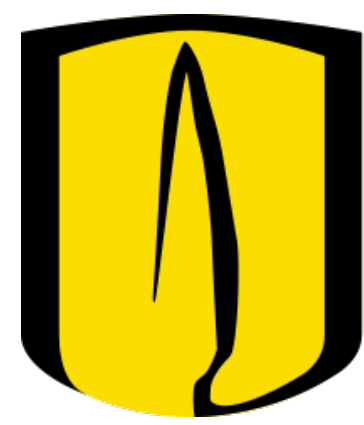


Caracterización de espectros de rayos X asociados a fuentes de tungsteno y plata usando un detector



Universidad de
los Andes

MEDIPIX3

López Juan, Barbosa Juan

Departamento de Física

Universidad de los Andes

Cra 1 N° 18A - 12 Bogotá, Colombia

jc.lopez11@uniandes.edu.co, js.barbosa10@uniandes.edu.co

Resumen

El laboratorio de Altas Energías de la Universidad de los Andes cuenta con una fuente de rayos X de ánodo de tungsteno y en 2017 adquirió una fuente de rayos X de ánodo de plata. En este proyecto se presenta la caracterización de los espectros de dichas fuentes y su desempeño en la toma de imágenes usando un detector MEDIPIX3. Se observó que el espectro observado para las fuentes cambia su forma con el voltaje del tubo de rayos catódicos y que la fuente de rayos X de ánodo de plata produce un contraste más alto que el de la fuente de ánodo de tungsteno.

1. Introducción

Los distintos tipos de ánodos presentes en las fuentes hacen que el espectro de emisión entre fuentes tengan una forma distinta. Puesto que la emisión de rayos X depende de la energía de las transiciones electrónicas del ánodo. En el caso del tungsteno, las transiciones se dan a más baja energía, presentando picos intensos en la parte más baja del espectro; mientras que en la plata se tienen transiciones más energéticas, de forma que se tienen picos de emisión más pequeños a más altas energías, dando lugar a una emisión más uniforme.

Los efectos más notorios de la uniformidad del espectro son cambios en el tiempo de adquisición que se debe usar en los sensores [1]. Aun más, para la toma de imágenes de tejidos se requiere operar en regiones del espectro con intensidad aproximadamente constante, con el fin de que sea posible observar las estructuras presentes con el mayor contraste posible. Lo que se busca, es que la diferencia en intensidades esté dada por la capacidad de absorción de las estructuras, en vez de estar dada por cambios en la intensidad de la fuente.

En adición a esto, la existencia de energías preferenciales de emisión también ha de ser considerada en técnicas como XPS, en la cual se busca medir la composición elemental y tipos de enlace químico presentes en una muestra por medio de los picos de emisión de la misma, dado que los picos de emisión se muestran en el resultado final [2]. Siendo, entonces, necesario conocer detalladamente el espectro de emisión de la fuente para filtrar y obtener resultados correctos.

2. Objetivos

Establecer diferencias en el funcionamiento de la fuente de rayos X de ánodo de Tungsteno y la fuente de rayos X de ánodo de Plata.

1. Probar el funcionamiento de la fuente de rayos X con ánodo de plata, recientemente adquirida por el laboratorio de altas energías.
2. Hacer un barrido de voltaje de las fuentes con ánodos de tungsteno y plata para verificar el voltaje y la intensidad de cada fuente que produce la imagen con el mejor contraste.
3. Hacer un estudio de cociente de señal a ruido de las diferentes imágenes obtenidas.

3. Metodología

3.1 Tiempos de exposición

Los tiempos de exposición fueron seleccionados de forma se evitara la saturación del sensor y se obtuviera el mayor número de fotones por valor de energía:

- Para la fuente de W, el tiempo por valor de TH fue de 2.5 segundos, constante en todas las energías.
- Para la fuente de Ag: 10.000 s para valores entre 11.0 y 23.0 kV. 11.029 para

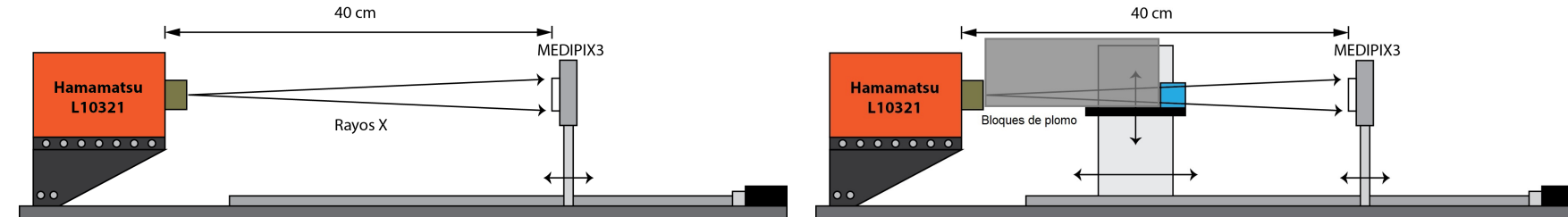
Voltaje (kV)	Corriente (μA)	Tiempo/TH (s)
11.0	150.0	10.000
17.0	150.0	10.000
23.0	150.0	10.000
29.0	136.0	11.029
35.0	113.0	13.274
41.0	96.0	15.625
47.0	84.0	17.857

3.1.1. Detector MEDIPIX3:

Tipo	MPX3RXV1, fine pitch (55 μm pixel pitch)
Modo de operacion	SPM
Preamp Gain	High Gain Mode
No. serie	W108-I4
Polaridad del sensor	N-on-P
Voltaje (V)	-100V

3.1.2. Barridos de voltaje y calibración de energía:

Se realizaron barridos de voltaje de 11 kV a 47 kV en pasos de 6 kV para las dos fuentes sin muestras.



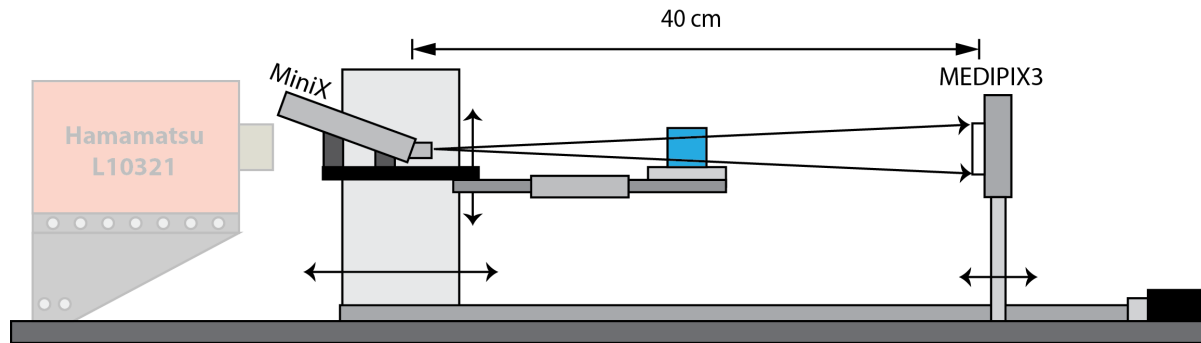
3.1.3. Relación señal a ruido:

Después de realizar los barridos de voltaje y de tener distintas medidas para cada espectro se hizo un cálculo estadístico de la relación señal a ruido como:

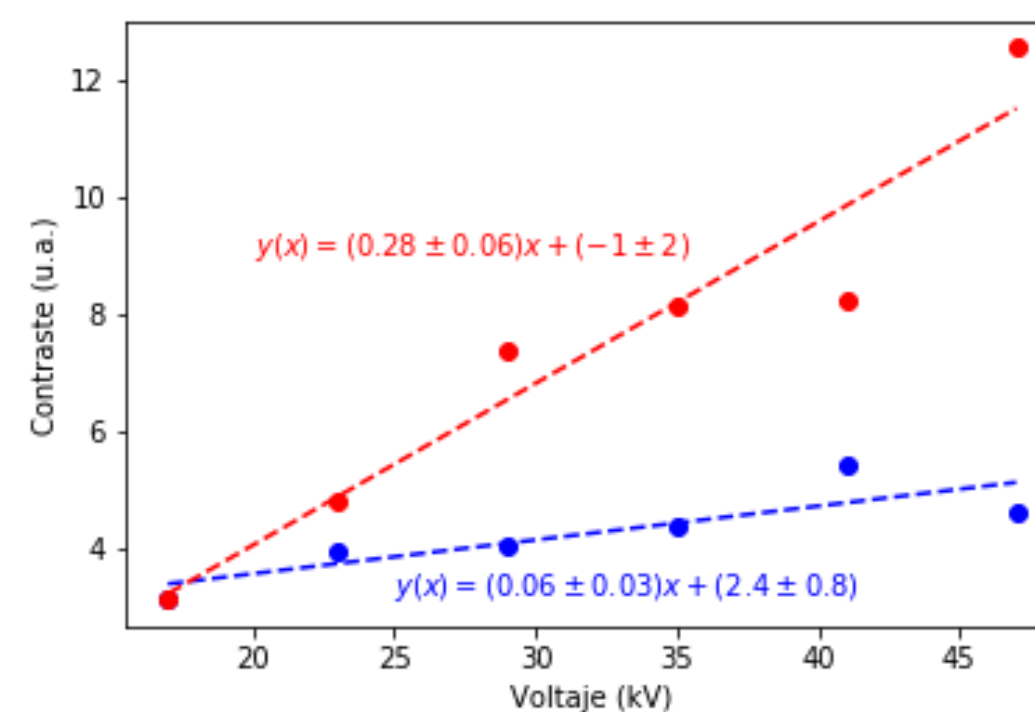
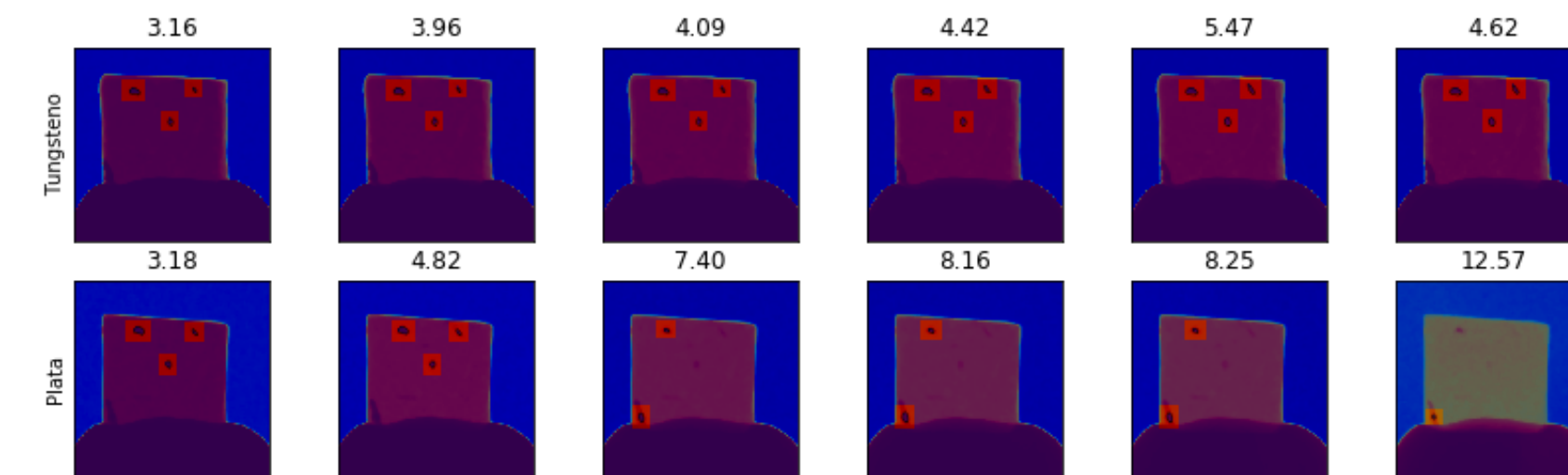
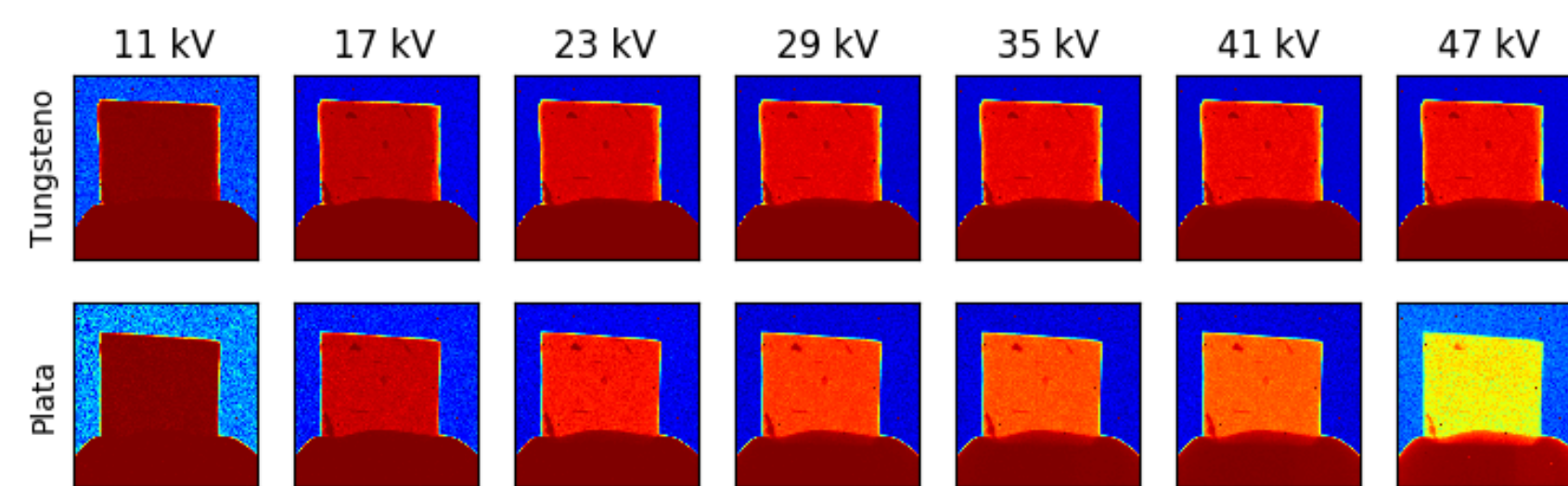
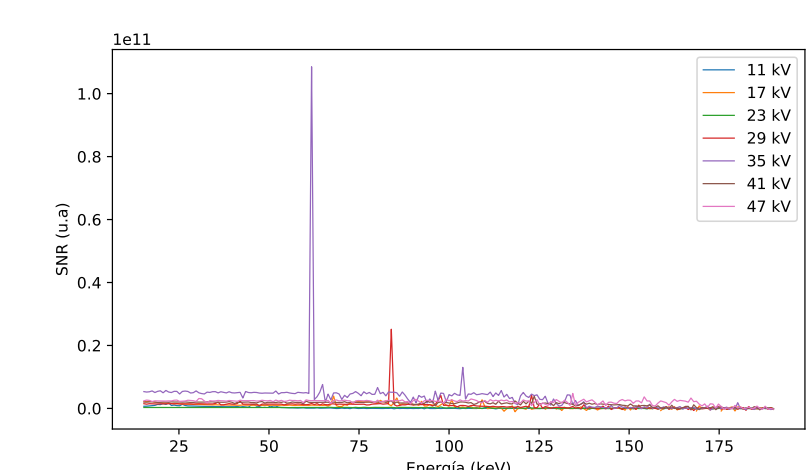
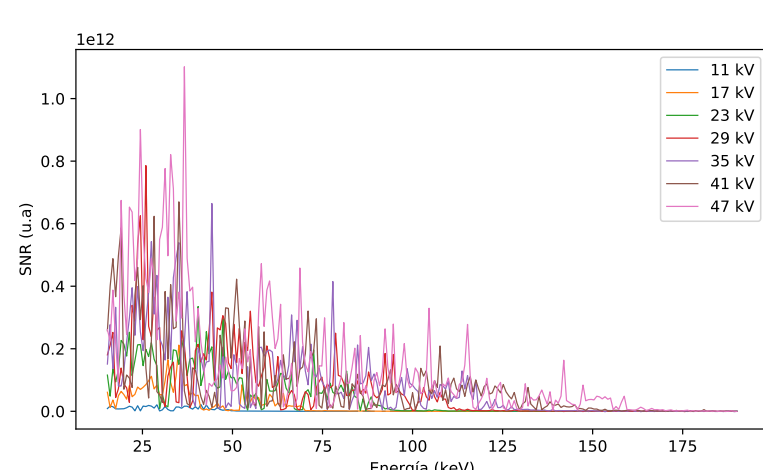
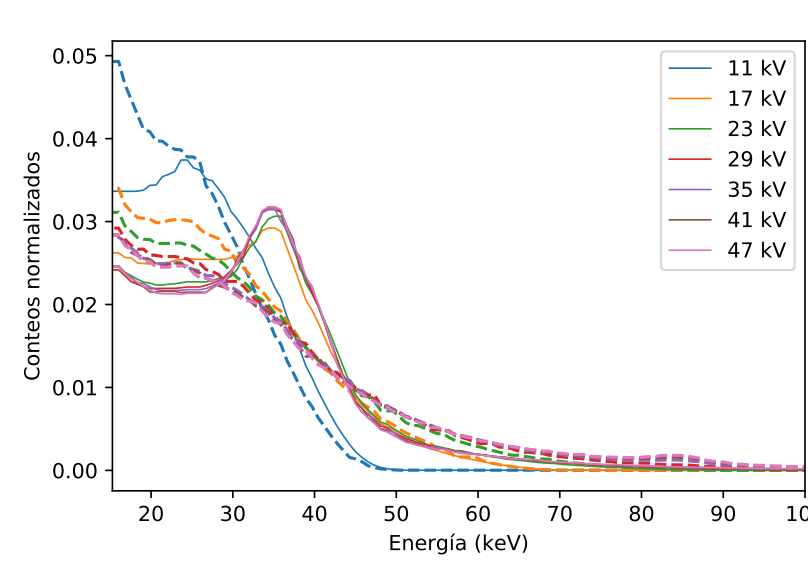
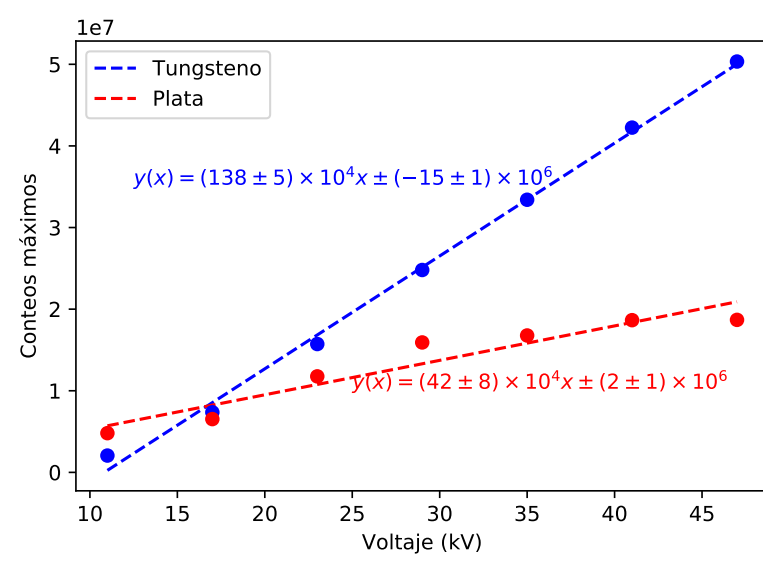
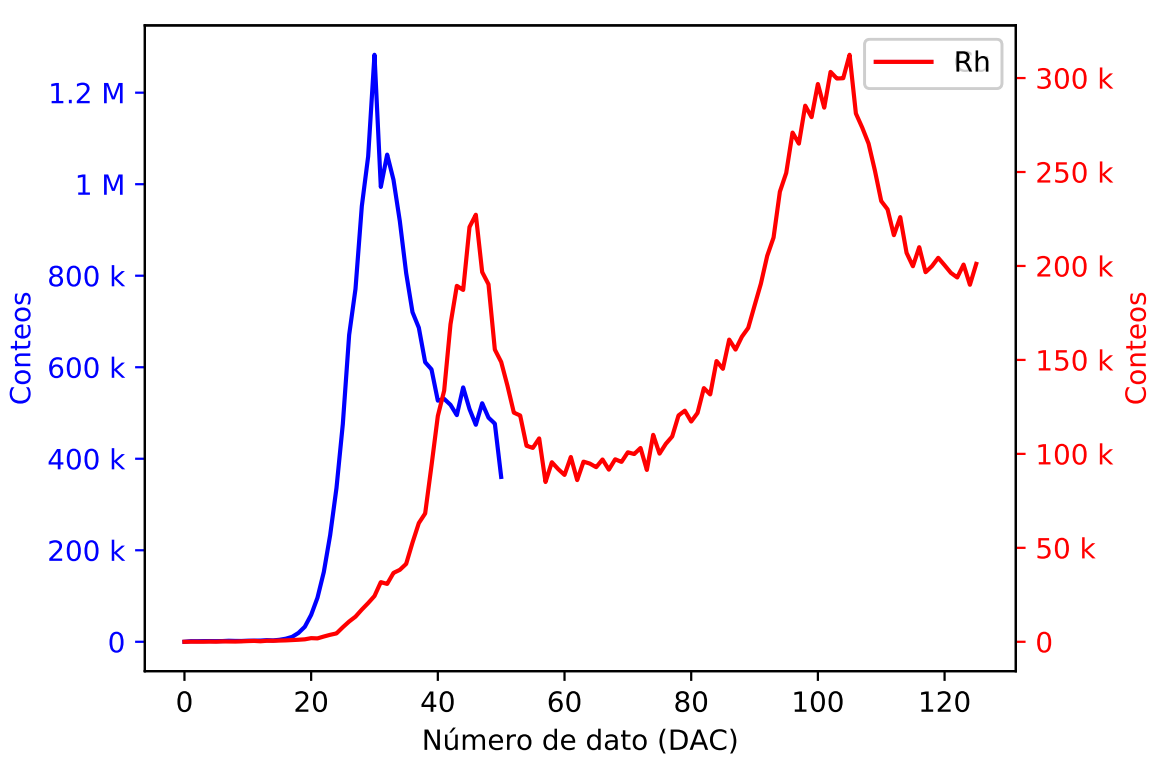
$$SNR = \frac{\mu_{sig}}{\sigma_{sig}} \quad (1)$$

3.1.4. Toma de imágenes:

Muestra de acrílico con incrustaciones de calcita en el camino de los rayos X.



4. Resultados y discusión



5. Conclusiones

En general, se observó que la función de la relación de señal a ruido no es una función suave en la energía. Esto se debe en gran medida a los picos de emisión en los espectros de energía de los tubos de rayos X. Además se pueden concluir dos cosas, para voltajes de aceleración inferiores a 17 kV, la fuente de ánodo de plata es más brillante que la de tungsteno, este resultado posteriormente se invierte. Por otro lado la pendiente muestra que la fuente de tungsteno es tiene mayor eficiencia lumínica, dado que por cada voltio aplicado los conteos aumentan más del doble respecto a la fuente de plata.

La morfología se mantiene constante para valores iguales o superiores a 23 kV, en ambas fuentes. Respecto a los errores experimentales se muestra que la incertidumbre para la fuente de tungsteno es completamente aleatoria, mientras que para el caso de la fuente de plata se tiene un error sistemático en las medidas.

Referencias

- [1] Savvas G Chamberlain and Jim PY Lee. A novel wide dynamic range silicon photodetector and linear imaging array. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 19(1):41–48, 1984.
- [2] Jill Chastain, Roger C King, and J Moulder. *Handbook of X-ray photoelectron spectroscopy: a reference book of standard spectra for identification and interpretation of XPS data*. Physical Electronics Division, Perkin-Elmer Corporation Eden Prairie, Minnesota, 1992.
- [3] AMETEK. *Miniature X-Ray Source*, 2017.
- [4] R Ballabriga, M Campbell, E Heijne, X Llopart, L Tlustos, and Winnie Wong. Medipix3: A 64 k pixel detector readout chip working in single photon counting mode with improved spectrometric performance. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 633:S15–S18, 2011.
- [5] Marcus H Mendenhall, Albert Henins, Lawrence T Hudson, Csilla I Szabo, Donald Windover, and James P Cline. High-precision measurement of the x-ray cu $K\alpha$ spectrum. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 50(11):115004, 2017.