

Multiwavelength study of accretion-powered pulsars

Autora: Elisa Nespoli (elisa.nespoli@uv.es)

Tesis doctoral dirigida por:

Juan Fabregat Lluca y Pablo Reig Torres

Centro: Universitat de València

Fecha de lectura: 18 de junio de 2010

Mi tesis doctoral consiste en un enfoque multi-frecuencia para el estudio de Binarias de Rayos X de alta masa (HMXBs), a través de datos infrarrojos y en banda X.

Por un lado, mi proyecto de investigación está dirigido a la identificación y caracterización de las contrapartidas infrarrojas de HMXBs oscurecidas en los brazos galácticos internos de Escudo y Norma. La identificación de las compañeras ópticas/IR de HMXBs es un paso necesario para llevar a cabo estudios detallados de estos sistemas, ya que con datos limitados al rango de altas energías, la comprensión de la compleja estructura y dinámica del acrecimiento no puede ser completa.

En los últimos años, el satélite INTEGRAL de la Agencia Espacial Europea ha revelado la presencia de una importante población de HMXBs fuertemente absorbidas en las regiones de Escudo y Norma, prácticamente inobservable por debajo de 4 keV. Las contrapartidas ópticas de estas fuentes oscurecidas son difícilmente observables, debido a la alta extinción interestelar, con A_V superior a 20 mag.

En este trabajo de tesis, hemos seleccionado candidatos a contrapartidas candidatas por medio de una búsqueda fotométrica de estrellas con líneas de emisión dentro de los círculos de error en la posición de las fuentes de rayos X detectadas por INTEGRAL. Con este objetivo, se han construido diagramas color-color en el IR del tipo (Br-K)/(H-K) y (Hel-K)/(H-K), en los que las estrellas con líneas de emisión se espera que aparezcan por debajo de la secuencia de estrellas con líneas de absorción. Aplicamos esta técnica para la búsqueda de contrapartidas de Be/XRBs, la subclase más numerosa de HMXBs, cuya naturaleza transitoria impide la identificación de contrapartidas mediante seguimiento con observaciones de rayos X con alta resolución espacial. Para cada campo, de uno a cuatro candidatos fueron identificados. También se tomaron espectros de los candidatos propuestos. La confirmación y la clasificación espectral de los sistemas permitió dar a conocer la naturaleza de nueve objetos descubiertos por INTEGRAL (Nespoli, E. et al. A&A 2010a, 2010b, 2008).

Por otro lado, el trabajo tuvo el objetivo de proporcionar por primera vez un estudio sistemático de cuatro Be / XRBs durante "outbursts" gigantes (tipo II), cuando las fuentes llegan a una luminosidad X de $L_X \sim 10^{37}-10^{38}$ erg s^{-1} y se convierten en el objeto más brillante del cielo de rayos X. Se utilizaron datos de la misión de la NASA RXTE, empleando las tres técnicas de diagramas color-color e intensidad-color (CD/HID), ajuste espectral y análisis de Fourier. Los resultados obtenidos permitieron definir y caracterizar por primera vez unos estados espectrales para esta clase de sistemas. Para este objetivo, he seguido tanto un enfoque independiente (CD / HID) como uno dependiente de los modelos (ajuste espectral) para investigar la variabilidad aperiódica rápida en función de los estados espectrales en HMXBs.

Se extrajeron espectros de energía, curvas de luz, y espectros de potencia para un total de 320 observaciones. Nuestro análisis claramente identifica en los cuatro sistemas dos estados espectrales diferentes, que llamamos la rama diagonal (DB) y la rama horizontal (HB).

La HB corresponde a un estado de bajo flujo, mientras que la DB presenta un rango amplio de variación en flujo. Además, el índice de fotones de la ley de potencias empleada en los ajustes espectrales disminuye con el flujo en la HB, mientras que se mantiene constante o aumenta en la DB. La HB muestra frecuencias características más bajas de los componentes del ajuste temporal, y mayor variabilidad aperiódica respecto a la DB. Las líneas de ciclotrón están generalmente asociados a la DB, mientras que están ausentes o son débiles en la HB. Nuestra interpretación muestra cómo la transición entre los dos estados puede corresponder a la transición de emisión desde el "standing shock" al "thermal mound" de la estrella de neutrones debido al cambio de régimen desde luminosidad súper-Eddington (DB) a luminosidad sub-Eddington (HB).

Desde el punto de vista del análisis color-color, espectral y temporal, las diferencias entre los sistemas fácilmente distingue dos subgrupos, con los pulsares más lentos, KS 1947+300 y EXO 2030+375, por un lado, y los más rápidos, 4U 0115+63 y V 0332+53, por el otro. El primer grupo se caracteriza por espectros más blandos en la HB en comparación con los otros sistemas. No se observa histéresis en los pulsares más lentos, mientras que es evidente en V 0332+53 y 4U 0115+63. Las líneas de ciclotrón son características cruciales en los espectros de V 0332+53 y 4U 0115+63, donde también se observa un armónico en el rango de 3-30 keV. Están más bien ausentes o son muy débiles en el primer grupo. De acuerdo con el análisis temporal, una gran diferencia entre los dos grupos es la presencia de QPOs en los pulsares más rápidos.

