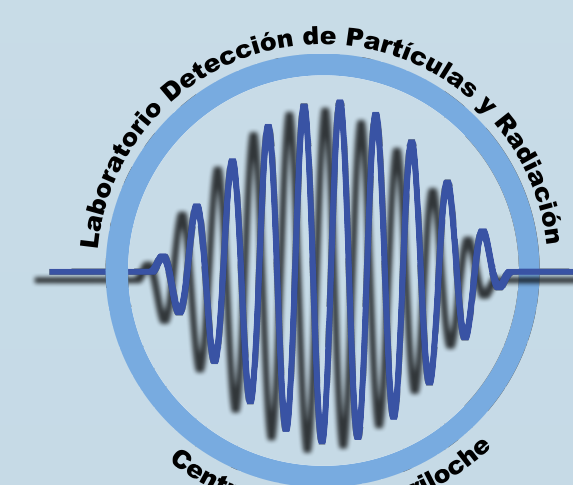


Detección y análisis de interacciones de partículas con sensores APS-CMOS mediante la implementación de una librería en C++



Darío Federico Balmaceda
Laboratorio Detección de Partículas y Radiación. Centro Atómico Bariloche
leschatten@gmail.com



Resumen

Los sensores CMOS constituyen una alternativa de bajo precio para la detección de interacciones de partículas. En este trabajo se implementó una librería para utilizar el sensor OmniVision OV5647 de la cámara Raspicam V1.3, con una Raspberry Pi. Utilizando esta librería se observaron los picos de emisión de rayos X K_{α} y K_{β} del Cu y los picos K_{α} del Fe y del Ca. La determinación de estos picos permitió hacer la correcta calibración de carga depositada en función del valor de los píxeles. Finalmente se utilizó la librería para la detección de interacciones con partículas secundarias producidas por rayos cósmicos con el sensor.

Introducción

Sensores CMOS-APS

Un sensor de píxeles activos es un sensor que detecta la radiación utilizando tecnología CMOS. Estos sensores son ampliamente utilizados en los dispositivos electrónicos comerciales debido a su bajo costo de producción, están presentes en celulares, consolas de videojuegos, cámaras de acción, sistemas de seguridad y un sinnúmero de aplicaciones más. Estos sensores consisten en un arreglo matricial de fotodiodos, que producen una corriente de electrones que varía en función de la intensidad de luz recibida, basándose en el efecto fotoeléctrico para la generación de pares electrón-hueco. Por cada fotodiodo se incorpora un amplificador. Según el diseño, se incorpora un convertidor analógico digital (ADC) para la lectura de los datos, a cada píxel o por columnas.

Configuración Experimental

Librería *Raspiraw*

Para la adquisición de datos se utilizó la librería *raspiraw*[1] debido a la rapidez con la que se toman los datos.

Los parámetros fijados fueron:

- Tiempo de exposición, en 500 ms.
- Cuadros por segundo, en 2.

Librería propia

Librería en C++ con filosofía de programación orientada a objetos. Esta librería permitió:

- Encontrar eventos, basándose en píxeles adyacentes.
- Recortar imágenes.
- Determinar el ruido de una imagen.
- Determinar la carga de un evento.
- Calcular el centro de masa de un evento.
- Guardar imágenes a formato .bmp

Emisor de rayos X

Se utilizó un emisor de rayos X de Cu para medir el espectro de este material. Con el mismo emisor, se intercalan placas de Fe y Ca para determinar el espectro de estos materiales. En la Fig.1 se muestra la configuración experimental utilizada.

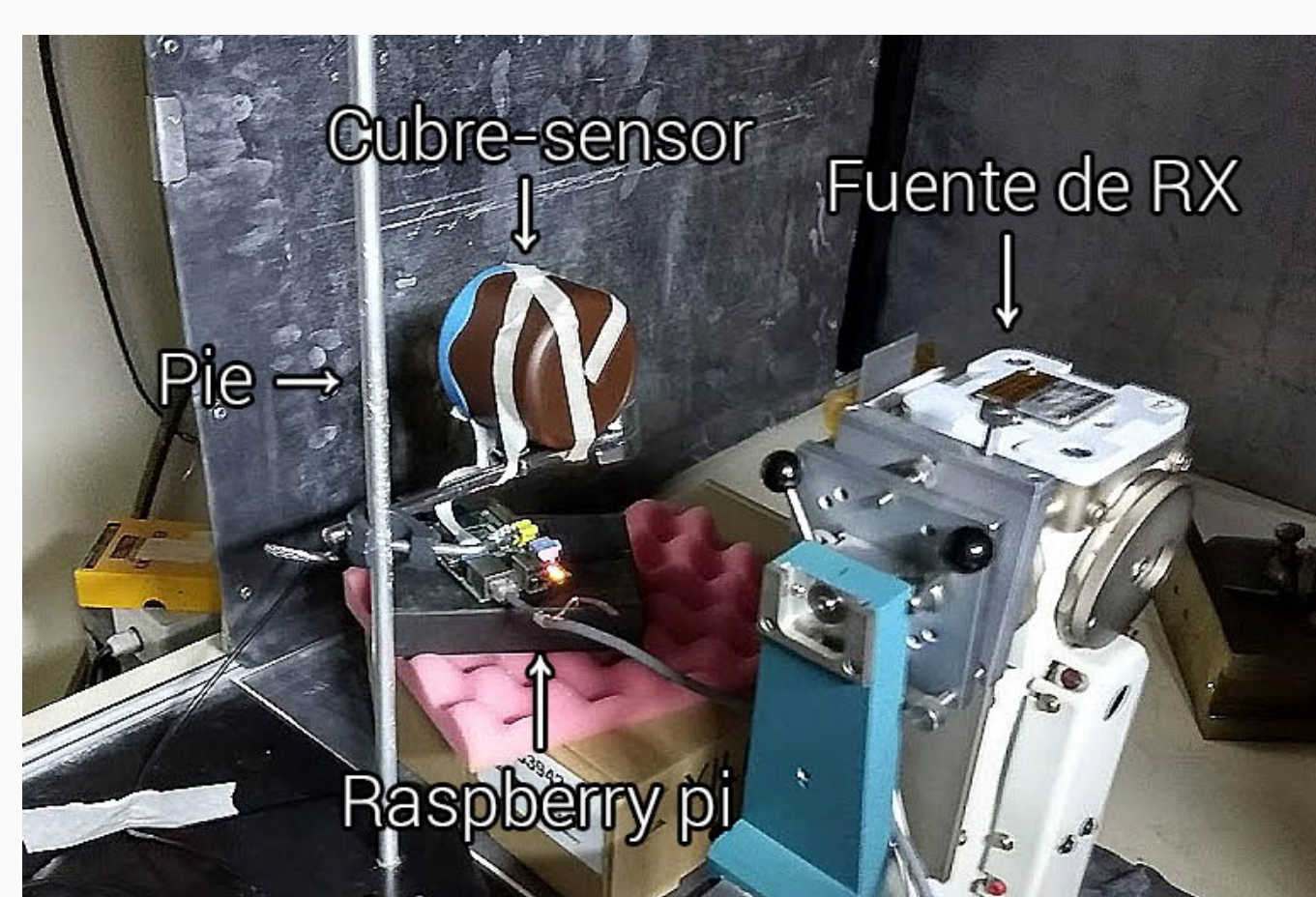
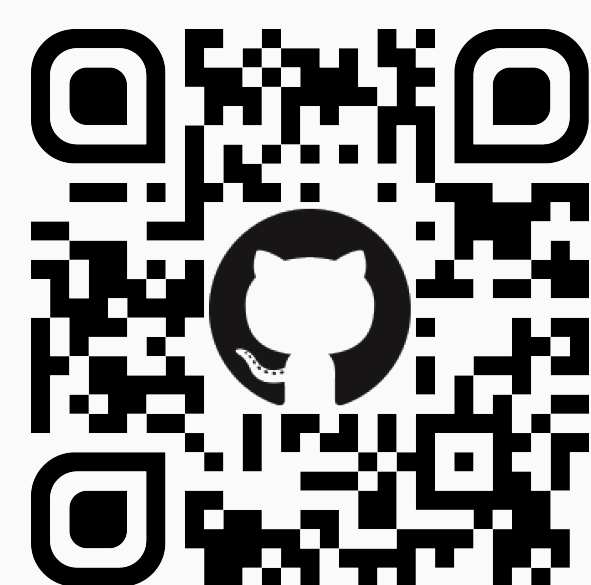


Fig. 1: Configuración experimental utilizada para la detección de rayos X.

Código Fuente



git.io/vhOLO

Características de la *Raspicam V1.3*

Sensor:	OmniVision OV5647
Precio:	≈ 23 dólares.
Cantidad de píxeles:	2592x1944
Resolución:	5 MP
Tamaño de píxel:	1.4 μm x 1.4 μm
Full Well Capacity:	4300 electrones
Profundidad de bits:	10 bits por píxel
Tamaño de la imagen raw:	6.4 MB

Resultados

Determinación del ruido de lectura

Se promediaron 30 fotografías para determinar el ruido de lectura por píxel. La imagen resultante se muestra en la Fig. 2

Se realizó un histograma de los valores de los píxeles de una única imagen, para verificar la distribución y la dispersión del ruido. Los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 2.

Debido a la fuerte dependencia del ruido con la columna, se restó la media por columna a cada columna. El histograma resultante se muestra en la Fig. 4

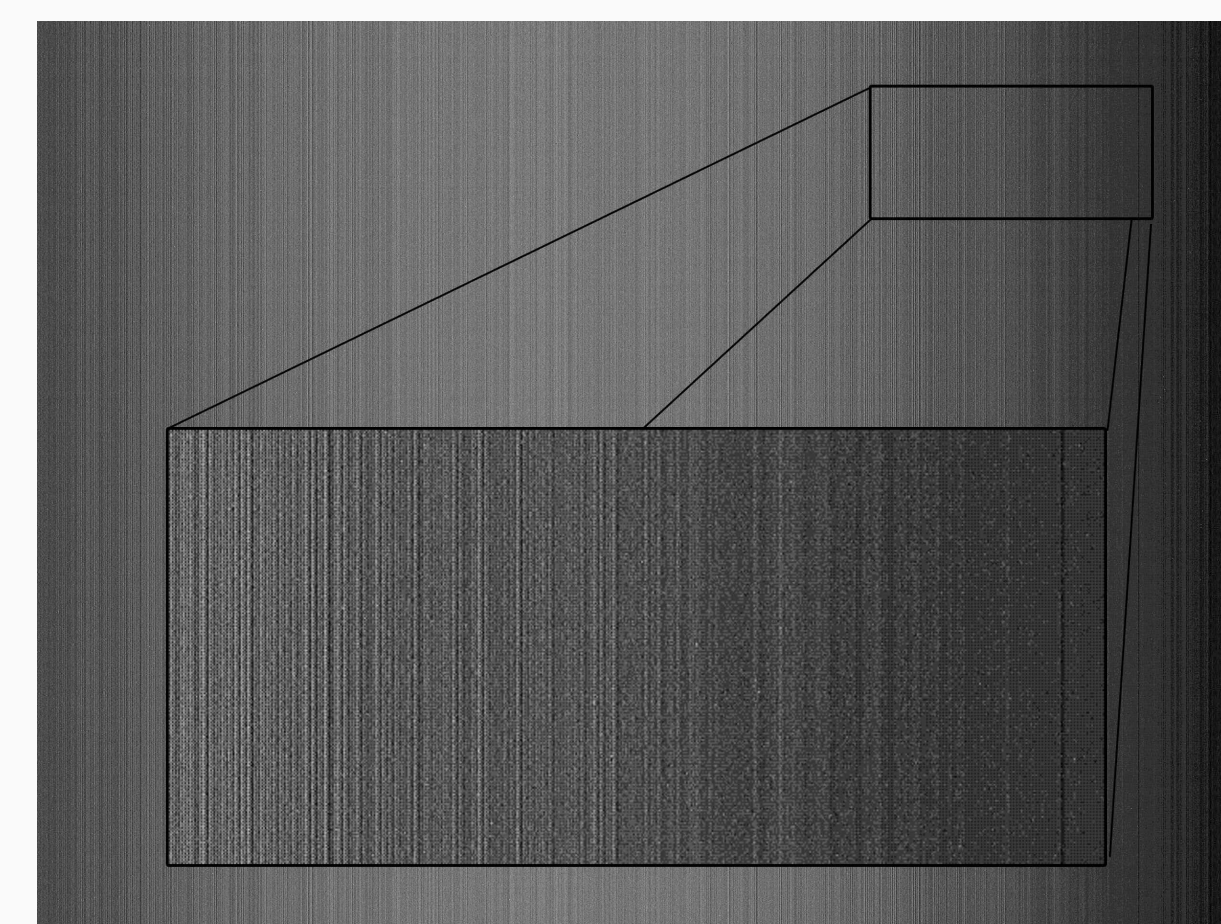


Fig. 2: Promedio de 30 imágenes sobre el fondo

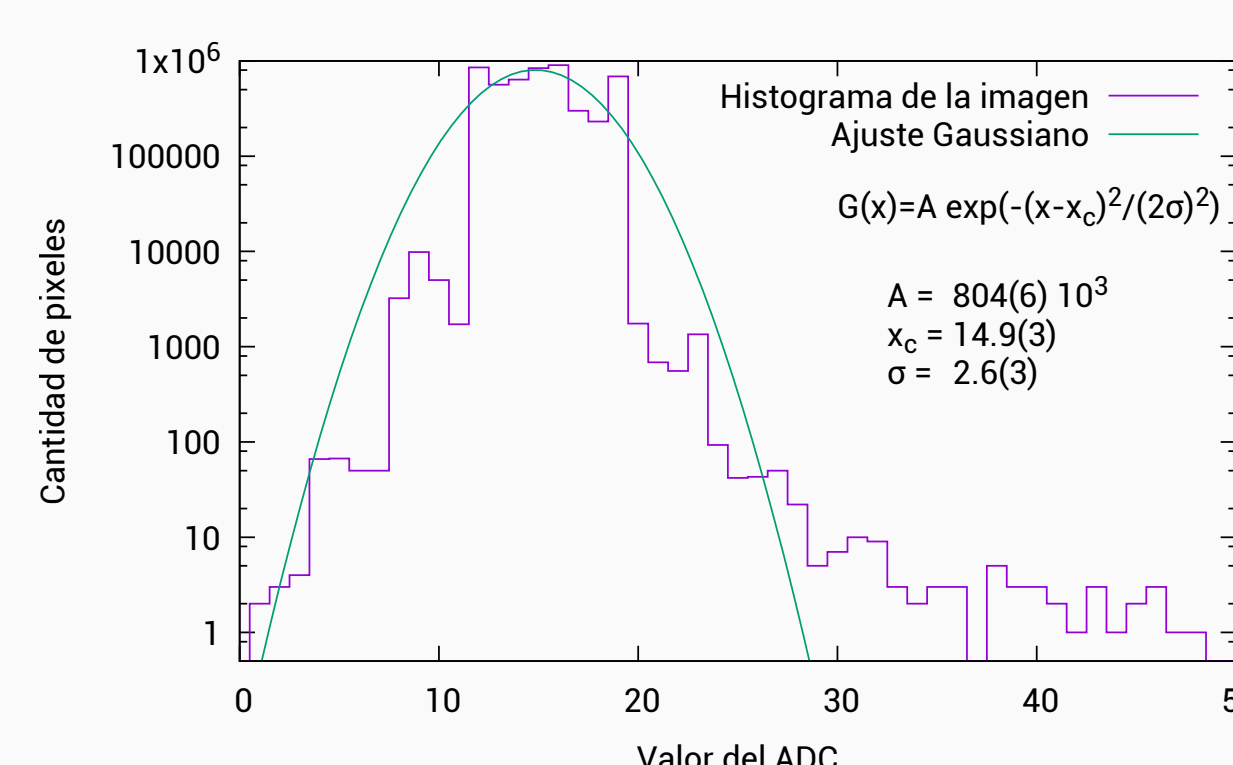


Fig. 3: Histograma obtenido para una imagen

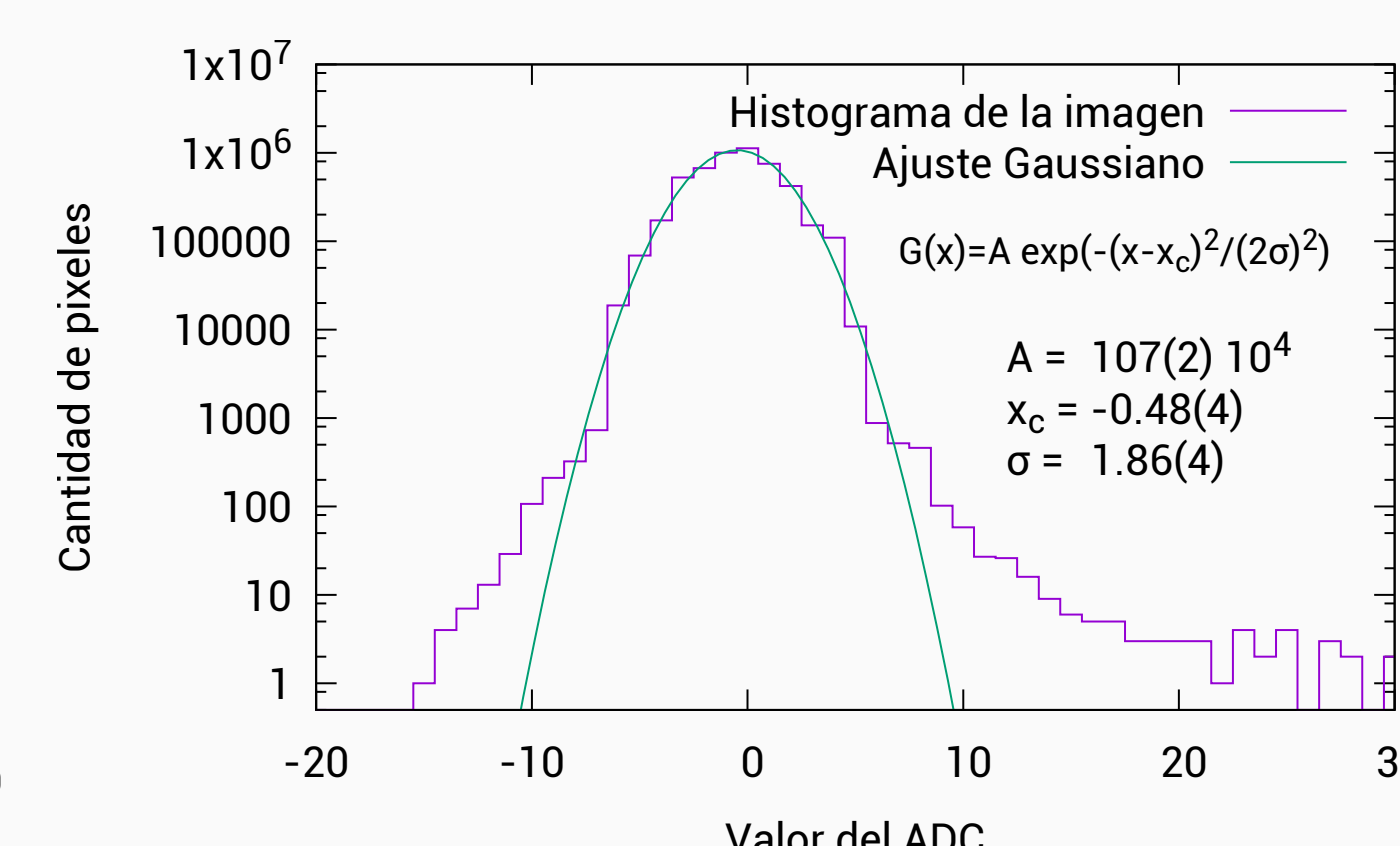


Fig. 4: Histograma obtenido para una imagen, con el promedio por columna restado

Calibración y determinación de los picos K_{α} y K_{β}

Para la calibración de la energía en función del valor del ADC, se analizó el espectro de rayos X del Cu, Fe y Ca, tal como se muestra en la Fig. 5. La calibración se hizo en base a los picos de emisión K_{α} y K_{β} de estos elementos, ya que sus valores se encuentran medidos [2].

En la Fig. 6 se muestra la calibración realizada. La relación carga por unidad de ADC obtenida es de 17.50(3) eV/ADC.

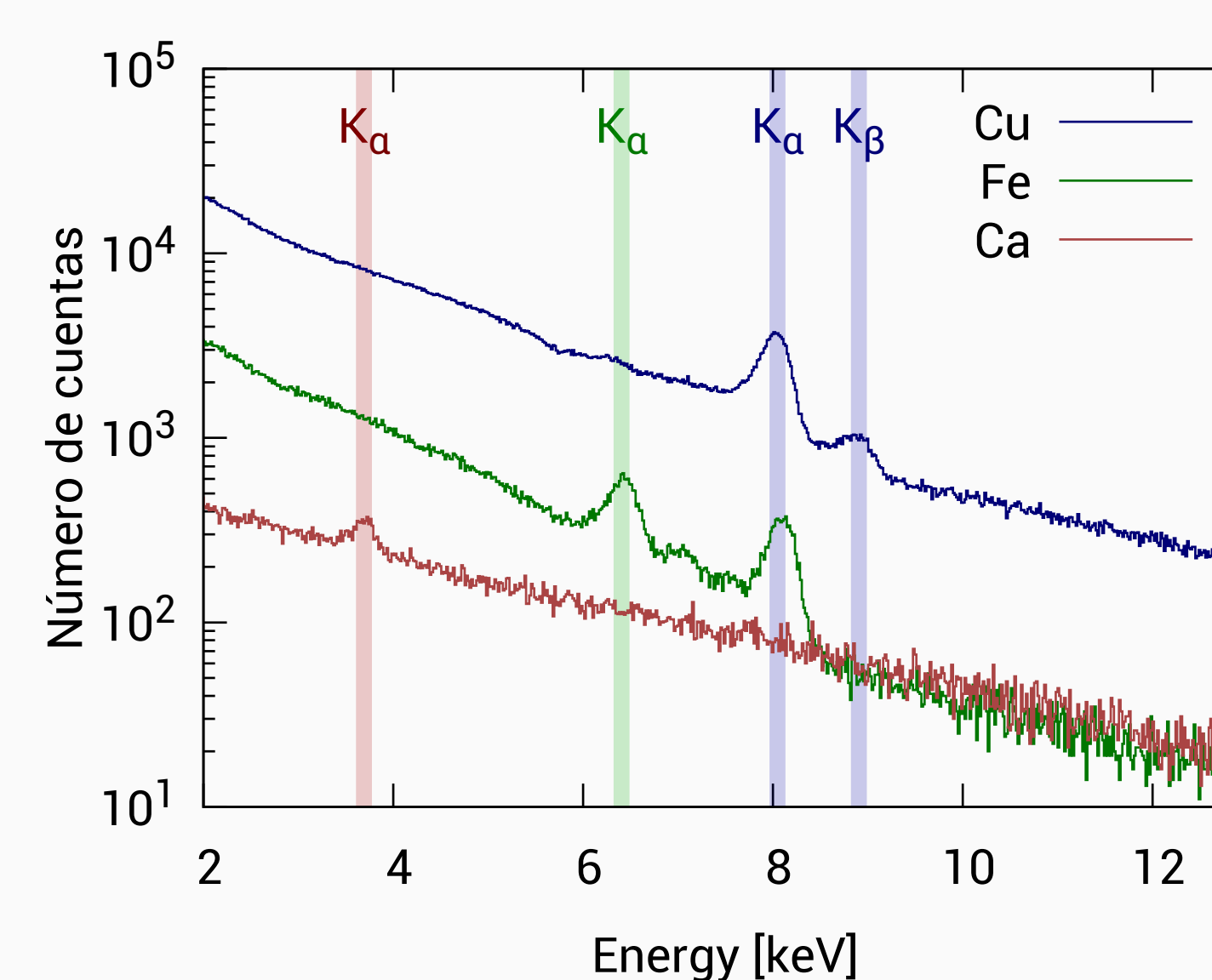


Fig. 5: Espectro obtenido para el Cu, Fe y Ca.

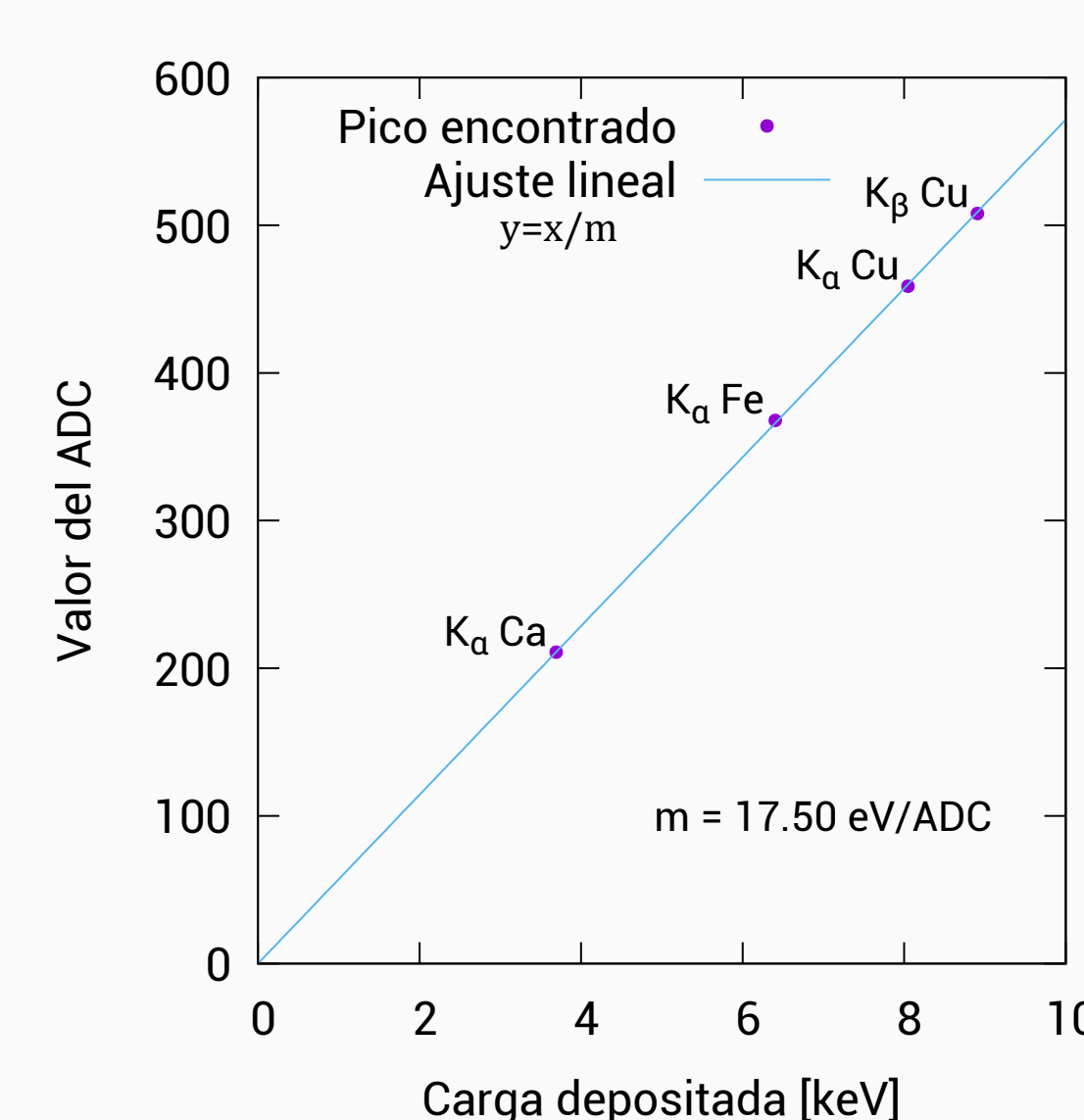


Fig. 6: Calibración energía-canal

Detección de rayos cósmicos

Durante dos días de captura de video se analizaron los fotogramas en busca de eventos producidos por partículas secundarias producidas por rayos cósmicos. En total se encontraron 2, dichos eventos se muestran en la Fig. 7

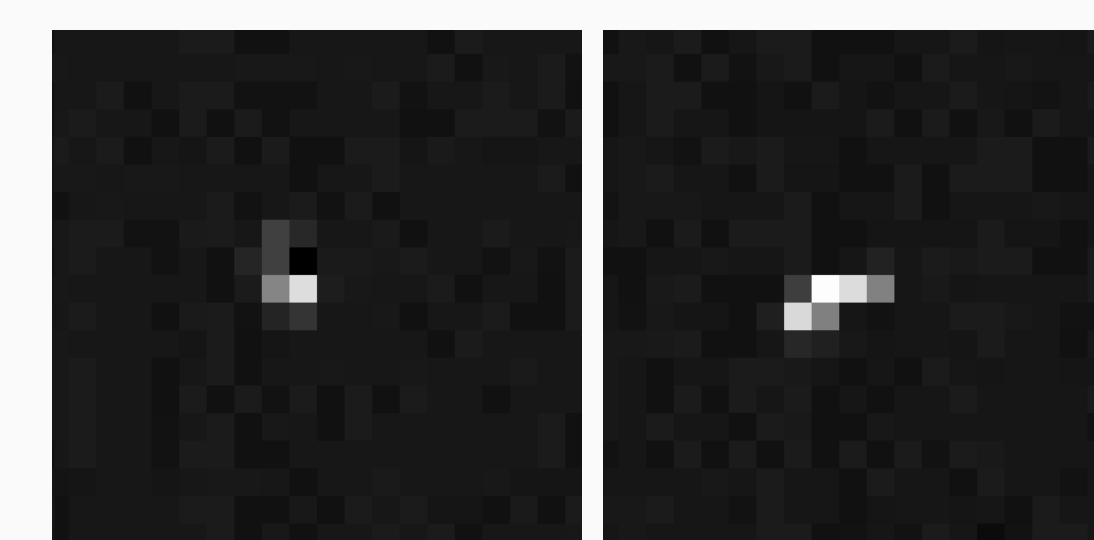


Fig. 7: Eventos producidos por rayos cósmicos

Bibliografía

- [1] 6by9. *raspiraw*. <https://github.com/6by9/raspiraw>, 2018.
[2] Albert C. Thompson and Douglas Vaughan. X-ray data booklet, 2009.

Conclusiones

Se caracterizó y se calibró el sensor para la configuración de trabajo establecida. Mediante la implementación de una librería en C++ se observó la presencia de eventos producidos por rayos cósmicos y se observaron los picos K_{α} y K_{β} del Cu y los picos K_{α} del Fe y Ca. El alcance de esta librería es amplio. Uno de los posibles usos es la detección de plomo, en el agua (vía observación del ^{210}Pb).