



ASTROPALMA

OBSERVATORIO DE TACANDE, LA PALMA

Joan Genebriera

## CONSTRUCCIÓN DE UN ESPECTRÓGRAFO

### **Descripción:**

Un espectroscopio es un instrumento analizador de la luz, en el cual, el ojo del observador es el detector. Un espectrógrafo es también un instrumento analizador pero, en este caso, el detector es una cámara CCD.

Con un espectrógrafo es posible conocer las condiciones de temperatura, campos eléctricos y magnéticos, composición química y velocidad relativa de un objeto que se encuentra a millones de kilómetros.

El espectrógrafo se encuentra formado por los siguientes componentes:

### **Rendija:**

La rendija es la entrada de luz del espectrógrafo. La imagen focal debe formarse justo sobre su superficie. Físicamente consiste en una delgada abertura metálica que suele tener un ancho de unas decenas de micras con el fin de seleccionar con precisión un solo objeto. Las líneas que observamos en los espectros no son más que imágenes de la rendija, focalizadas por el instrumento.

El instrumento está provisto de dos rendijas, una de 62 micras y otra de 26. Esta última es la más empleada. Sólo cuando se trate de obtener un espectro de un objeto extenso y muy débil (galaxias, nebulosas, etc.) se empleará la de 62 micras. Las rendijas pueden intercambiarse en 2 minutos. **nota:** Pueden obtenerse en Melles Griot. USA.

### **El colimador:**

Se trata de un simple doblete acromático de 120 mm. de focal que focaliza la imagen de la rendija sobre la red de difracción ( ilumina con una luz uniforme y paralela la red ). **nota:** Puede obtenerse en Edmundt Scientific Co. USA.

### **La red de difracción:**

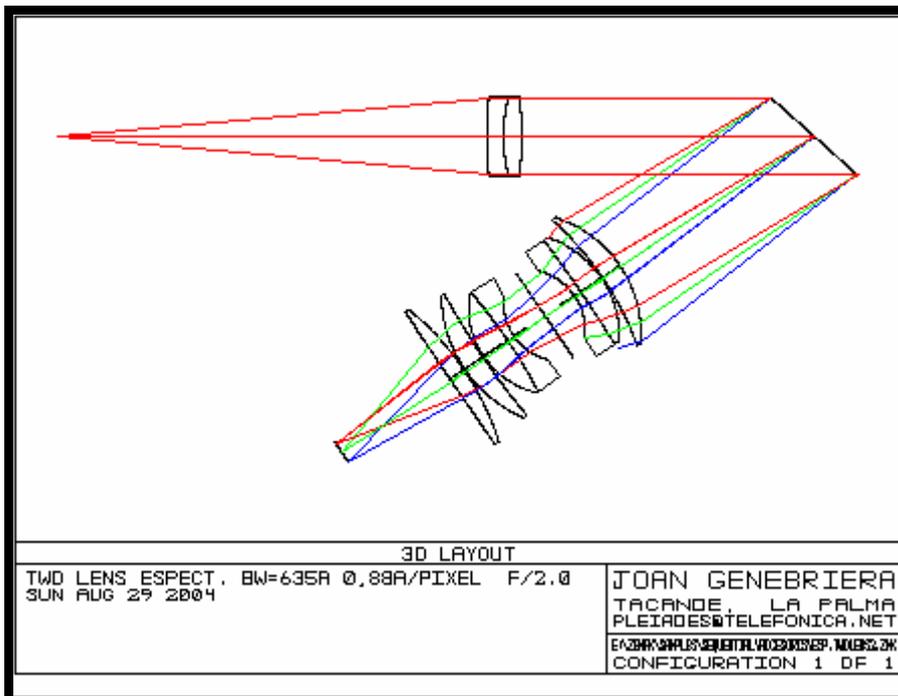
Una red de difracción es un analizador óptico, muy superior a un prisma, que emplea la difracción para descomponer la luz en sus componentes básicos.

Una red de difracción a reflexión consiste en una superficie de vidrio de precisión en donde se han grabado por un procedimiento de replicación sobre una resina, un gran número de líneas muy juntas (pueden adquirirse comercialmente hasta de 1.800 L/mm). Sobre esta superficie se deposita una capa reflectante de aluminio. El aspecto de la red es parecido al de un disco de CDROM. En nuestro caso se emplea una de 1800 Líneas /mm. La red descompone la luz y la refleja con un ángulo distinto para cada longitud de onda. Una lente objetivo de alta calidad focaliza el espectro sobre una cámara CCD.

**nota:** Puede obtenerse en Edmundt Scientific Co.USA.

**Lente objetivo:**

La luz que envía la red debe ser focalizada sobre la superficie del detector CCD con la óptica de un objetivo muy luminoso para fotografía (24x36). En este caso se empleó un objetivo 1,2/55 de la firma Zuiko (Olympus) **nota:** Puede obtenerse en las tiendas Arpi y/o Casanovas, Barcelona de fotografía.



**Fig.1 . Diagrama de componentes ópticos del espectrógrafo.**

**El detector CCD:**

Se recomienda emplear un CCD aunque también puede emplearse película fotográfica de alta sensibilidad. En nuestro caso la cámara es una Starlight Xpress MX716 de 752 x 580 píxels de 8,6 micrones. **nota:** Puede obtenerse en Valkanik, Barcelona.

### **Mecánica:**

El espectrógrafo puede acoplarse directamente a cualquier telescopio Celestron o Meade. Todas las piezas que forman el instrumento están hechas con plancha de aluminio anodizado de 12 mm.

Debemos tener en cuenta que a causa de la alta dispersión que posee, no es posible incluir en una sola imagen todo el espectro visible (necesitamos 7 imágenes). Por lo que es necesario seleccionar la parte del espectro que nos interesa girando un micrómetro centesimal (Mitutoyo), que manualmente inclina en fracciones de grado la red de difracción. Por consiguiente, la indicación del nónimo en el micrómetro se corresponde con una relación simple con la longitud de onda  $\lambda$  de la siguiente manera:  $5,65 \text{ mm} = 5.650 \text{ \AA}$ .



**Fig. 2. Imagen del interior del Espectrógrafo**

### **Especificaciones finales del espectrógrafo:**

Dispersión: **0,79 Å/pixel** (a 6562 Å)

Resolución (R): **4900**

Red de difracción: 1800 lp/mm

Espectro útil: de **3702 Å (UV) a 7936 Å (IR)** en 7 pasos

Ancho de banda medio de una imagen: **613 Å**

Guía automática: **Si** (ST4 u otros)

Peso: **1200 g.** (sin cámaras CCD, ni lampara de referencia)

Nota\*

Las longitudes de onda están expresadas en  $\text{\AA}$ ngstrom (  $1 \text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$  )

**Sectores que componen la banda pasante útil del Espectrógrafo**

A	B	C	D	E	F	G
00,00 mm	02,00 mm	04,00 mm	06,00 mm	08,00 mm	10,00 mm	12,00 mm
3748-4382 A	4403-5031 A	5019-5646 A	5666-6275 A	6310-6908 A	6949-7522 A	7389-7995 A
	0,837A/pix	0,835A/pix	0,810A/pix	0,796/pix	0,763A/pix	

Tenemos las siguientes relaciones de **S/N** (señal/ruido) empleando un telescopio de 400 mm. de diámetro, 300 seg. de exposición y un detector CCD MX716, sobre las siguientes magnitudes:

estrella de mag. 6: **606**  
" " 9: **149**  
" " 12: **29**



**Fig.- 3, 4 Aspecto final del Espectrógrafo**



### **Espectro de referencia:**

Si deseamos medir velocidades por efecto Doppler, se necesita crear lo que se llama “un espectro de referencia” con el fin de calibrar la imagen espectro del objeto en longitudes de onda.

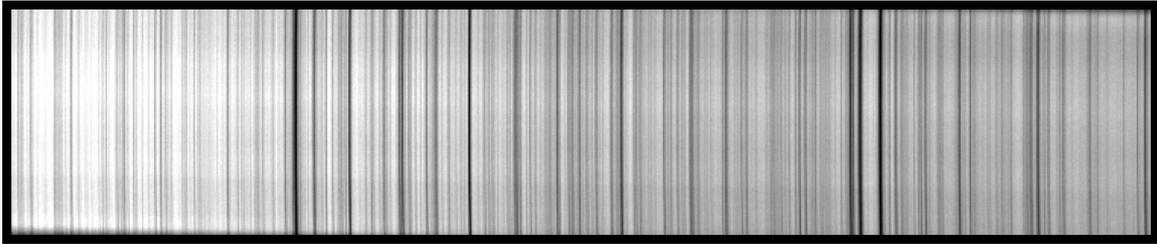
Lo normal es que luz del espectro de referencia se introduzca en el espectrógrafo a través de una fibra óptica o una ventanita en cuya cercanía debe situarse una lámpara externa de neón o de vapor de mercurio .

Para crear un espectro de referencia generalmente se emplea una lamparilla amarilla de neón (puede comprarse en tiendas de componentes electrónicos) alimentada a 220 voltios de la red. La ionización del gas neón produce una serie de líneas de emisión en la zona amarillo-roja del espectro, desde los 5.851 Å hasta el IR. En nuestro caso se emplea un pequeño tubo fluorescente alimentado con pilas, la linterna Dulux de Philips.

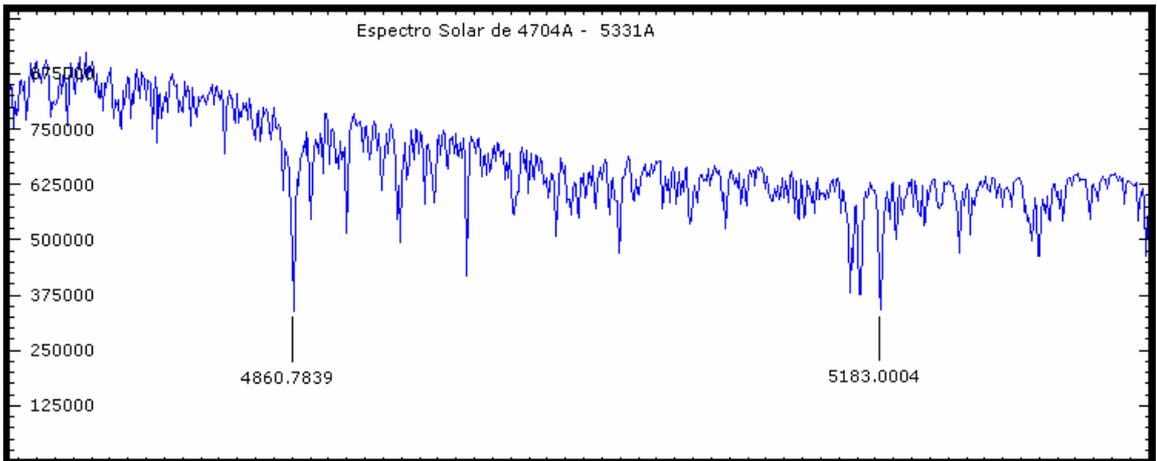
**nota:** Puede obtenerse en RS Amidata

### **Testing:**

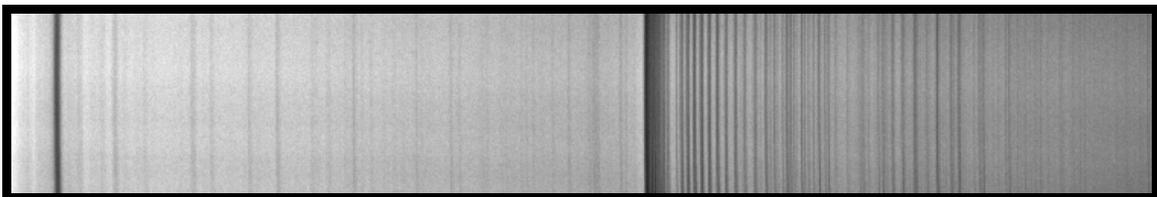
A la espera de disponer de un telescopio para las pruebas finales, se ha empleado la abundancia de líneas de absorción del espectro solar como fuente conocida para determinar el rendimiento del nuevo instrumento.



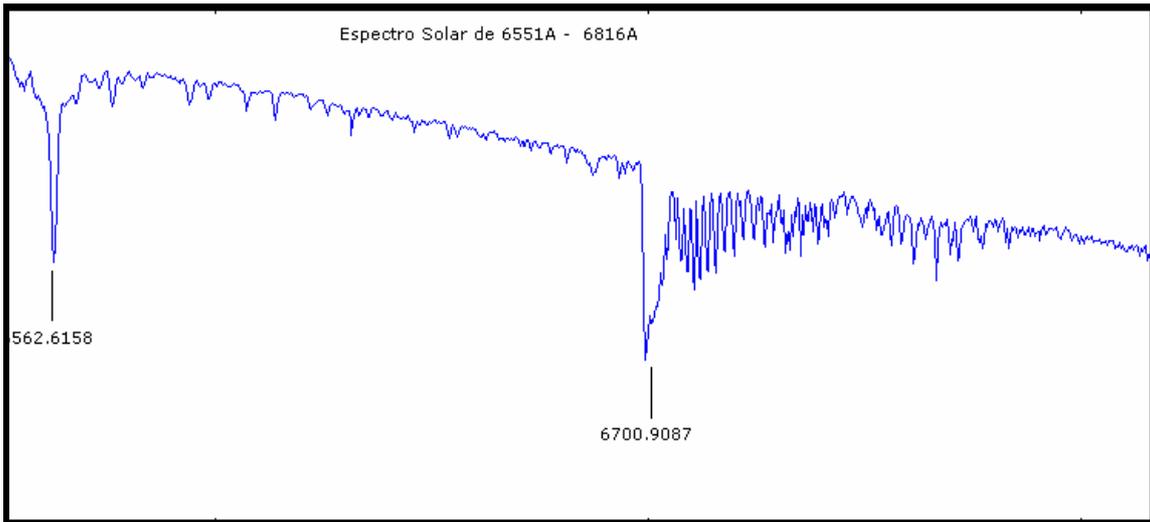
**Fig. 3. Espectro Solar en la zona del Hidrogeno H-beta y triplete del Magnesio (Mg).**



**Fig. 4. Perfil del espectro anterior.**



**Fig. 5. Espectro solar en la zona del Hidrogeno H-alfa y bandas del Oxigeno (O2) atmosférico.**



**Fig. 6. Perfil del espectro anterior**

**nota: Todas las imágenes y gráficos son del autor.**

**Se ruega citar el origen para su reproducción parcial o total. Gracias.**

Joan Genebriera, Observatorio de Tacande, AAP