



Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir

BOOTES-5

Reporte de la cámara

5 de febrero de 2025

Ilse Plauchu Frayn (ilse@astro.unam.mx)

La cámara iXon Ultra 888 de Andor es un detector EMCCD diseñado para aplicaciones astronómicas que requieren alta sensibilidad y detección en condiciones de baja luminosidad. Una cámara de este tipo fue instalada a finales de 2024, para reemplazar la cámara anterior, que dejó de funcionar. Lo anterior, motivó la elaboración de este reporte. Su integración en el telescopio BOOTES-5 del Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir (OAN-SPM) tiene como objetivo optimizar la captura de fenómenos transitorios y mejorar la calidad de las observaciones en tiempo real.

Especificaciones del fabricante:

- Modelo: iXon Ultra 888
- Tipo de sensor: EMCCD
- Resolución: 1024 x 1024 píxeles
- Tamaño de píxel: 13 μm
- Rango espectral: 300 - 1100 nm
- Refrigeración: -95°C mediante TEC
- Ruido de lectura: <1 e- en modo EMCCD
- Profundidad de bits: 16 bits

Para más detalles sobre la cámara, puede consultar el documento de especificaciones del fabricante ([descargar aquí](#))

Determinación de la ganancia

No fue posible obtener una serie de campos planos de iluminación estable, para determinar la ganancia mediante el método de la varianza. Por lo tanto, se hizo una estimación de la ganancia mediante el uso de la imagen del nivel cero promedio de una serie de 10 imágenes de bias. Para ello, se determinó en una caja central de 100x100px la desviación estándar (σ) y se calculó la varianza (σ^2) a partir de este valor. Usando este método, la ganancia está definida como $g = \sigma^2/R$, donde R = ruido de lectura = <1 e-. Por lo tanto, la ganancia es de 4.6 e-/ADU. Este valor de la ganancia es tentativo y se pretende determinarlo en el futuro, usando una serie de imágenes de campos planos.

Nivel de bias

Se adquirió una serie de 10 imágenes de bias y se combinaron con la mediana. Se determinó que el nivel cero de la cámara es de 1,199 ADUs. La Figura 1 muestra la apariencia de esta imagen, la cual no presenta gradientes.

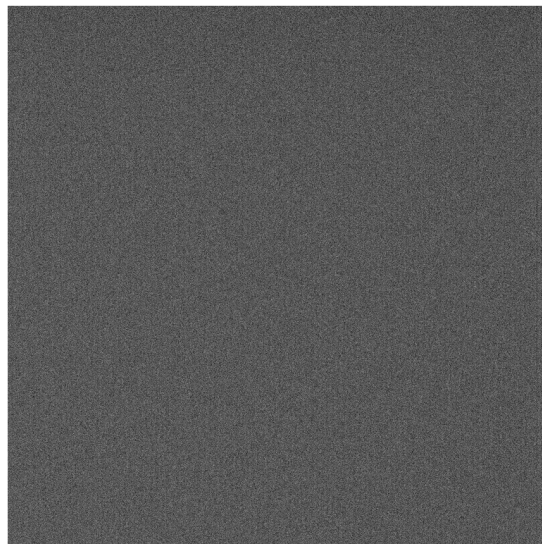


Figura 1. Imagen del nivel cero de la cámara.

Corriente oscura

Se adquirió una serie de 48 imágenes tipo *dark* de tiempos de exposición desde 0.1 a 240 segundos. Después de sustraer la imagen del nivel cero a cada una y eliminar los rayos cósmicos, se midió el nivel de cuentas dentro de una caja de 100x100px en cada imagen. Con los datos obtenidos se realizó un ajuste lineal para aquellas imágenes con >1 ADU. En la Figura 2 se muestra el gráfico del ajuste lineal. La corriente oscura medida es de 0.05 e-/px/s.

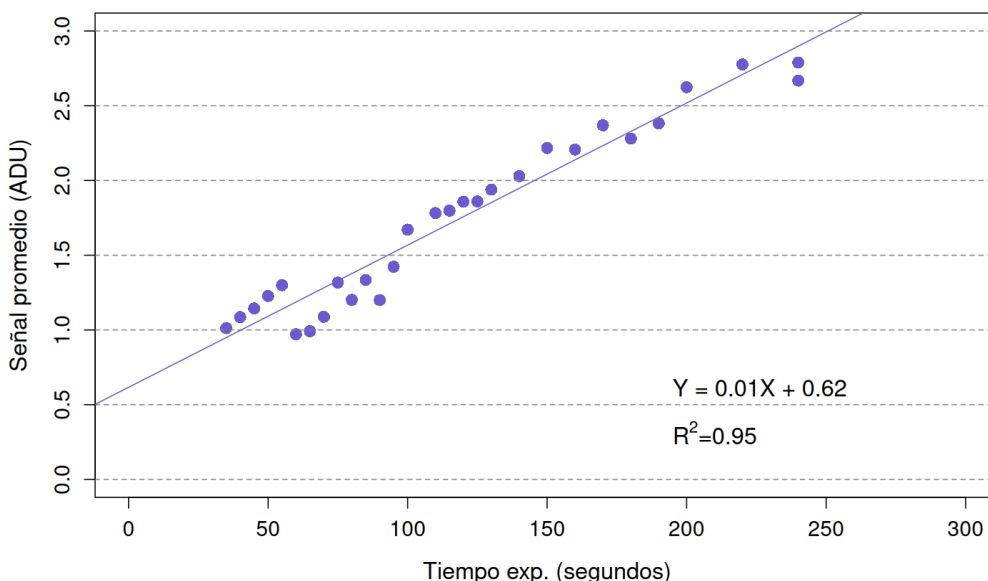


Figura 2. Ajuste para determinar la corriente oscura de la cámara.

Campos planos (u g' r' i' Z Y)

En la Figura 3 se muestra la apariencia típica de los campos planos en los filtros u, g', i', r' del sistema SDSS y los filtros Z e Y del sistema UKIRT. Se agradece a Emilio Fernández por proporcionar estas imágenes.

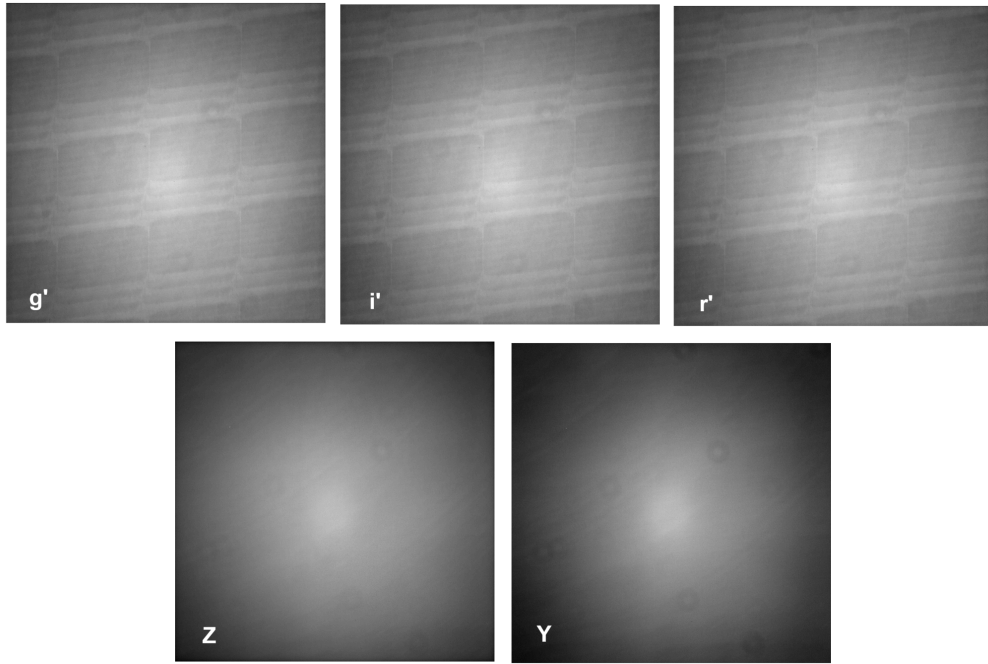


Figura 3. Imágenes de campos planos en los filtros SDSS: g' , i' , r' y los filtros UKIRT Z e Y .

Linealidad

Para determinar cuán lineal es la cámara, se adquirieron exposiciones a diferentes tiempos de integración de la estrella estándar L92507 (11.3 V mag). Se encontró que la cámara tiene una linealidad del 1.2% hasta 58,650 ADUs y satura a 64,340 ADUs. En la Figura 4 se muestra el ajuste a los datos para determinar la linealidad.

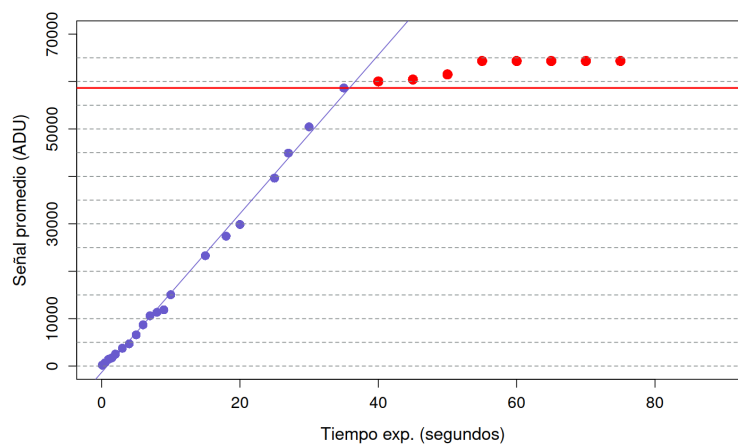


Figura 4. Linealidad de la cámara.

Señal a ruido

Durante las noches oscuras del 30 y 31 de enero 2025, se adquirieron datos para diferentes estrellas estándar de magnitudes (banda V) entre 9 y 16. Los datos fueron obtenidos para el filtro r' , con el fin de determinar los tiempos límites en para cada magnitud y señales a ruido (S/N). En la Figura 5 se muestra el gráfico de la S/N en función del tiempo para estrellas de 9 a 16 mag. En esta figura se indican con líneas verticales (grises) los tiempos óptimos antes de la saturación para cada magnitud. La línea vertical (roja) indica el tiempo de exposición límite para observaciones con BOOTES-5.

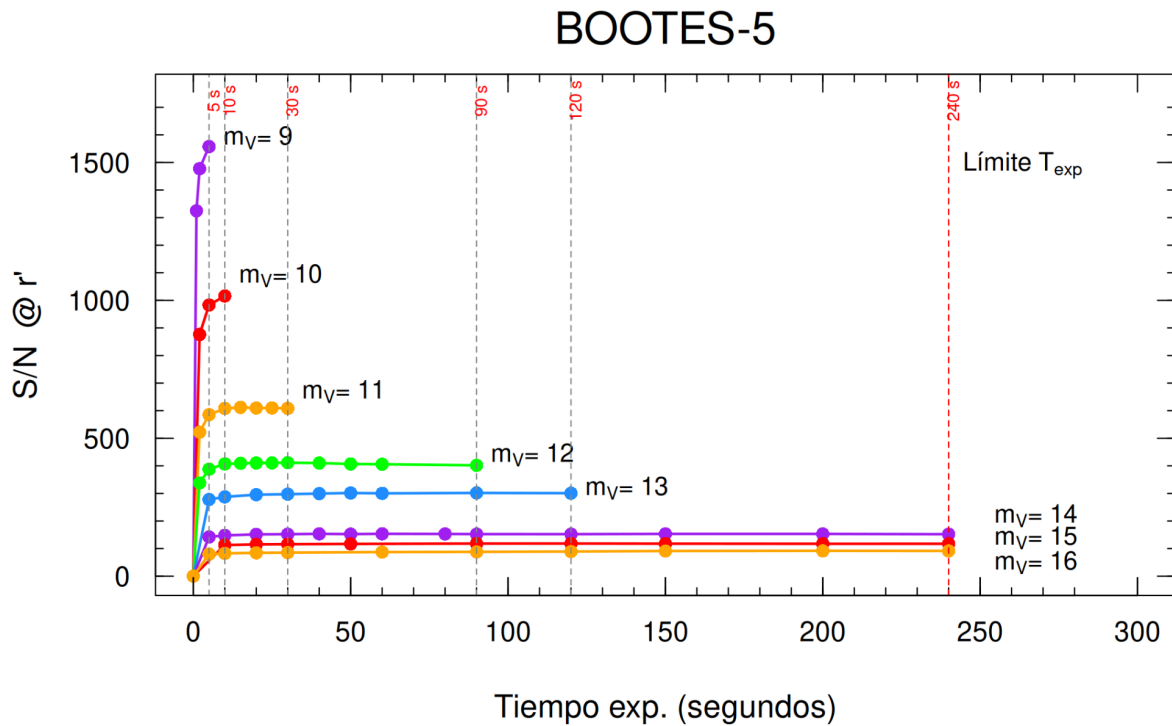


Figura 5. Señales a ruido para estrellas de diferentes magnitudes observadas con el Telescopio BOOTES-5.

En la Tabla 1 se indican tiempos aproximados en el filtro r' para estrellas de diferentes magnitudes. Los tiempos pueden variar ligeramente dependiendo del filtro utilizado, el tipo espectral de la estrella y de si las condiciones son fotométricas.

Magnitud (V)	Tiempos exp. (antes de la saturación)
8 mag	< 1.0 seg.
9 mag	< 5 seg.
10 mag	< 10 seg.
11	< 30 seg.
12	< 90 seg.
13	< 120 seg.
14 a 15 mag	hasta 240 seg. no satura