

Detección de planetas en sistemas binarios eclipsantes

Autor: José Manuel Almenara Villa

(josemanuel.almenara@oamp.fr)

Tesis doctoral dirigida por:

Hans Deeg y Teodoro Roca Cortés

Centro: Universidad de La Laguna

Fecha de lectura: 2 de julio de 2010

En este trabajo, se desarrolla la metodología de dos procedimientos para la detección de planetas en sistemas binarios eclipsantes. Posteriormente, se aplican a observaciones realizadas por el satélite francés CoRoT (Convection, Rotation and planetary Transits). Este satélite cuenta con un telescopio de 27 cm con 2 CCD dedicadas a la búsqueda de exoplanetas, que proporcionan fotometría precisa de unas 12000 estrellas por campo.

El primero de los procedimientos consiste en el análisis de las curvas de luz observadas buscando la detección de los tránsitos de planetas circumbinarios. Debido a que tales tránsitos no son estrictamente periódicos y a que su forma y duración dependen de la fase de las estrellas binarias, se ha desarrollado una metodología de búsqueda específica. Primero, se ha diseñado un algoritmo automático y rápido de búsqueda de sistemas binarios eclipsantes (SBE) en las curvas de luz observadas. Aplicándolo a los primeros cuatro campos observados por CoRoT se obtiene que un 1.3% de objetos observados son precisamente SBE. Se ha establecido también un conjunto de criterios para la selección de 10 SBE en los que aplicar la metodología desarrollada. Las binarias seleccionadas han sido ajustadas con un modelo para obtener los parámetros físicos necesarios como entrada en el algoritmo de detección. Después de aplicar el algoritmo, no se ha encontrado ningún candidato a planeta circumbinario; no obstante, se han encontrado otros sistemas o configuraciones que podrían confundirse con el tránsito de uno de ellos.

El segundo procedimiento desarrollado es el de la medida precisa de la época o tiempo en el que ocurren los mínimos de los eclipses del SBE esperando encontrar desviaciones causadas por un tercer cuerpo orbitando en torno a él. Aplicándolo a los 536 SBE encontrados no se ha detectado tampoco un tercer objeto de masa planetaria. Sin embargo, se ha encontrado desviaciones periódicas de 5 minutos de amplitud en el tiempo en el que ocurren los mínimos de los eclipses de un SBE observado por CoRoT (LRc01_E2_1055). Esta señal podría explicarse con la presencia de un tercer cuerpo de masa estelar cuya predicción aún no se ha podido confirmar observacionalmente.

Objetos subestelares en cúmulos abiertos

Autor: Gabriel Bihain (gbihain@aip.de)

Tesis doctoral dirigida por: Rafael Rebolo López

Centro: Universidad de La Laguna / Instituto de Astrofísica de Canarias

Fecha de lectura: 29 de Julio de 2010

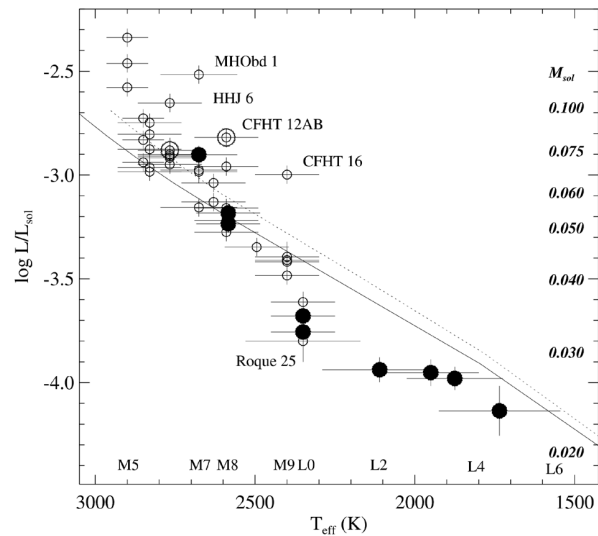
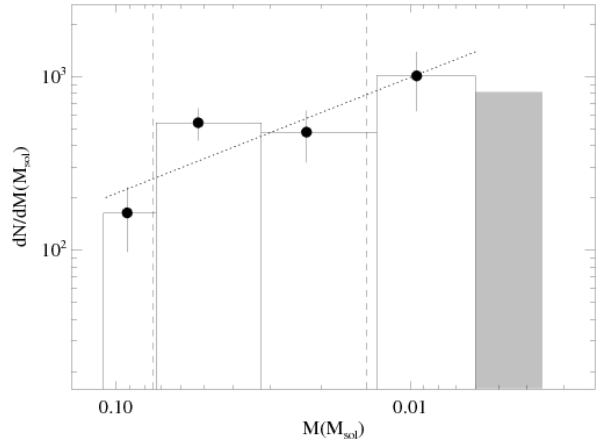
Los objetos subestelares (masas $M \leq 0.075 M_{\text{sol}}$) tienen temperaturas centrales demasiado bajas para producir una fusión estable del hidrógeno. Esto implica que progresivamente se van contrayendo y enfriando. Centenares de enanas marrones ($M \sim 0.013 - 0.075 M_{\text{sol}}$) y otros centenares de objetos de masa planetaria ($M \leq 0.013 M_{\text{sol}}$) o candidatos han sido descubiertos en los últimos quince años. Las enanas marrones han sido caracterizadas por tipos espectrales ultra-fríos M, L, y T. Debido al progresivo debilitamiento de su luminosidad – especialmente rápido a edades ≤ 0.1 Ga, los objetos subestelares se detectan mejor cuando son jóvenes. Los cúmulos abiertos cercanos con edades y metalicidades bien determinadas son regiones idóneas para identificarlos y comprobar las predicciones de los modelos teóricos. En esta tesis doctoral presentamos la búsqueda, identificación y caracterización de nuevos objetos subestelares en los cúmulos abiertos de las Pléyades y σ Orionis, y con masas teóricas de $\sim 35-25$ y ~ 4 veces la masa de Júpiter (M_{Jup}), respectivamente.

El cúmulo abierto de las Pléyades ha recibido gran atención en la literatura, gracias a su riqueza en objetos, cercanía al Sol (~ 120 pc), juventud (~ 120 Ma), notable movimiento propio y baja extinción interestelar. Debido a que su población de enanas marrones más débiles y de tipo espectral L era poco conocida, hemos realizado una búsqueda de estos objetos. Hemos analizado datos fotométricos del óptico e infrarrojo cercano (bandas RIJ) en un área de 1.8 deg^2 y hemos identificado 18 candidatos. Posteriormente hemos realizado un seguimiento de ellos en el infrarrojo cercano (bandas HKs), obteniendo medidas fotométricas y espectroscópicas para comprobar su pertenencia al cúmulo y determinar sus características espectrales. Confirmamos nueve miembros por movimiento propio, que nos permiten mejorar la determinación del espectro de masas subestelares de las Pléyades dN/dM (número de objetos por unidad de masa). En el rango $\sim 0.5-0.026 M_{\text{sol}}$, el espectro de masas puede ser ajustado por una ley de potencias $M^{-\alpha}$ con un índice $\alpha = 0.5 \pm 0.2$. Este índice es similar al de otros cúmulos abiertos mucho más jóvenes, lo que sugiere que la evaporación diferencial de las enanas marrones de baja masa respecto a los objetos más masivos no es significativa. Este resultado apunta a la existencia de objetos subestelares aun menos masivos en las Pléyades. Los espectros obtenidos para

seis miembros del cúmulo muestran tipos espectrales desde L temprano a L medio. Al menos dos de ellos tienen rasgos espectrales que pueden ser relacionados con baja gravedad superficial, polvo, y juventud. Las enanas marrones de tipo L de las Pléyades parecen ser intrínsecamente tan débiles como las enanas de tipo L del campo con paralaje trigonométrico conocido, en desacuerdo con las predicciones de luminosidad de los modelos teóricos. Es posible que las enanas marrones de tipo L de las Pléyades se hayan contraído más rápidamente de lo que indican los modelos.

En el cúmulo abierto σ Orionis, de edad ~ 3 Ma, baja extinción, y relativa cercanía (~ 360 – 440 pc), hemos buscado candidatos a masa planetaria y de tipo espectral T, adicionales a los ya conocidos S Ori 69 y S Ori 70. Hemos obtenido y analizado datos fotométricos desde el rojo lejano hasta el infrarrojo medio en un área de ~ 840 arcmin². Hemos descubierto tres nuevos candidatos a masa planetaria que por sus colores tendrían tipos espectrales L, transición L/T, y T medio, respectivamente. El candidato de tipo L está situado cerca de una estrella de tipo solar perteneciente al cúmulo (separación angular de 11.8 arcsec). Las masas teóricas estimadas de estos nuevos candidatos están en el rango 2 – $7 M_{\text{Jup}}$, teniendo en cuenta las incertidumbres en la edad, distancia y fotometría. De confirmarse como miembros del cúmulo serían algunos de los objetos de masa planetaria menos masivos identificados por imagen directa fuera del Sistema Solar. No obstante, es probable que algunos de ellos sean enanas del campo (mucho más viejas y cercanas) o galaxias contaminantes, en cuyo caso el espectro de masas tendría un fuerte cambio en la pendiente, que podría ser evidencia del llamado límite de opacidad para la fragmentación de nubes moleculares.

Los resultados y la figura fueron publicadas en los artículos Bihain et al. (2006, A&A, 458, 805; 2009, A&A, 506, 1169; 2010, A&A, 519, A93)



Arriba: Espectro de masa de σ Orionis, con datos corregido por contaminación. La línea punteada representa el ajuste lineal a los datos de Caballero et al. (2007) en el rango de masa 0.110 – $0.006 M_{\text{sol}}$. La región en gris es nuestra estimación de 0 – 2 miembros del cúmulo en el rango de masa 0.006 – $0.004 M_{\text{sol}}$. De la izquierda a la derecha, las líneas verticales discontinuas representan los límites de masa de fusión de hidrógeno y deuterio, respectivamente. Abajo: Diagrama Hertzsprung–Russell de estrellas de baja masa y enanas marrones de las Pléyades, mostrando como círculos rellenos nuestros nuevos datos y como círculos sin relleno los datos anteriores. Dos isocronas de 120 Ma de modelos teóricos diferentes están representadas con las líneas punteada y continua. Tipos espectrales y masas teóricas están indicados.