprimere matematicamente :

T=(in anni)

dove μ è il moto proprio totale di entrambe le componenti.

A seconda del valore di T, si ottiene la probabilità che la coppia possa essere di natura fisica:

- Per T <1000, la probabilità è = 99 %
- Per 1000 < = T < = 3500 , la probabilità è = 60%
- Per 3500 < T < 5000 , la probabilità è = 10%
- Per T > 5000 , la probabilità è = 0%

Il risultato ottenuto per il sistema 2MASS 04051537+2347501 evidenzia una discreta probabilità (84% secondo il criterio più restrittivo di Francisco Rica) che la coppia sia caratterizzata da un moto proprio comune (CPM). Il valore di T risulta essere di 2318 anni e pertanto la probabilità che la coppia sia di natura fisica è del 55%.

Il foglio di calcolo "Astronomia" fornisce anche un risultato probabilistico complessivo sulla natura fisica della coppia che è il prodotto della probabilità di avere un CPM e la probabilità associata al valore di T.

Pertanto, per il catalogo PPMXL la natura è fisica con una probabilità del 46%

Utilizzando dei metodi di simulazione probabilistici (Montecarlo) per determinare la probabilità che le due componenti si incontrino alla stessa distanza (considerando un errore del 20% per il valore della distanza di entrambe le stelle), il risultato ottenuto fornisce una probabilità del 22%.

Criterio di binarietà implementando la velocità di fuga

Per derivare la formula della Velocità di fuga (V_{esc}) di un sistema legato gravitazionalmente occorre partire dall'equazione di conservazione dell'energia di un corpo che è la somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale. In estrema sintesi, essa può essere espressa dall'equazione:

$$Vesc = \sqrt{((2*G*Mtotal)/r)} \ (\text{in km*s-1})$$

dove $G = 4\pi^2$ e M_{total} è la somma delle masse di entrambe le componenti (in Masse solari) ed *r* la separazione tra le componenti ("r" si potrebbe sostituire con "s" che è la separazione proiettata del sistema in parsec, in questo caso 0,014 pc).

Tabella 7. Valutazione sulla natura della coppia utilizzando alcuni criteri di indagine ed i moti propri dei Cataloghi PPMXL e URAT1

Criterio di Sinachopoulos & Mouzourakis (1992)	Doppia Fisica ? Vtan 1,09±0,11 (Km/s) Vorb 0,84 (Km/s)	Doppia Fisica ? Vtan 1,43±0,14 (Km/s) Vorb 0,84 (Km/s)
Criterio diJ.L:Halbwachs (1986)	Doppia Ott/Fis T=2318 anni (probabilità 55%) CPM probabilità 84%	Doppia Fisica? T=1925 anni (probabilità 79%) CPM probabilità 98%
Criterio della parallasse dinamica (Jean Dommanget, 1955)	Doppia Fisica	Doppia Ottica
Criterio Iperbolico (Van de Kamp, 1961)	Doppia Fisica	Doppia Ottica
Criterio Empirico di Aitken (R.W. Aitken, [1932] y R. H. Curtiss)	Doppia Ottica	Doppia Ottica
Crtiterio di Helmut A. Abt (1988)	Doppia Ott/Fisica	Doppia Ott/fisica
Criterio di Wilson (2001)	Doppia Fisica	Doppia Fisica
Criterio di Close S.M. et al (2003, ApJ, 587, 407C)	Doppia Fisica	Doppia Fisica
Criterio dell'energia meccanica totale	Doppia Fisica ?	Doppia Fisica ?
Criterio di binarietà implementando la velocità di fuga	BINARIA ? ? probabile un legame gravitazionale Vtotal 1,09±0,11 < Vesc 1,18 km/s	NO BINARIA NO probabile un legame gravitazionale Vtotal 1,43±0,14 > Vesc 1,18 km/s

Per essere considerata una coppia binaria, ossia legata gravitazionalmente, dovrà essere soddisfatta la seguente relazione :

$$V_{total} < V_{esc}$$

dove $Vtotal = \sqrt{(\Delta Vrad^2 + \Delta Vtan^2)}$

Non conoscendo la Velocità radiale (Vrad), il risultato di 1,09±0,11 Km/s ottenuto come Velocità totale, sebbene soddisfi il criterio di cui sopra, potrebbe essere un valore sottostimato e pertanto non è possibile affermare con certezza che la coppia abbia caratteristiche tali da essere considerata un sistema binario legato gravitazionalmente.

Analisi del moto relativo della componente secondaria rispetto alla primaria

Attraverso i dati dell'astrometria relativa di Tabella 3 ed utilizzando le numerose formule contenute nel foglio di calcolo "RELATIVE MOTION CALCULATOR v5.25 FOR VISUAL DOUBLE STARS" di Francisco Rica Romero (5) ho cercato di capire se la variazione della separazione angolare e dell'angolo di posizione della coppia proiettata su di un periodo temporale di 66 anni (epoch 1949-2015) fosse imputabile ad un legame gravitazionale tra le due stelle o dovuta al movimento indipendente nello spazio di entrambe le componenti.

Dall'astrometria relativa si osserva una variazione media della separazione angolare del sistema (dρ/dt), di 9,79 ± 3,22 msa/y (Figura 5) ed una variazione media dell'angolo di posizione (dθ/dt) di 0,1612± 0,0058 deg/y (Figura 6) proiettate in coordinate rettangolari nei grafici successivi di Figura 7 e Figura 8 i cui dati sono interpolati da una leggera curva parabolica.

Il moto relativo della componente secondaria rispetto alla primaria (grafico (y(x)) della Figura 9) è interpolato da una linea retta e quindi dall'analisi dell'astrometria relativa si deduce che la coppia non è legata gravitazionalmente.

Con una massa totale di 2,24 masse solari ed una distanza media di 93 pc, si realizza una velocità orbitale della componente secondaria di 38,48±1,47 Km/s , ma per la legge di conservazione dell'energia il valore massimo che avrebbe consentito al sistema di essere legato gravitazionalmente non avrebbe dovuto essere superiore a 1,19 Km/s.

Nella Figura 10 sono mostrati questi dati e nella Figura 11 l'effemeride calcolata dall'astrometria relativa.

Data	2MASS 04051537+2347501
Epoch.....	1982,000
θ (deg).....	272,96
ρ (arcsec).....	30,30
x (AU).[E-W].....	-2814 ± 563
y (AU).[N-S].....	146 ± 29
dρ/dt (mas yr^{-1}).....	-9,79 ± 3,22
dθ/dt (deg yr^{-1}).....	0,1612 ± 0,0058
dx/dt (mas yr^{-1}).[E-W].....	19,19 ± 1,26
dy/dt (mas yr^{-1}).[N-S].....	85,16 ± 3,09
Vx (km s^{-1}).[E-W].....	8,46 ± 0,56
Vy (km s^{-1}).[N-S].....	37,54 ± 1,36
Vz (km s^{-1}).....	±
Vtot (km s^{-1}).....	38,48 ± 1,47
Vesc_max (km s-1).....	1,19 ±
Mass A (Msun).....	1,26 ± 0,13
Mass B (Msun).....	0,98 ± 0,10
Distance (pc).....	93,0 ± 18,6
Expected max.Vz (km/s).	1,2

Figura 10. Velocità totale (Vtot) e Velocità di fuga (Vesc) dedotti dall'astrometria relativa (media per l'epoca 1982).

Epoca / Epoch	2012,0742		
θ [°]	276,78	±	0,20
ρ ["]	30,03	±	0,21

Figura 11. Effemeride calcolata dai dati dell'astrometria relativa.

Conclusioni

Il dato che maggiormente si riscontra è di una coppia con caratteristiche di moto proprio comune (CPM).

I numerosi criteri di valutazione sulla natura della coppia non hanno chiarito definitivamente questo aspetto. I ridotti valori dei moti propri, la distanza tra le due componenti (38 pc) ed i valori della massa stellare del sistema potrebbero far supporre che il sistema 2MASS 04051537+2347501 sia di natura ottica.

Anche l'analisi dell'astrometria relativa ha fornito indicazioni in questa direzione, escludendo un legame fisico.

Tuttavia, ritengo che il ridotto numero di misure impiegate nell'astrometria relativa non sia sufficiente per poter trarre delle conclusioni definitive.

L'autore, pertanto, propone che la coppia 2MASS 04051537+2347501 (MCN 1) venga inserita nel Washington Double Star Catalog perché, con l'ausilio di altre misure astrometriche, si possa far chiarezza sulla sua reale natura.

Ringraziamenti

Rivolgo un particolare ringraziamento a Francisco Rica Romero per i suoi preziosi suggerimenti, la disponibilità a condividere i propri fogli di calcolo e la decennale esperienza in materia di stelle doppie. A Giuseppe Micello per la sua instancabile dedizione alla stesura del Bollettino delle Stelle Doppie (BolSD), senza il quale non avrei potuto mettere a disposizione della comunità astronomica i dati di questa ricerca.

Riferimenti

- (1) CDS Centre de Données Astronomiques de Strasbourg, ALADIN Sky Atlas v.8.0 and SIMBAD Databases. http://aladin.u-strasbg.fr/
- (2) CDS Centre de Données Astronomiques de Strasbourg, Databases VizieR. 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) URAT1 Catalogue (Zacharias+, 2015 - http://cdsweb.u-strasbg.fr/
- (3) ASTROMETRICA software by Herber Raab - http://www.astrometrica.at/
- (4) REDUC release 4.7 software by Florent Losse - http://astrosurf.com/hfosaf/
- (5) Rica's Spreadsheet "RELATIVE MOTION CALCULATOR v5.25 FOR VISUAL DOUBLE STARS" (private communication)
- (6) Rica's Spreadsheet "Astronomia" v.1.5.18 and "SDSS-2MASSJohnson conversions" (private communication)
- (7) Brian D. Mason, Gary L. Wycoff, and William I. Hartkopf; Washington Double Star Catalog (+2001-2015) - http://ad.usno.navy.mil/wds/
- (8) The Space Telescope Science Institute (STscI) web portal- http://www.stsci.edu/portal/ and MAST The Mikulski Archive for Space Telescopes

Bibliografia

- Il Bollettino delle Stelle Doppie by Giuseppe Micello, Antonio Adigrat, Gianluca Sordiglioni https://sites.google.com/site/ilbollettinodellestelledoppie/archivio
- "Common Proper Motion Stars in the AGK3" by J.L. Halbwachs, 1986 A&AS..66..131BHalbwachs, J. L., 1986, A&A, 66, 131 http://adsabs.harvard.edu/abs/1986A%26AS...66..131H
- "Searching for Optical Visual Double Stars", Complementary Approaches to Double and Multiple Star Research in the IAU Colloquium 135, ASP Conferences Series, Vol. 32, 1992 by Dimitris Sinachoulos
- "Determining the Nature of a Double Star The Law of Conservation of Energy and the Orbital Velocity " by Rica F, JDSO, 2011,vol.7 n.4 http://www.jdso.org/volume7/number4/Rica_update.pdf
- "Relative Motion Calculator v5.18: herramienta Excel para el estudio dinámico de estrellas dobles"by Rica, F, 2015, OED, 14, 61 http://www.infoastro.com/dobles/oed14.pdf
- "New Wide Common Proper Motion Binaries" , JDSO, 2010,vol.6 n.1 by Rafael Benavides Francisco Rica, Esteban Reina, Julio Castellanos, Ramón Naves, Luis Lahuerta, Salvador Lahuerta. http://www.jdso.org/volume6/number1/benavides.pdf
- "Classifying Luyten stars using an optical-infrared reduced proper-motion Diagram" by Salim S. & Gould A. 2002 , ApJ, 575, 83 http://iopscience.iop.org/article/10.1086/342782/pdf
- "El uso de los movimientos propios para determiner la naturaleza de una estrella doble" by Rica F, 2013, OED, 10, 92 http://www.infoastro.com/dobles/oed10.pdf

Notizie sull'autore

Luca Maccarini ha iniziato ad interessarsi all'astronomia nel 1976. Il suo primo strumento è stato un binocolo 7x50 con il quale ha stimato la luminosità 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, altresì, l'osservazione del Sole in luce bianca ed in H-Alpha.

Collaborazione Pro-Am di osservazione del sistema σ Orionis

Gianluca Sordiglioni, *Italy.*

email: inzet@yahoo.com

Abstract

Proponiamo con questo articolo una collaborazione tra astrofili e astronomi professionisti che consiste nella misura di alcune doppie note ed altre non ancora catalogate nel WDS.

Abstract

In this article we propose a collaboration between amateur astronomers and professionals which consists of measuring some known doubles and other not yet cataloged in the WDS.

Nel numero 15 del Bollettino delle Stelle Doppie abbiamo parlato dell'incontro tra professionisti ed amatori (Pro-Am) osservatori di stelle doppie e dell'appello sull'osservazione rivolto agli amatori da parte di José Caballero, astronomo professionista spagnolo che lavora presso Centro de Astrobiología (CSIC-INTA) di Madrid. Contrariamente a quanto scrissi le stelle da osservare non sono nell'intorno di Delta Orionis (Mintaka) ma bensì di Sigma Orionis, la stella che illumina la famosa nebulosa Testa di Cavallo.

La regione di Sigma Orionis è molto attiva, con un alto tasso di stelle in formazione, sorgenti X, dischi protoplanetari, pianeti giganti e la presenza di numerose nane brune. Molte delle stelle che vediamo sono parte di un ammasso, ancora poco conosciuto, che Caballero sta studiando da diverso tempo. Per comprenderne la vera natura servirebbero maggiori dati osservativi, e qui entrano in gioco gli astrofili: solo gli astrofili possono dare un reale contributo alla scienza con le loro osservazioni perché i professionisti, con i loro costosi strumenti, sono impegnati in altri studi.

Rilancio l'appello ai nostri lettori, confortandoli che non sono soli dell'impresa ma già altri hanno aderito, compreso il sottoscritto. Sul sito de l'Osservatori de Garaff, organizzatore dell'incontro di Vilanova, potete scaricare gli interventi tra cui quello di Caballero alla URL:

http://www.oagarraf.net/Comunicacions/MEETING%202015/IV%20Meeting.zip

L'articolo sulla multiplicità del sistema σ Orionis è disponibile alla URL:

http://adsabs.harvard.edu/abs/2014Obs...134..273C

Per facilitare le osservazioni ho preparato tre serie di tabelle derivate dall'articolo sopracitato, integrate con le informazioni cercate sul Simbad del CdS di Strasburgo. La tabella I dell'articolo contiene le doppie note, la tabella II è stata omessa, la tabella III le coppie strette e la tabella IV le doppie larghe. Da notare che il catalogo Mayrit elenca quasi tutte le stelle che fanno parte dell'ammasso, escludendo le stelle in background e foreground.

Le misure possono essere pubblicate qui sul Bollettino inviando voi stessi l'articolo alla redazione, oppure inviate al mio indirizzo all'email inzet@yahoo.com per essere raccolte in un unico articolo in preparazione.

Nella foto. José Caballero, astronomo professionista spagnolo che lavora presso il Centro de Astrobiología (CSIC-INTA) di Madrid.

Tabella I
Doppie presenti nel WDS

discov#	comp	RA,DEC	epoch	θ	ρ	m1	m2	d_mag	notes
STF 761	AC	05 38 37 -02 33 13	2015	209	71,7	7,9	8,6	0,7	
SHJ 65	AB,I	05 38 45 -02 36 00	2000	60	524,1	3,8	8,4	4,7	
STF 761	AB	05 38 37 -02 33 13	2015	203	67,7	7,9	8,4	0,5	
SHJ 65	AB,H	05 38 45 -02 36 00	2000	125	306,7	3,8	8,1	4,3	
TRN 19	AB,G	05 38 45 -02 36 00	2008	20	3,2	3,8	12	8,2	
STF3135	AB,F	05 38 45 -02 36 00	2011	324	209,6	3,8	7,9	4,1	
STF 762	AB,E	05 38 45 -02 36 00	2015	62	41,2	3,8	6,3	2,6	
STF 762	AB,D	05 38 45 -02 36 00	2015	86	12,9	3,8	6,6	2,8	
STF 762	AB,C	05 38 45 -02 36 00	2013	239	11,2	3,8	8,8	5	
BU 1032	AB	05 38 45 -02 36 00	2013	76	0,2	4,1	5,3	1,2	Sig Ori, SAO 132406
STF 761	AD	05 38 37 -02 33 13	2015	308	32,4	7,9	11,8	4	
PLT 1	AB	05 38 34 -02 44 14	2000	55	40	12,2	13,8	1,6	
DAM 51	AC	05 38 34 -02 44 14	2000	53	16,8	12,2	14,4	2,2	

Tabella III
Doppie strette

Name	coord	V mag	Mayrit	2MASS	ρ	ρ σ	θ	θ σ	Δmag	Δmag σ	Other desig.
[W96] rJ053847-0237	05 38 48 -02 37 19	15,24	92149	J05384791-0237192	2,1		64		1,1	0,4	AB component
[HHM2007] 592	05 38 34 -02 35 00	14.03	168291	J05383431-0235000	3,5		NE				
[W96] rJ053901-0238	05 39 01 -02 38 56	8,06	306125	J05390149-0238564	0,47	0,04	189	7	>= 0.5		HD 37525, SAO 132412
[W96] 4771-899	05 38 48 -02 27 14	13,34	528005	J05384803-0227141	0,4	0,08	170	10	0,337	0,019	
[W96] rJ053859-0247	05 38 59 -02 47 13	15,88	707162	J05385911-0247133	~1						2E 1486
[W96] rJ053947-0226	05 39 47 -02 26 16	circa 11	1106058	J05394741-0226162	<3						
V605 Ori	05 39 54 -02 24 39	15,02	1245057	J05395428-0224385	<3						
[SWW2004] 118	05 39 56 -02 51 22	16,12	1411131	J05395602-0251228	<3						
2E 1464	05 38 26 -02 10 23	circa 12	1564349	J05382549-0210228	~0.5					~0.8	
[SWW2004] 228	05 38 15 -02 10 15	16,75	1610344	J05381453-0210152	~3		SE				

Tabella IV
Doppie larghe

Nota: le stelle annotate come "too faint" sono troppo deboli per essere osservate con strumenti amatoriali.

Name	comp	coord	V mag	Mayrit	2MASS	OTHER	pair	ρ	ρ σ	θ	θ σ	Δmag	Δmag σ	Notes
HD 294271	A	05 38 37 -02 33 13	7,88	208324	J05383654-0233127	05386-0233								HD 294271 SAO 132401
[HHM2007] 614	E	05 38 36 -02 33 13	circa 12	214321	J05383582-0233133	CAB 11 AE	AE	10,62	0,02	266,7	0,2	4,63	0,06	
[HHM2007] 606	F	05 38 35 -02 33 13	circa 13	219320	J05383528-0233131	CAB 11 AF	AF	18,72	0,02	268,8	0,2	4,83	0,05	
[W96] 4771-1051	A	05 38 44 -02 40 20	circa 11	260182	J05384423-0240197									
S Ori J053844.4-024030	B	05 38 44 -02 40 31	circa 13	270181	J05384449-0240305	CAB 12 AB	AB	11,46	0,0,2	160,3	0,2	2,0856	0,0016	
[BZR99] S Ori 74	D	05 38 44 -02 40 08	circa 21				AD	11,9	0,1	3,2	1	9		too faint
S Ori J053844.4-024037	C	05 38 44 -02 40 38	circa 19	277181	J05384448-0240376	CAB 12 AC	AC	18,34	0,02	168,1	0,2	3,477	0,004	too faint
V507 Ori	A	05 39 08 -02 32 39	14,3	397060	J05390760-0232391									
S Ori 7	B	05 39 08 -02 32 28	18,83	410059	J05390821-0232284	WDS CAB 13	AB	14,1	0,02	40,6	0,2	2,638	0,002	
[SE2004] 70	A	05 38 39 -02 28 02	circa 16	487350	J05383888-0228016									
[BZR99] S Ori 68	B	05 38 39 -02 28 05	circa 23	483350		WDS CAB 14	AB	4,59	0,1	136	1	4	0,3	Mayrit not found, too faint

[W96] 4771-899	A	05 38 48 -02 27 14	13,34	528005	J05384803-0227141									
S Ori J053847,5-022711	B	05 38 48 -02 27 12	circa 17	530005	J05384755-0227120		AB	7,69	0,02	286,9	0,2	1,5934	0,0008	
[SE2004] 94	A	05 39 26 -02 26 15	17,08	856047	J05392647-0226154									
S Ori J053926.8-022614	B	05 39 27 -02 26 14	circa 22	860047	J05392678-0226140	WDS CAB 15	AB	4,64	0,02	75,6	0,2	2,802	0,015	Mayrit not found, too faint
V2750 Ori	A	05 39 47 -02 26 31	18,05	1087058	J05394661-0226313									
S Ori J053946.3-022631	B	05 39 46 -02 26 31	circa 22				AB	5,87	0,02	265,4	0,3	> 6,0		too faint
OriNTT 429	A	05 37 12 -02 32 09	circa 11	1415279	J05371161-0232087									
[SWW2004] 22	B	05 37 12 -02 31 57	18,3	1416280	J05371167-0231566	WDS CAB 18	AB	12,15	0,02	4,2	0,2	2,5683	0,0019	
[SE2004] 6	A	05 38 15 -02 10 15	16,75	1610344	J05381453-0210152									
	B				J05381428-0210177		AB	4,85	0,02	240,2	0,3	4,25	0,02	NOT FOUND! Galaxy?
USNO-A2.0 0825-01615246	C	05 38 14 -02 10 18	circa 19				AC	8,18	0,02	244,1	0,3	6,8	0,2	
2E 1484	A	05 39 37 -02 42 17	10,11	863116	J05393654-0242171	HD 294300								
?? Non trovato	B			866116	J05393660-0242222	WDS CAB 16	AB	4,92	0,02	167,9	0,2	1,636	0,0007	Mayrit not found
														adapt. Optics

														too faint
[W96] 4771-962	A	05 37 45 -02 29 57	11,05	968292	J05374491-0229573									
SO210868	B	05 37 46 -02 29 59	circa 11	958292	J05374557-0229585	CAB 17	AB	9,92	0,02	97,4	0,2	0,3869	0,0007	
TYC 4771-909-1	A	05 40 13 -02 30 53	9,3	1359077	J05401308-0230531	SAO 132437								
HD 37686 #2	B						AB	5,5	0,02	203,8	0,3	5,68	0,02	corrected Mayrit
														adapt Optics too faint

Misure astrometriche in Orione eseguite presso l'Osservatorio Astronomico Val di Fiemme

Gianluca Sordiglioni, Ernesto Zanon, *Italy.*

email: inzet@yahoo.com

Abstract

Nella notte del 29 dicembre 2015 abbiamo effettuato diverse misure nell'intorno di Sigma Orionis, testando le capacità della strumentazione dell'osservatorio.

Abstract

During the night of december 29th, 2015 we performed serveral measurements near Sigma Orionis, testing the Val di Fiemme observatory instruments' capabilities.

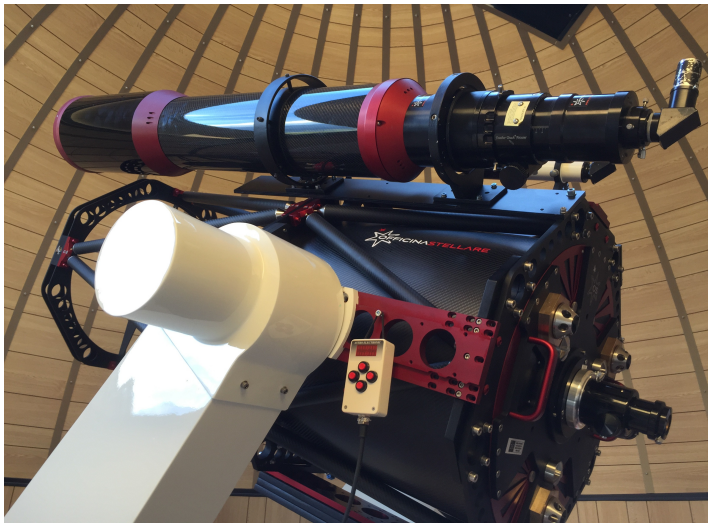
Ritornando dall'incontro di Vilanova sulle stelle doppie descritto su BolSD numero 15, mi ha affascinato l'idea di una collaborazione tra astronomi professionisti ed astrofili amatori attraverso la misura di alcuni sistemi che richiedevano una indagine più approfondita. Analizzando i dati delle doppie intorno a Sigma Orionis di cui veniva richiesta la misurazione ho constatato la difficoltà di alcune riprese con mia consueta strumentazione, così ho chiesto aiuto agli amici del Gruppo Astrofili Fiemme che hanno accettato di buon grado di aiutarmi mettendo a disposizione gli strumenti dell'osservatorio da loro gestito. Nella notte del 29 dicembre 2015 con l'insostituibile assistenza di Ernesto Zanon abbiamo ripreso numerose doppie che presentiamo in questo lavoro.

La strumentazione

L'osservatorio astronomico Val di Fiemme è stato inaugurato il 12 settembre 2015. È situato in Val di Fiemme, in Trentino Alto Adige, nel comune di Tesero (TN), in località Zanon, a circa 1200 metri di altitudine.

È dotato di un riflettore in configurazione Ritchey-Chrétien da 500mm, un rifrattore apocromatico da 175mm ed un rifrattore semi-apocromatico da 100mm di diametro.

Foto dell'osservatorio.
Su gentile concessione del Gruppo Astrofili Fiemme



Il telescopio rifrattore apocromatico da 175mm a f/8 usato per le misure astrometriche. Foto di Gianluca Sordiglioni.

Essendo l'RC ancora in fase di messa a punto, in questo studio abbiamo utilizzato l'apocromatico da 175mm, f/8, 1400 mm di focale prodotto da Officina Stellare. La camera di ripresa è una ZWO ASI120MM con sensore monocromatico, 1280x960 pixel di lato con dimensione di 3.75µm per pixel. Il campo inquadrato è risultato essere di 11.8' x 8.8' con una risoluzione di 0,55"/px.

Metodologia

La maggior parte dei sistemi di puntamento dei telescopi GOTO non dispone di un catalogo di stelle doppie, nè tantomeno dell'intero catalogo WDS. Dovendo riprendere doppie molto particolari, in alcuni casi non ancora catalogate, si è dovuto necessariamente ricorrere alle coordinate AR e DEC per il puntamento, consultando un foglio Excel precedentemente preparato ed il sito StelleDoppie.

I tempi di esposizione e il valore del guadagno (gain) sono stati scelti di volta in volta a seconda della doppia da riprendere controllando preventivamente a schermo se la coppia desiderata fosse rilevata dal sensore.

Una volta identificata la doppia cercata, essa veniva posizionata al centro del campo registrando 500 frame. Abbiamo utilizzato il software FireCapture per l'acquisizione delle immagini.

Il software utilizzato per la misura è Reduc, che consente precise misure della distanza e della separazione di due o più stelle basandosi sulle immagini. Questo software necessita di una doppia nota per effettuare la calibrazione: nel nostro caso sono state scelte Castore e Mintaka, riprese in diversi tempi della serata. Per maggior sicurezza abbiamo effettuato un test con il software Aladin – che consente di visualizzare mappe e atlanti stellari in modo interattivo – calibrando astrometricamente una immagine inserendo manualmente i dati ottenuti da Reduc di risoluzione e angolo di rotazione per verificare che i punti fossero sovrapponibili.

Conclusioni

Con questa configurazione lo strumento ha potuto registrare con relativa facilità stelle di magnitudine visuale 13 utilizzando tempi di esposizione inferiori al secondo: un risultato estremamente soddisfacente.

Sono state riprese anche doppie non catalogate nel WDS, ma queste saranno oggetto di un articolo separato, poiché i dati devono essere confermati da altri osservatori.

Questa sessione è la prima in assoluto per l'osservatorio dedicata alla misura delle stelle doppie, e la seconda collaborazione Pro-Am, dopo il programma osservativo di Giove.

La speranza è che in futuro di possano effettuare altre misurazioni e con l'esperienza ci si possa dedicare a misurare anche le doppie più strette suggerite dal programma.

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

Ringraziamenti

Ringraziamo il presidente del Gruppo Astrofili Fiemme, Mario Vinante, per aver accettato di aderire a questo programma osservativo. Un sentito ringraziamento a tutti i soci del gruppo per il sostegno e l'interesse dimostrato durante la lunga fase di misurazione delle immagini, effettuate nei locali dell'osservatorio.

Infine ringraziamo il Comune di Tesero e la Provincia Autonoma di Trento per aver realizzato l'osservatorio Val di Fiemme, senza il quale queste misure non sarebbero state possibili.

Riferimenti

1. StelleDoppie; http://stelledoppie.goaction.it/
2. FireCapture; http://firecapture.wonderplanets.de/
3. Reduc; http://astrosurf.com/hfosaf/
4. Aladin Sky Atlas; http://aladin.u-strasbg.fr/
5. Gruppo Astrofili Fiemme; http://www.astrofilifiemme.it/

Misurazioni astrometriche

Epoch: 2015,996

WDS ID	DISC	COMP	THETA (°)	SIGMA THETA	RHO (")	SIGMA RHO	DELTA M	FRAMES
05386-0233	STF 761	AB	202,53	0,15	67,911	0,053	0,25	63
05386-0233	STF 761	AC	208,77	0,05	71,717	0,041	0,47	34
05386-0233	STF 761	AD	308,08	0,22	32,507	0,057	3,61	100
05386-0233	STF 761	BC	268,6	0,19	8,519	0,097	0,26	100
05387-0236	STF 762	AB,C	237,76	0,22	11,509	0,085	3,9	56
05387-0236	STF 762	AB,D	83,93	0,22	12,846	0,148	1,41	59
05387-0236	STF 762	AB,E	61,62	0,14	41,26	0,104	1,25	48
05387-0236	STF3135	AB,F	323,61	0,11	206,75	0,109	2,79	106
05387-0236	STF 762	ED	232,13	0,29	29,715	0,133	0,18	91
05386-0244	PLT 1	AB	55,04	0,23	39,962	0,176	0,1	42
05386-0244	DAM 51	AC	53,76	0,19	16,649	0,238	1,78	29

Nota: la stella F di STF 3135 AB,F è la primaria A di STF 761 AB

Addendum

Nell'articolo sul meeting tenutosi a Vilanova i la Geltrù pubblicato sul BolSD n.15, la foto di pagina 40 dell'intervento di Gianluca Sordiglioni è stata scattata da Gianpiero Locatelli; a pagina 41 la foto con Marcella Wijngaarden e Ramòn Sanroma è per gentile concessione di Huib Henrichs, e la foto di gruppo è stata scattata da Russel Genet. Tutte le altre foto sono dell'autore.