



Facundo Caamaño, Bernardo Pironio y Tomas Mastantuono (en ese orden :))

Practica 1: efecto fotoeléctrico

Los links que contienen todo el trabajo realizado son:

- <https://github.com/BernardoPironio/Efecto-fotoelectrico.git>
- <https://drive.google.com/drive/folders/1QPNKdMTgDPzP7mBoT9YiLKYGc5dRhTtV?usp=sharing>

Dia 1: 29/08/2025

Empezamos montando el setup experimental, alineando el led con el fotocromador para poder calibrar el mismo. La idea es medir el espectro con el espectrómetro utilizando el software de este, tal como se muestra en la Figura 1. Nuestra idea es levantar las curvas del espectro del led para distintas longitudes de onda, empezando por los 420 nm hasta los 730 nm, haciendo saltos de 50 nm, con un tiempo de integración de 1000ms. Finalizado este set de mediciones realizamos una última medición 720 nm y un tiempo de integración 100ms. El led se encontraba conectado al generador de funciones "Tektronix AFG3021B" con una tensión de salida de forma cuadrada, frecuencia de 100Hz, delay de 0ns, tensión configurada en 5V de high y -5V de low con un duty de 99% para tenerlo constantemente prendido.

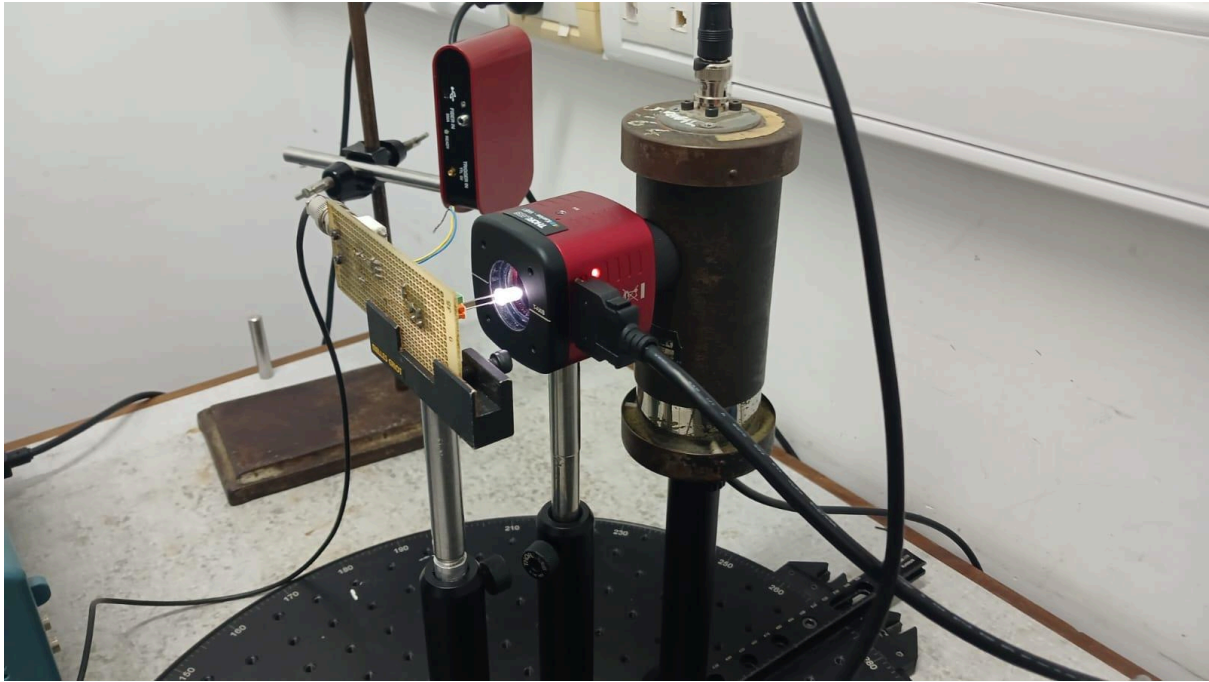


Figura 1: Armado experimental correspondiente a la medición del espectro utilizando el software de Thorlabs.

Ya realizado el barrido, quitamos el colimador del monocromador y desconectamos el espectrómetro para colocar el fototubo. Le pasamos al lockin como referencia la señal que le enviamos al led desde el generador de funciones, además utilizamos el lockin para medir la corriente transferida por el fotoánodo. La señal enviada al led es de tipo senoidal, una frecuencia de 10kHz, fase nula, amplitud de 5V high y 2V low.

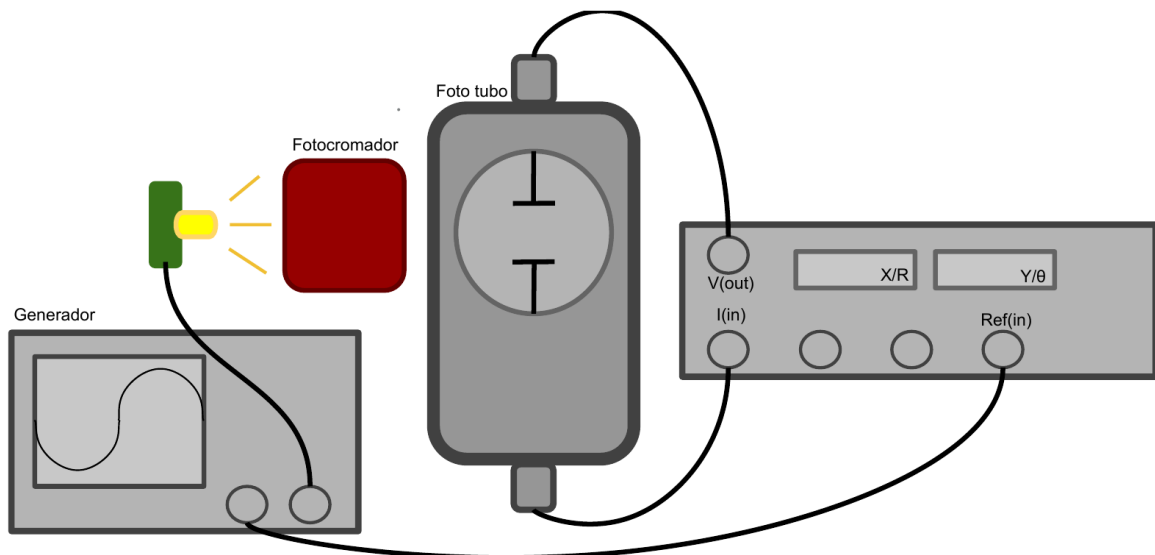


Figura 2: Representación visual del montaje.

Se quemó el led, por lo que lo cambiamos por otro led blanco. No importó mucho porque aparentemente el monocromador saca bastante intensidad de la luz, entonces sacamos la

luz blanca para poner una verde y recortamos el tubo negro que se encontraba en el fototubo. Importante colocamos la ganancia del input de corriente en $G = 1(10^6)$:

```
G = 10e6
I = [np.sqrt( (x/G)**2 + (y/G)**2 ) for x, y in zip(X, Y)]
```

En este código “x” e “y” representan la proyecciones del voltaje sobre dos PSD.

Con el led de color verde logramos hacer un barrido de tensiones obteniendo la Figura 3, en la cual notamos que para frecuencias negativas la corriente tiende a tener alguna forma funcional como para llegar a un mínimo:

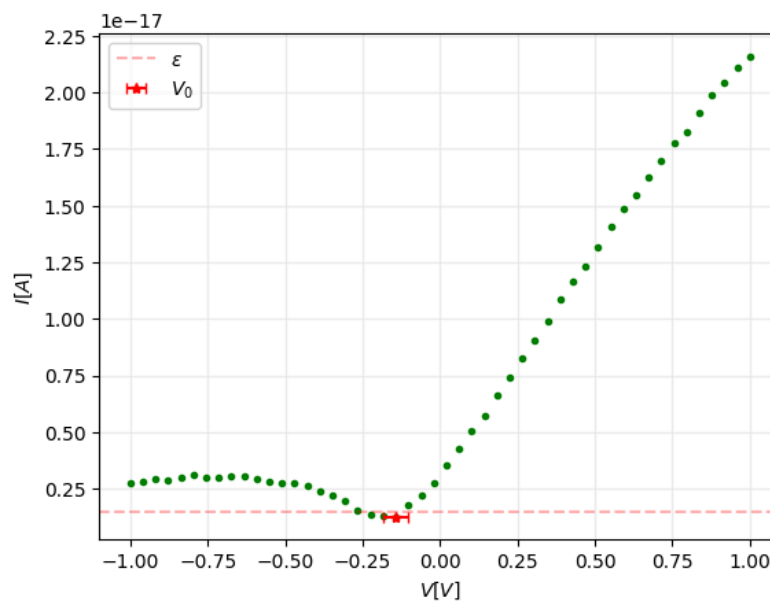


Figura 3: Corriente $I[A]$ vs $V[V]$, epsilon marca una referencia máxima para poder hallar un punto de corriente nula. El color de la luz incidente era verde.

El análisis de datos no consistió en más que intentar identificar que punto tomábamos como V_0 , el criterio seleccionado fue colocar dos cotas para la corriente, una cota mínima seteada en 0 y una cota máxima arbitraria que se muestra en el gráfico con línea punteada roja y label “epsilon”. Como bajo estas cotas se encontraron varios puntos, arbitrariamente por el momento decidimos tomar el que esté más cercano a la tendencia positiva con el voltaje.

Dia 2: 05/09/2025

Empezamos intentando observar el fenómeno con el fotocromador, en lugar de con el led únicamente. Probamos introduciendo el colimador, pero la luz resultante era demasiado tenue para registrar correctamente. Además, encontramos que la frecuencia de referencia del lock-in (y por ende la utilizada en el led) debía ser más baja para que el led llegue a apagarse completamente y se registren correctamente los datos.

La configuración del generador de funciones ahora es: 3,7 Vpp, desde 1.2V hasta 5V; frecuencia de 1kHz (onda sinusoidal). El fototubo se encontraba conectado al lockin de forma tal que la parte inferior (el ánodo) era al que se le aplicaba la tensión de salida.

Para medir I , hallamos una función para el lock-in que modifica la fase de la señal para minimizar Y , por lo que podemos medir la corriente directamente con X . Igualmente se registraron tanto las mediciones de X como de Y . En las primeras mediciones colocamos el lockin con un tiempo de integración de 30ms, con una sensibilidad de 1mV.

Realizamos un barrido de longitudes de onda, comenzando desde los 420 nm hasta los 720 nm, con las mismas configuraciones anteriores del generador. Los barridos de longitudes de onda fueron realizados manualmente, el lockin mantuvo el mismo tiempo de integración que antes.

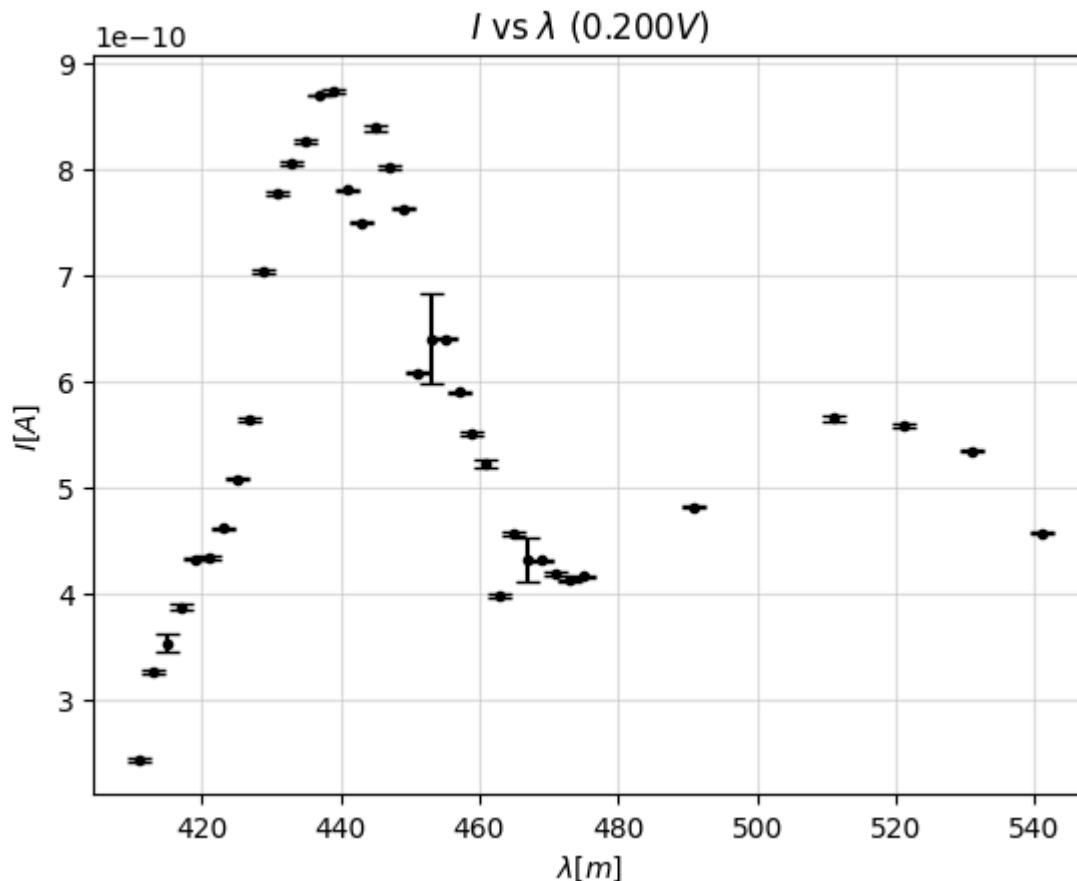


Figura 4: Barrido de longitudes de onda a voltaje constante de 0.2 V. Este barrido fue realizado variando manualmente las longitudes de onda con el monocromador.

Para terminar fallamos en querer automatizar las mediciones de variar la longitud de onda a potencial fijo. Luego de mucha pelea decidimos hacerlo a mano, configuramos el lockin con un time constant de 30ms, sensibilidad de 1nA(mV), como señal hacia el fototubo enviamos un voltaje de 0.200V. El barrido realizado fue desde 420nm hasta 550nm, donde hasta los 484 nm fuimos saltando cada 2 nm, y luego terminamos saltando cada 10/20nm con el único objetivo de tener una idea general de cómo era aproximadamente la forma del fenómeno.

Para finalizar realizamos un barrido del ruido (con el led apagado), haciendo un barrido de voltajes desde -1.5V hasta 1V(mismo con el que realizamos las medidas de barrido para cada longitud de onda) con el criterio de tener mediciones del ruido en las mismas frecuencias con las que realizamos todos los barridos. El time constant configurado

para el lockin fue de 30 ms (igual que las otras mediciones), la sensibilidad fue siendo configurado con el autosest directo desde el código.

Encontramos el siguiente enunciado en el manual del Kurios, que nos dice que la secuencia de longitudes de onda elegidas se puede controlar mediante un trigger externo, siendo este una señal de 5V TTL. Por lo que la próxima vez vamos a tratar de controlar la longitud automatizando el Kurios, para así obtener más fácilmente una curva con más puntos.

In external trigger mode, the trigger is provided by a 5 V TTL signal through the TRIGGER IN BNC port on the back panel. The user can choose whether the trigger occurs on the rising or falling edge of the signal.

Dia 3: 19/09/2025

Iniciamos la clase con el mismo set-up en el generador de funciones. El primer objetivo del día es lograr programar un barrido de longitudes de onda con el Kurios. El primer problema hallado es que, en caso de querer cambiar la longitud de onda con una señal cuadrada enviada a través del lock-in, la frecuencia está condicionada a ser la de referencia (en este caso 1KHz y el voltaje de 1.2 a 5), por lo que no será un método viable. La opción auxiliar siempre será hacerlo manualmente, pero si se logra automatizar el barrido lograremos una densidad de datos mucho mayor, lo que es indispensable para determinar con mayor precisión el potencial de frenado.

Finalmente logramos controlar el cambio de longitud de onda a través del lockin, mandando una señal de 5 V e instantáneamente 0 V que hace de TTL. Utilizando esto configuramos el voltaje del lockin a 1V(porque era el que no overloadeaba y para las longitudes de onda más grandes nos permitia ver mayor cantidad de valores con corriente cercana a cero), el tiempo de integración en 300 ms y 1 mV. Realizamos un primer barrido de longitudes de onda de forma descendente, tomando valores de 730 nm hasta 420 nm realizando un paso de 1 nm.

Graficamos c/λ vs corriente, cuyo gráfico se muestra a continuación:

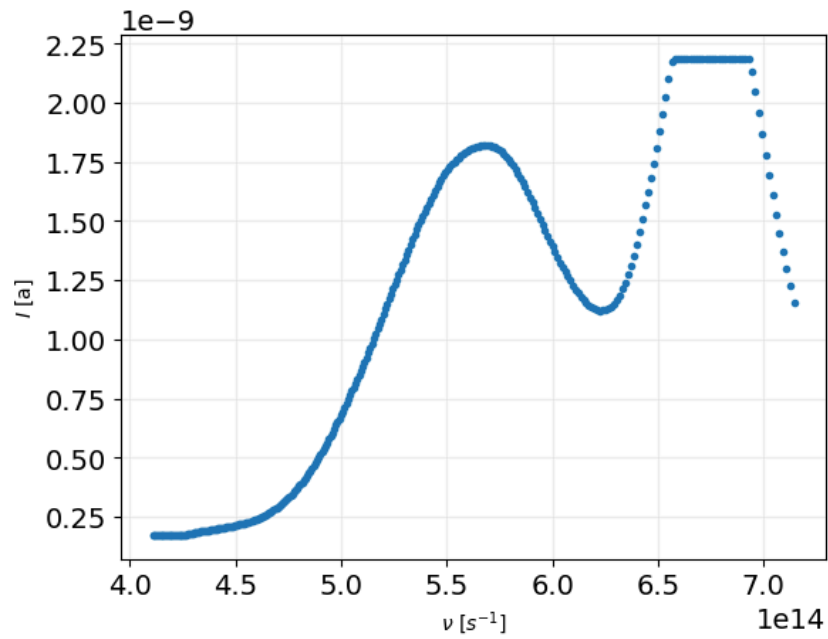


Figura 4: Corriente $I[A]$ vs $\nu[V]$ con voltaje en 1V. Se puede notar que en la segunda campana hay una saturación en la medición.

Se puede ver como la segunda campana se encuentra saturada por culpa de la sensibilidad configurada del lockin.

Realizamos un segundo barrido de frecuencias para poder medir la segunda campana sin estar overloadeada, cambiamos el tiempo de integración a 300 ms, y la sensibilidad 10 mV, el mismo barrido de longitudes de onda, obteniendo el siguiente gráfico:

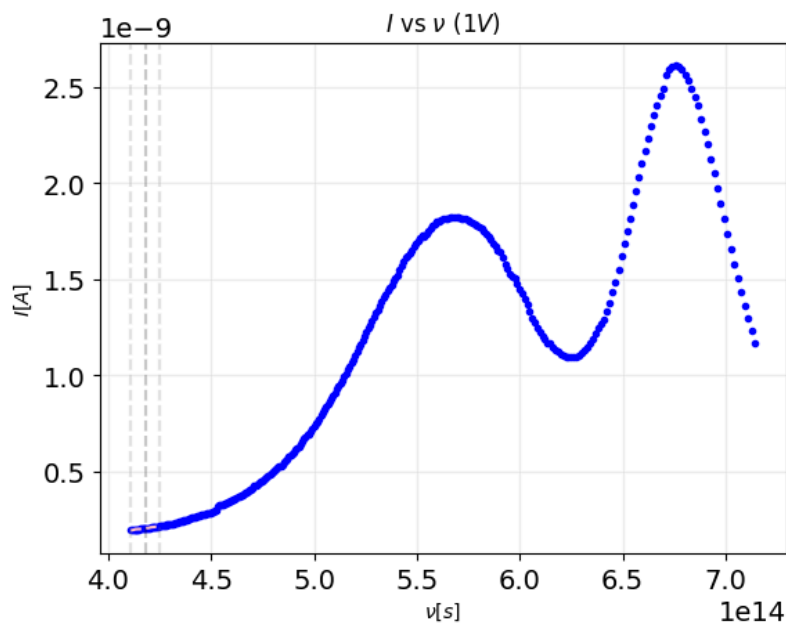


Figura 5: Corriente $I[A]$ vs $\nu[V]$ con voltaje en 1V.

Finalmente realizamos un último barrido de longitudes desde 700 nm a 730 nm, barriendo de a 1 nm, el tiempo de integración fueron 300 ms, y cambiamos la sensibilidad a 500 μV con el objetivo de poder realizar una mejor medición en la zona donde hay un salto en la corriente. La medición se puede ver en la siguiente figura:

Para probar con otro voltaje configuramos el lock-in para enviar 5V, la configuración de tiempo de integración y sensibilidad es análoga a la del segundo barrido.

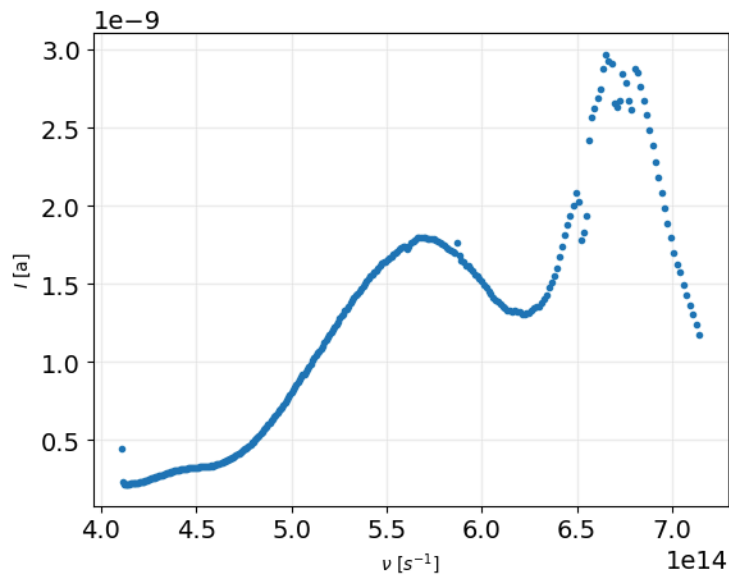


Figura 5: Corriente I [A] vs ν [V] con voltaje en 5V.

Se puede notar que en esta última medición la segunda campana no satura pero hay una dispersión en los datos, esto posiblemente es debido a que no esperamos el suficiente tiempo entre mediciones para que el Lock-In integre y elimine el ruido.

A continuación realizamos barridos de voltajes para cada longitud de onda, la configuración de lockin fue un tiempo de integración de 30ms, con una sensibilidad de 5mV. El barrido de longitudes de onda comienza desde los 420 nm con un paso de 25 nm. Se tomaron 200 puntos en cada barrido. Un gráfico de ejemplo es el siguiente:

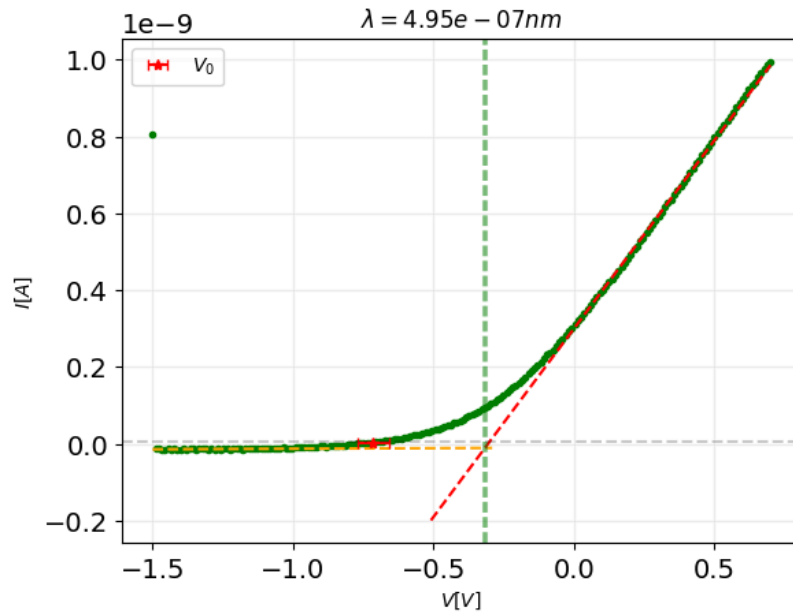


Figura 6: Corriente $I[A]$ vs $V[V]$ para una longitud de onda de 495nm.

Como vimos que a partir de los 620nm las mediciones quedaban ruidosas, decidimos aumentar el tiempo de integración 300ms y bajar la sensibilidad a 500 μV . Una vez terminado este set de mediciones realizamos un barrido de voltajes midiendo únicamente el ruido, es decir que apagamos el led blanco. Este barrido de voltajes es el mismo que el anterior y con una configuración del lockin de 30ms y una sensibilidad de 5mV. Por completitud realizamos un segundo barrido de voltajes del ruido con la configuración del lockin con un tiempo de integración de 300ms y una sensibilidad de 500 μV . Ambos gráficos se muestran a continuación:

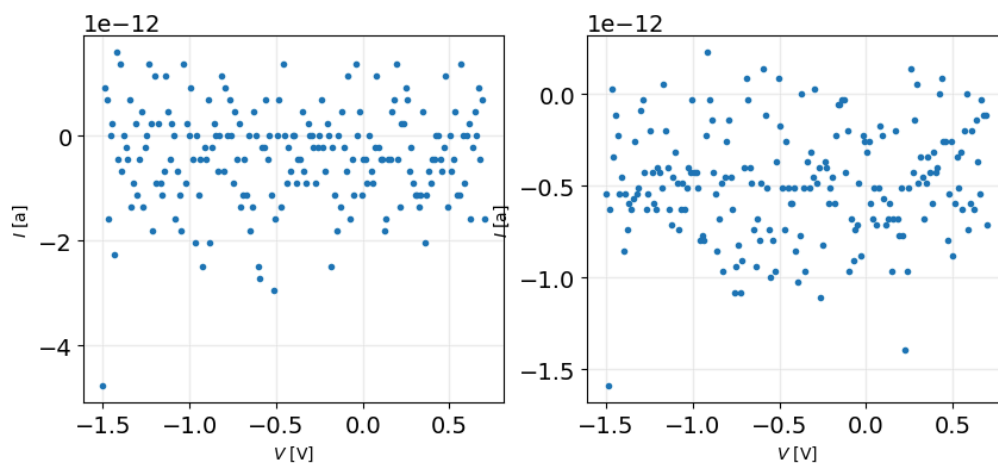


Figura 7: Corriente $I[A]$ vs $V[V]$ para ambas configuraciones del lockin. El gráfico de la izquierda corresponde a la primera configuración y a su derecha la otra.