



Sistemas estelares binarios de rayos X de alta masa vistos a través de XMM-Newton: vientos, flujos y acreción en 4U0114+65, Cen X-3 y XTE J1855-026

Autora: Graciela Sanjurjo Ferrín
(graciela.sanjurjo@ua.es)

Tesis doctoral dirigida por: José Miguel Torrejón Vázquez

Centro: Universidad de Alicante

Fecha de lectura: 30 de noviembre de 2022

Los sistemas estelares binarios de rayos X de alta masa se componen de un objeto compacto, que puede ser una estrella de neutrones, un agujero negro o una enana blanca, y de una estrella gigante, generalmente de tipo B o tipo O, llamada la compañera.

La producción de rayos X ocurre cuando el objeto compacto (que orbita suficientemente cerca de la compañera y, por lo tanto, está totalmente sumergido en el viento estelar) capta gravitatoriamente materia de la compañera y esta cae sobre el objeto compacto, convirtiendo la energía potencial en energía radiactiva en forma de rayos X. Esta acreción puede ocurrir por captación del viento estelar o por formación de un disco alrededor del objeto compacto.

Con el análisis espectral podemos deducir propiedades generales del sistema, como la luminosidad, temperatura o campo magnético. Además, estos rayos X, a su vez, iluminan el viento estelar y este produce líneas de emisión, cuyas propiedades

(como la anchura e intensidad) nos dan una valiosísima información sobre las propiedades del viento y del sistema.

Por otro lado, el análisis temporal, como la evolución del *spin* del objeto compacto a lo largo de los años o la forma del pulso, también es una herramienta útil para tratar de descifrar la naturaleza de estos sistemas tan complejos.

Una característica de la astronomía de rayos X es que estos son absorbidos por la atmósfera, y, por lo tanto, es necesario realizar las observaciones desde telescopios en órbita. Esta tesis doctoral se fundamenta en el análisis de datos del observatorio *XMM-Newton*, que fue puesto en órbita por la ESA el 10 de diciembre de 1999, y se compone de tres telescopios de rayos X y de un monitor óptico. Hasta la fecha, es el mayor satélite científico construido en Europa.

La astronomía de rayos X, y consecuentemente el estudio en rayos X de sistemas binarios de alta masa, es un campo de estudio muy reciente en el que queda mucho por hacer.

En esta tesis doctoral estudiamos a fondo observaciones de tres sistemas binarios de alta masa de rayos X:

La fuente 4U0114+65 es uno de los púlsares más lentos conocidos hasta el momento. Está formado por una donante de alta masa de tipo espectral B11a y una NS que la orbita con un período de 11,6 d. La NS gira sobre su eje con un período de ~ 9350 s. Esta fuente podría ser un magnetar (NS con un campo magnético muy intenso, incluso para una NS). En este trabajo presentamos el análisis de una observación en período propietario realizada con el satélite *XMM-Newton* durante 49 ks, donde hemos estudiado el proceso de acreción, las propiedades del viento estelar, la naturaleza de los pulsos de rayos X y motivamos que su campo magnético esté en el rango del de un magnetar.

Cen X-3 es un sistema binario compacto de rayos X de alta masa. La acreción sobre el objeto compacto, una NS en este caso, tiene lugar mediante disco de acreción. En este trabajo hemos analizado dos observaciones llevadas a cabo con el telescopio *XMM-Newton*. Una de ellas tuvo lugar en el año 2001, durante las fases orbitales $ph = 0,0 - 0,37$. Esta observación fue tomada durante la salida del eclipse del objeto compacto, cuando la fuente se encontraba en un estado superorbital *hard-low*; *hard* porque la emisión de rayos X es muy energética y *low* porque la intensidad es baja. La segunda observación tuvo lugar en el año 2006, durante las fases orbitales $ph = 0,35 - 0,8$. En este caso la fuente se encontraba en un estado superorbital *soft-high*, es decir, la luz emitida no es tan energética como en la primera observación pero su intensidad es mayor. Por último, presentamos un análisis de la primera observación tomada con el observatorio *XMM-Newton* del sistema eclipsante HMXRB XTE J1855-026. La observación tuvo lugar totalmente durante el eclipse de la NS, cubriendo las fases orbitales $ph = 0,00 - 0,11$. Hemos comparado nuestro análisis de la fuente en eclipse con uno previo realizado con Suzaku en las fases orbitales previas al eclipse y hemos estudiado el viento estelar retroiluminado de la donante tipo B0I.

Gracias a estos análisis hemos podido calcular el *spin-up* de la fuente 4U 0114+65 y motivar su naturaleza como magnetar. Hemos observado estructuras emerger del eclipse en Cen X3 y analizado la complejidad de la interacción del campo magnético de la estrella de neutrones con la parte interior del disco de acreción, además de proponer posibles localizaciones de generación de la línea de hierro casi neutro. En XTE J1855-026 hemos observado plasma con dos grados de ionización diferentes procedentes de diferentes fases del viento estelar, hemos comparado nuestra observación con una producida antes del eclipse del objeto compacto y hemos investigado la naturaleza de los eclipses profundo en binarias de alta masa con compañeras de tipo I y II.

Tesis disponible en: <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/133881>