

# Caracterización del CCD Spectral Instruments I

Ilse Plauchu-Frayn  
Junio 2016

## Resumen

Se presentan el reporte de caracterización del CCD Spectral Instruments I (CCD-SpI) en el modo de operación a 200 kHz, el cual se llevó a cabo en el Telescopio de 0.84m del Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir (OAN-SPM), durante la noche de ingeniería del 26 de mayo de 2016. El procedimiento utilizado para la caracterización es el presentado en [1] y [2].

## I. CARACTERÍSTICAS DEL CCD

El CCD-SpI cuenta con un sistema de enfriado por ciclo cerrado. Tiene tres modos de operación con distintas velocidades de lectura, ganancias y ruido de lectura (véase [2]). La temperatura de operación de este CCD es de  $-110^{\circ}\text{C}$ . El tamaño del CCD es de  $2048 \times 2048$  pixeles de 13.5 micras.

En la Tabla II se presentan las mediciones de las ganancias, ruidos de lectura, nivel de bias y tiempos de lectura en cada uno de los distintos binnings disponibles. Para estas mediciones hemos utilizado las secciones de imagen que se indican en la última columna de la Tabla II.

### A. Ruido de lectura

La carga espuria es de  $0.30 e^{-}$  y el ruido de lectura intrínseco es de  $3.40 e^{-}$ . En la Figura 1 se presentan los valores del ruido de lectura en función del número de pixeles físicos en los binnings  $1 \times 1$ ,  $2 \times 2$ ,  $3 \times 3$  y  $4 \times 4$ .

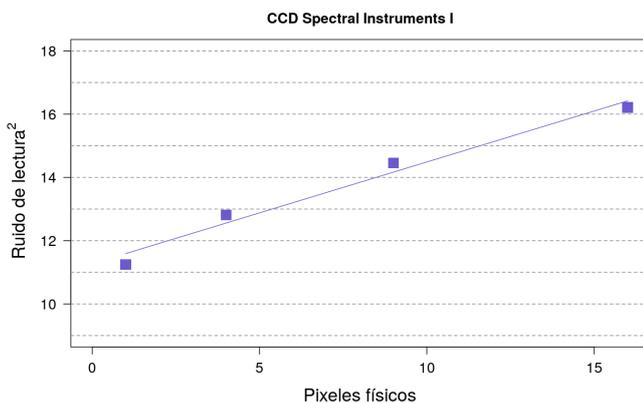


Figura 1. Ajuste para determinar la carga espuria generada durante la operación del CCD basado en las ganancias y ruidos de lectura de la Tabla II.

### B. Linealidad

Al hacer un ajuste lineal a las mediciones entre cero y su nivel de saturación se encuentra una no linealidad menor al 0.13%, lo cual lo hace un CCD lineal para valores menores a 61,317 ADU. En la Figura 2 se muestra el ajuste realizado.

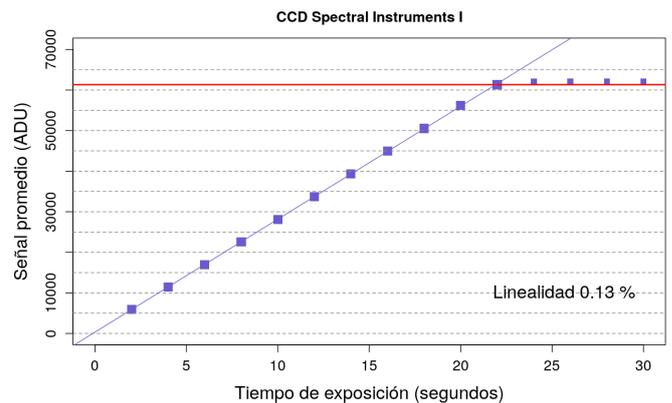


Figura 2. Gráfico de linealidad del CCD-SpI

### C. Frecuencia de bits

En la Figura 3 se presenta la frecuencia de los bits del CCD. Para tal fin, se han utilizado las imágenes de campos planos con  $>40,000$  ADU. Los valores encontrados están dentro del 0.7% del valor de 0.5 para los bits 0 a 7.

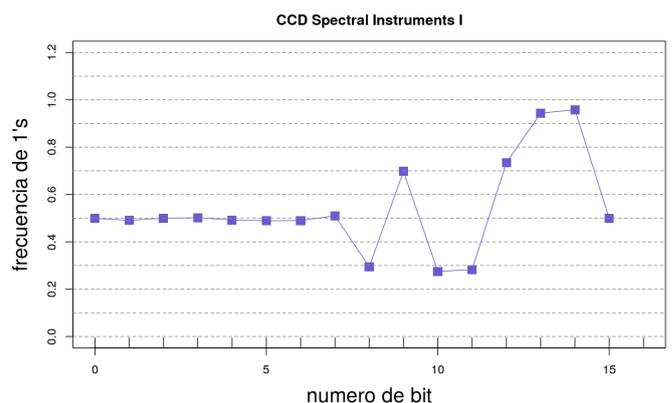


Figura 3. Gráfico de la frecuencia de bits.

### D. Corriente oscura

Se midió la corriente oscura para los distintos binnings. Para ello se obtuvieron una imagen de dark en cada binning

TABLA I  
CORRIENTE OSCURA DEL CCD-SPI (@200 KHz)

Binning	Ganancia ( $e^-/ADU$ )	Corriente oscura ( $e^-/px/hr$ )
1×1	1.39	0.668
2×2	1.32	1.698
3×3	1.31	5.097
4×4	1.31	5.593

con tiempo de exposición de 20 minutos. También se hizo uso de una imagen de bias promedio, la cual se obtuvo de la combinación de 10 imágenes de bias. Posteriormente se determinó la corriente oscura en las secciones indicadas en la Tabla II. En la Tabla I se presentan los valores de la corriente oscura para los distintos binnings.

## II. PATRÓN DEL OBTURADOR

La Figura 4 presenta el patrón del error del obturador. Este patrón fue calculado a partir de secuencias de campos planos largos (10s) y cortos (1s). El patrón es lo esperado para un obturador de 6 pétalos. No obstante hay un pedestal, del orden de 70ms y el tiempo de apertura y cierre parece ser del orden de 80ms. Por lo tanto, se recomienda utilizar tiempos de exposición mayores a 10s para minimizar el efecto del tiempo de apertura y cierre del obturador en la fotometría.

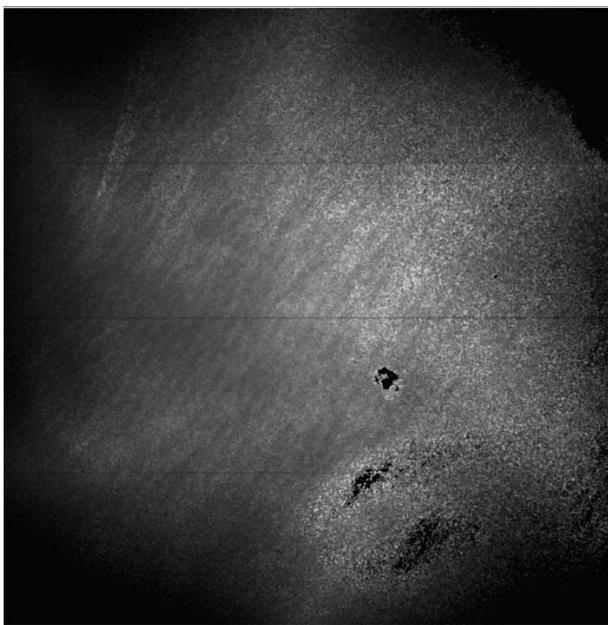


Figura 4. Patrón del obturador. La escala se encuentra en el rango de 70ms a 230ms, por lo que el obturador de este CCD es algo lento. La mancha negra en la parte inferior de la imagen es debida a motas de polvo en el filtro y CCD.

## III. CAMPOS PLANOS E IMAGEN CERO

En la Figura 5 se presenta una imagen cero construida de la secuencia de imágenes de bias obtenidas en binning 1×1.

Sus contrapartes adquiridas en otros binnings son similares. Puede notarse que la imagen cero con este CCD no presenta gradientes.

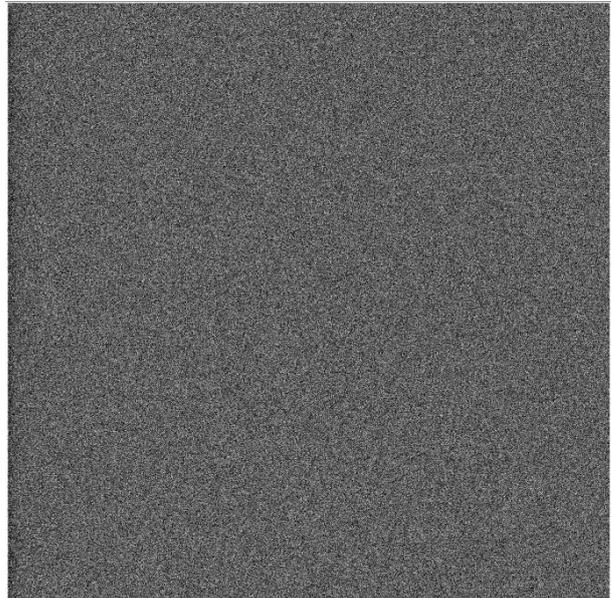


Figura 5. Imagen cero obtenida de la combinación promedio de 15 imágenes de bias.

En la Figura 6 se presentan imágenes de campos planos en los filtros U, B, V, R, e I de la rueda de filtros Mexman, con el fin de ilustrar su apariencia usando este CCD.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al equipo técnico del OAN-SPM por la instalación y preparación del CCD para su caracterización, en especial a Eduardo López y Hazael Serrano.

TABLA II  
 CARACTERÍSTICAS ELECTRÓNICAS DEL CCD-SPI (@200 KHz)

Binning	Tamaño (píxeles)	Ganancia ( $e^-/ADU$ )	Ruido de Lectura ( $e^-$ )	Bias (ADU)	Tiempo de lectura (seg.)	Sección para estadística
1×1	2048×2048	1.39	3.49	529	28	[750:1250,770:1270]
2×2	1024×1024	1.32	3.55	538	11	[375:625,390:640]
3×3	682×682	1.31	3.74	538	8	[247:413,254:420]
4×4	512×512	1.31	3.96	537	7	[187:312,193:318]

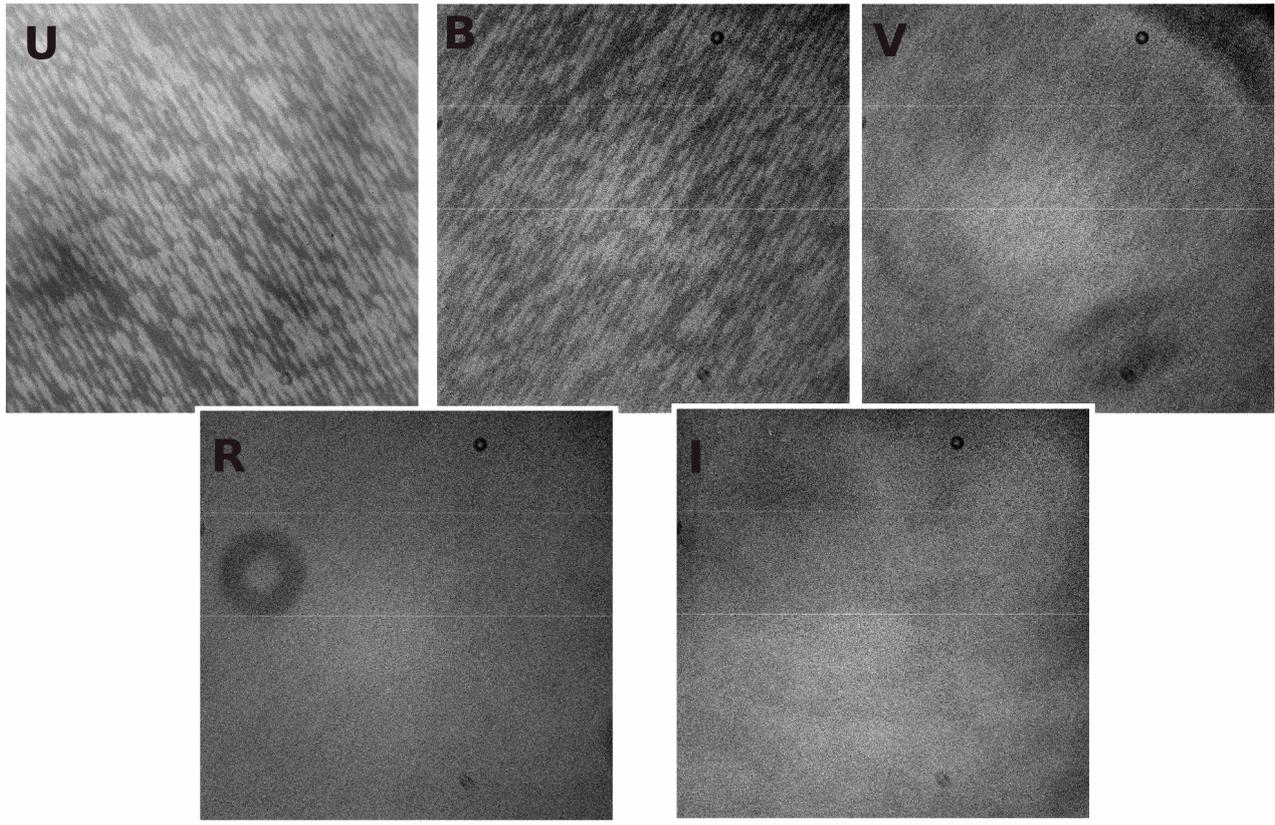


Figura 6. Imágenes de campos planos en los filtros UBVR de la rueda Mexman. Las pequeña donas que se pueden observar en todas las imágenes se deben a polvo en la ventana del criostato, mientras que la dona grande en la imagen del filtro R debe resultar de polvo en ese filtro.

#### REFERENCIAS

- [1] Michael Richer & Alan Watson 2009. "Pruebas para la caracterización de los CCDs"
- [2] Michael Richer, Valeria Ramírez & Margarita Pereyra 2014. "Caracterización del CCD Spectral Instruments"