

## INFORMES

## TECNICAS INTERFERENCIALES DE PEROT-FABRY EN ASTRONOMIA

G. Carranza

(Observatorio Astronómico de Córdoba, C.N.I.C.T., Bs. As.)

Las técnicas interferenciales de Perot-Fabry han sido en los últimos años de amplia aplicación astronómica, particularmente en el dominio de la astronomía nebulosa.

Ello fue motivado por una mayor comprensión de las características intrínsecas del étalon de Perot-Fabry (gran transparencia, alto contraste, elevada dispersión) y por una correcta apreciación de sus ventajas al ser comparado con elementos convencionales (redes, por ejemplo) en condiciones de trabajo similares. Esto fue en gran parte debido a la escuela óptica francesa (Jacquinot, Chabbal, Dufour, etc.).

También influyeron notablemente en tal sentido algunos progresos técnicos, de los cuales tal vez el más importante haya sido el dominio de las técnicas de deposición de capas dieléctricas, con la posibilidad de controlar rigurosamente los espesores ópticos depositados (por ejemplo, por medio del "Maxímetro" de Giacomo, o por control de la frecuencia propia de cristales de cuarzo). Además, en el dominio mecánico, el uso de separadores de cuarzo adheridos molecularmente, al aumentar considerablemente la estabilidad de los etalones redujo la prevención que los astrónomos siempre evidenciaron hacia este instrumento.

Consideración especial merecen los filtros interferenciales, etalones de Perot-Fabry de muy bajo orden de interferencia, en cuyo desarrollo los progresos técnicos antes mencionados repercutieron profundamente. Es así posible, en la actualidad, disponer de filtros de altas transmisiones y grandes selectividades que muestran además pocas variaciones de la transmisión en función del ángulo de incidencia.

El empleo de estas técnicas en la astronomía nebulosa se ha orientado hacia los siguientes tópicos: Detección, cinemática y espectrofotometría de regiones de emisión monocromática (por ejemplo, de emisión H $\alpha$ ). Trataremos ahora sucintamente de describir como se ha tra

tado de resolver las dificultades involucradas por cada problema.

El elemento de partida es, en todos los casos, un sistema de haces convergentes producido por un telescopio (por lo general F/5 en el caso de focos newtonianos). En cualquiera de los problemas indicados más arriba caben dos posibilidades extremas para el montaje del filtro (1):

- a) montaje en haz paralelo
- b) montaje en haz convergente

Cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas: la naturaleza del problema que se encara ha de indicar cuál debe escogerse.

El primer montaje requiere una óptica colimadora intermedia (con eventuales pérdidas de luminosidad), pero hace que el filtro sea iluminado correctamente por haces provenientes del infinito: los anillos de interferencia están entonces localizados en el cielo. En ellos se emplea la máxima transmisión del instrumento, pero sólo para aquellas regiones que caen sobre el sistema de anillos. Esta variación de la transmisión con la inclinación restringe el uso fotométrico de este montaje. Una de sus ventajas es que, al poder disponer de la posición del étalon de manera que los haces provenientes de distintas direcciones empleen todos la misma parte de su superficie, los defectos locales de ésta afectan uniformemente a todas las direcciones estudiadas (aunque con pérdidas de transmisión, fineza, contraste, etc.). Un problema que se plantea en este montaje cuando se trabaja con filtros de orden de interferencia variable es que la longitud de onda de la señal registrada depende de la forma y de la posición de la región de emisión estudiada en el diafragma de entrada. Ello se debe a que es por lo general imposible preparar para la comparación un diafragma que dé una iluminación idéntica a la que produce la nebulosa.

El montaje en haz convergente tiene como primera ventaja la eliminación de ópticas intermedias. En este caso el étalon se ubica en el plano focal del telescopio, y es la pupila de entrada de éste lo que determina la convergencia de los haces que a él llegan. Dada la habitual pequeñez del étalon frente a la distancia focal del telescopio, las condiciones en que es iluminado cada punto del plano focal son iguales, eliminándose así las variaciones centro-borde de

la transmisión y el contraste. Un aspecto negativo, pero de relativamente poca importancia, de este montaje es que para ninguna dirección del cielo se trabaja con la transmisión máxima del filtro, pues para una radiación cualquiera la transmisión en un punto del filtro es un promedio sobre las distintas direcciones en que llega a éste la luz. En el caso de luz monocromática, esto equivale a

(1) Usamos indistintamente el término filtro o étalon para designar tanto un filtro interferencial como un étalon Perot-Fabry, pues éste también transmite (filtra) la luz incidente con un coeficiente variable según la longitud de onda.

diafragmar el telescopio dejando trabajar sólo aquellas partes de la pupila que corresponden a las direcciones de máxima transmisión del filtro para la longitud de onda considerada. La mayor eficiencia fotométrica monocromática se logra cuando el anillo de interferencia cubre la mayor extensión posible del telescopio. En el caso del continuo, siempre trabaja toda la pupila del telescopio. Una importante dificultad de este montaje es que cada elemento de superficie del filtro-etalon recibe luz proveniente de distintos puntos del cielo. Cada elemento del Perot-Fabry trabaja independientemente, y la existencia de defectos superficiales locales puede a veces impedir la comparación de las señales monocromáticas originadas en regiones vecinas del cielo.

El uso de filtros de estrecha banda pasante, con transmisiones del orden de 40% - 50% requiere, en cualquiera de los montajes, el empleo de ópticas de cámara muy luminosas de tubo de imágenes, o de receptores fotoeléctricos.

Una rápida comparación de las características principales de los distintos montajes nos permitirá decidir en cada caso cuál es el más apropiado para cada problema que se encare.

En cuanto se refiere al de la detección, lo más importante es disponer de un alto contraste de la emisión de línea sobre el fondo continuo, en toda la región investigada. Estos requerimientos son satisfechos montando el filtro en haz convergente (montaje b) y fotografiando el plano focal con una óptica muy luminosa. El contraste puede ser mayor si se usa una combinación filtro en haz convergente etalon de Perot-Fabry en haz paralelo (luego de un colimador).

En este caso el campo investigado es menor, pero interviene el elevado contraste del Perot-Fabry. Estas condiciones de contraste pueden aún ser extremadas utilizando tanto el filtro y el etalon de Perot-Fabry en haz paralelo. El primer montaje descrito fue usado provechosamente por Courtés, Ring, Sheglov (tubo de imágenes); versiones del segundo fueron empleadas por Courtes (colimador o lentes), Meaburn (paraboloides confocales) Etc.

En lo referente a cinemática, el montaje (b) es aplicable cuando se dispone sea de una gran familia de filtros para diversas longitudes de ondas vecinas, sea de un étalon de Perot-Fabry de orden de interferencia variable. Estos procedimientos determinan la longitud de onda del máximo de la señal registrada. Fotoeléctricamente es menester aislar en la pupila de salida del Perot-Fabry el anillo que corresponde a la radiación investigada, con las consiguientes pérdidas de luminosidad. A veces se utiliza un sólo filtro interferencial y se varía su longitud de onda de máxima transmisión inclinandolo. El procedimiento es ópticamente defectuoso, pues, como los anillos de interferencia están centrados sobre la normal al filtro, se emplea así sólo una pequeña parte de la pupila de entrada (la intersección del anillo transmitido por el filtro con la pupila de entrada). Un procedimiento más correcto, utilizado por Courtés, emplea un étalon de Perot-Fabry en el montaje (a) fotografiando los anillos que él produce. La velocidad radial se obtiene comparando los anillos producidos por  $H_{\alpha}$  nebular y aquellos debidos a una lámpara de H. Un problema práctico puede ser la determinación de la parte entera del orden de interferencia, pero es obviado utilizando como preselector un filtro interferencial de banda pasante estrecha. Se alcanza un límite para este montaje cuando las regiones de emisión inspeccionadas son más pequeñas que el ancho de los anillos de interferencia.

Las propiedades del étalon de Perot-Fabry lo hacen altamente apropiado para espectrofotometría nebular. El barrido en longitud de onda se realiza usualmente variando la presión del gas mantenido entre las caras del étalon. El montaje del étalon puede ser uno de los mencionados, pero la influencia de los defectos locales en el montaje en haz convergente lo hacen poco recomendable (Cruvellier).

En el montaje en haz paralelo se debe ubicar apropiadamente un diafragma que delimite la banda de longitudes de onda que se estudie. Para aumentar la relación señal sobre ruido en la observación con altas resoluciones de nebulosas débiles se pueden emplear diversos métodos: utilizando un separador dieléctrico líquido (y así aumentando la región de cielo inspeccionada), usando varios anillos de interferencia, o aumentando el área colectora del étalon (Meaburn).

El Laboratorio de Astronomía Espacial de Marsella ha facilitado al Observatorio de Córdoba el siguiente instrumental para el empleo de estas técnicas:

- a) un objetivo a distancia finita (CPT) WPA7, F/1,25, para fotografía con filtros interferenciales.
- b) un interferómetro de Perot-Fabry, con un orden de interferencia central para  $H\alpha$   $\rho = 1058$ , fineza 10, e interfranja de 283 km/sec. Los anillos que el étalon produce son fotografiados por un objetivo Angenieux F/0,95.

Ambos equipos están complementados por filtros interferenciales para  $H\alpha$  que cubren el dominio de velocidades entre 0 km/sec y 1000 km/sec.

Este instrumental se encuentra ya en operación con diversos instrumentos de variado poder resolvente.

#### SOME PROBLEMS ASSOCIATED WITH LARGE SCALE GALACTIC STRUCTURE

F. Kerr

(University of Maryland, Dpt. of Physics and Astronomy)

#### Abstract

The distribution and motions of both neutral and ionized hydrogen can be studied throughout the Galaxy by radio methods. The neutral hydrogen is observed through the 21-cm hyperfine transition line; the continuity of many prominent features indicates that we are seeing the galactic spiral pattern, but it is difficult to locate the spiral arms in space because we are restricted to kinematic distance estimates for the hydrogen.

In recent years, new surveys with high resolving power have