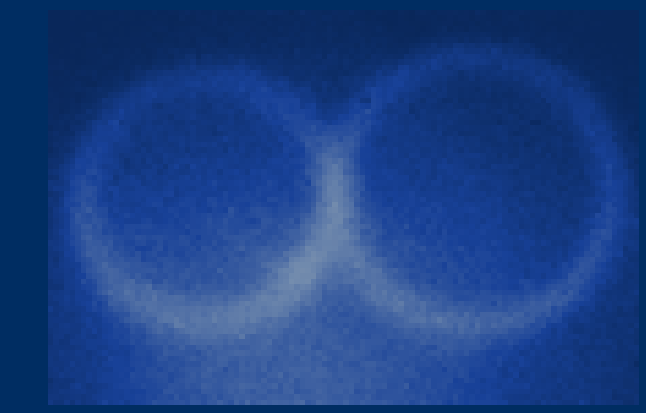




Mediciones de shot noise y Johnson noise en fotodiodos.

Samuel Esteban Sánchez Rodríguez and Alejandra Catalina Valencia

Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes, A.A. 4976, Bogota, D.C., Colombia

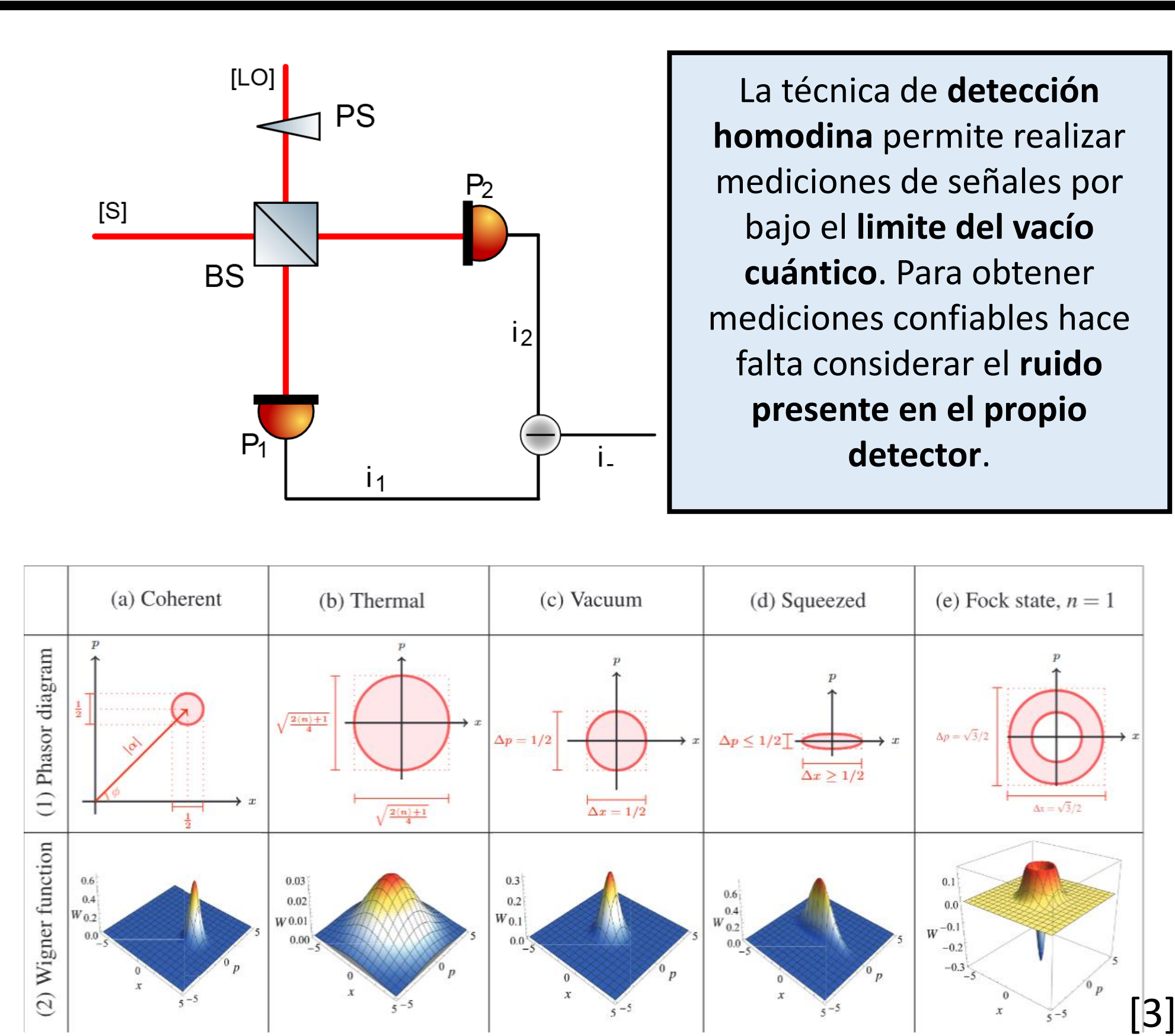
E-mail: se.sanchezr1@uniandes.edu.co

Universidad de los Andes, 6 de mayo de 2025

Resumen

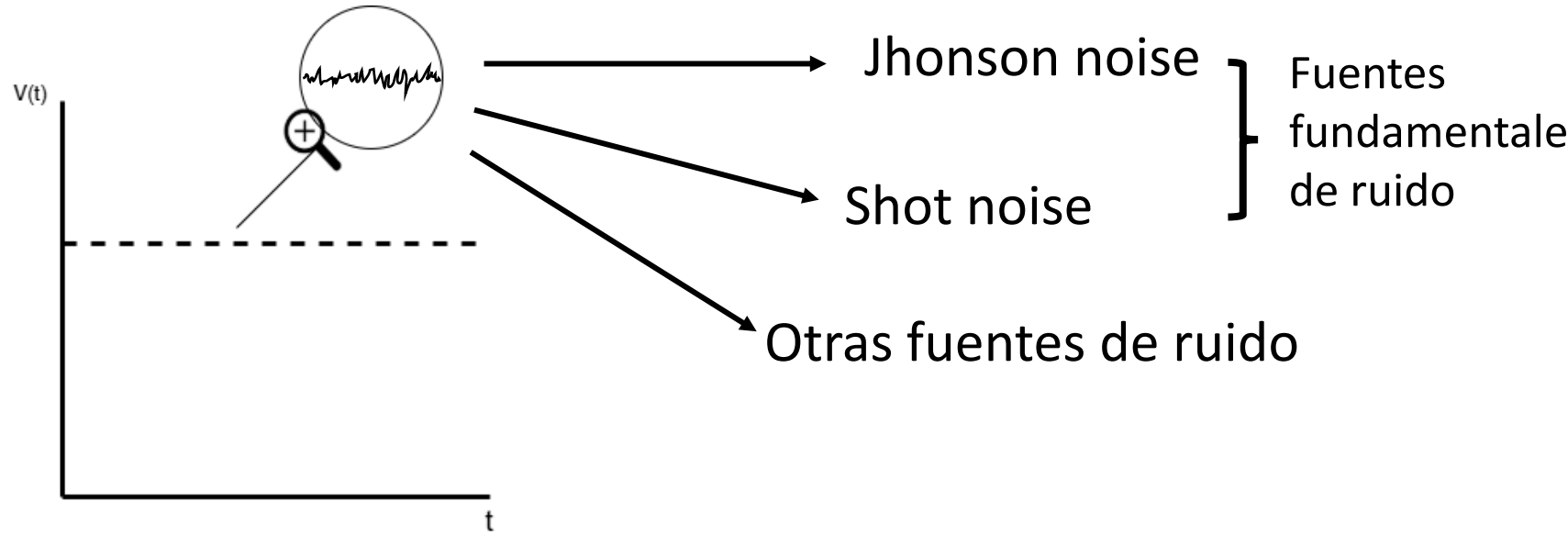
Se presenta un estudio de la electrónica subyacente a un detector homodino equilibrado (BHD). La detección homodina es relevante para aplicaciones como telecomunicaciones ópticas clásicas y cuánticas, meteorología, detección y computación cuántica. La característica principal de un BHD es la capacidad de medir el comportamiento de señales extremadamente pequeñas de ruido, incluso bajo el limite del vacío cuántico. Para la calibración de BHD, una comprensión profunda de la electrónica detrás del proceso de detección permite al usuario caracterizar el ruido intrínseco del fotodiodo, identificar las etapas de amplificación y evaluar el ruido adicional introducido en cada etapa. El estudio se enfoca principalmente en shot noise y Johnson noise como fuentes principales de ruido. El Ruido de Johnson describe la fluctuaciones de voltaje debidas a el movimiento térmico de portadores de carga. El shot noise surge de la llegada discreta y aleatoria de partículas como fotones o electrones.

Motivación

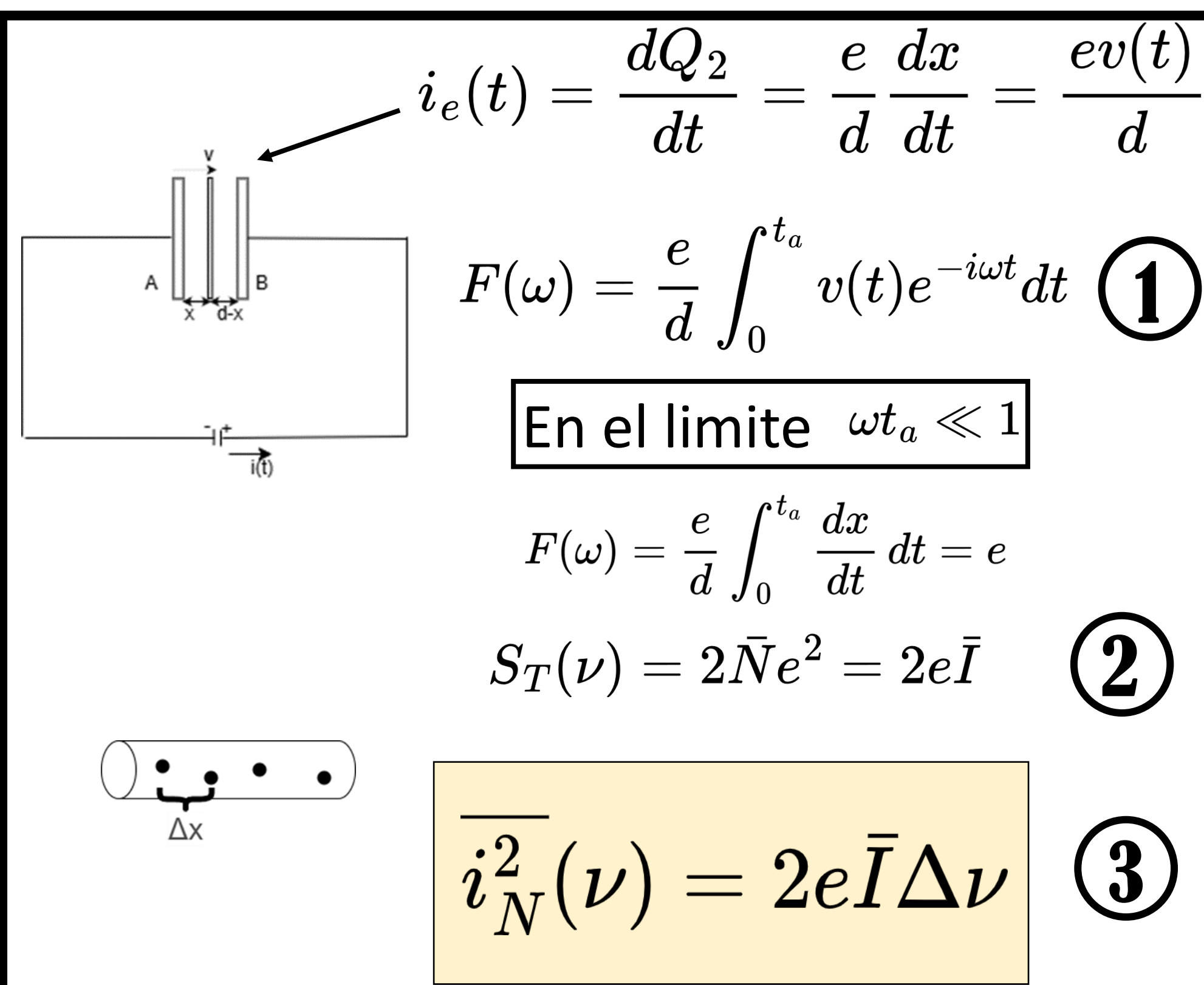


Objetivo

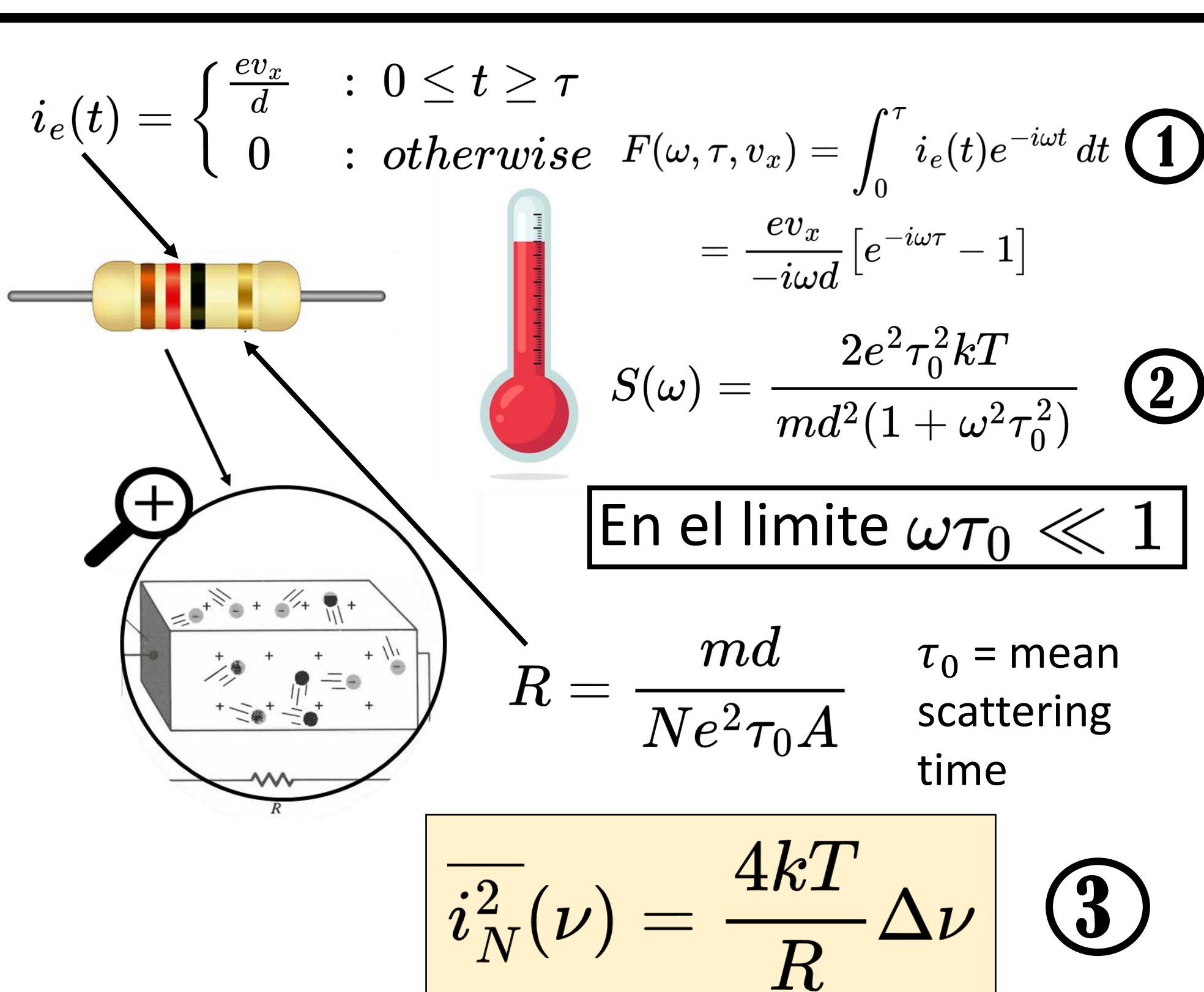
Desarrollar mecanismos de análisis de ruido capaces de distinguir que tanto aporta cada fuente de ruido en una medición de una señal



Shot noise

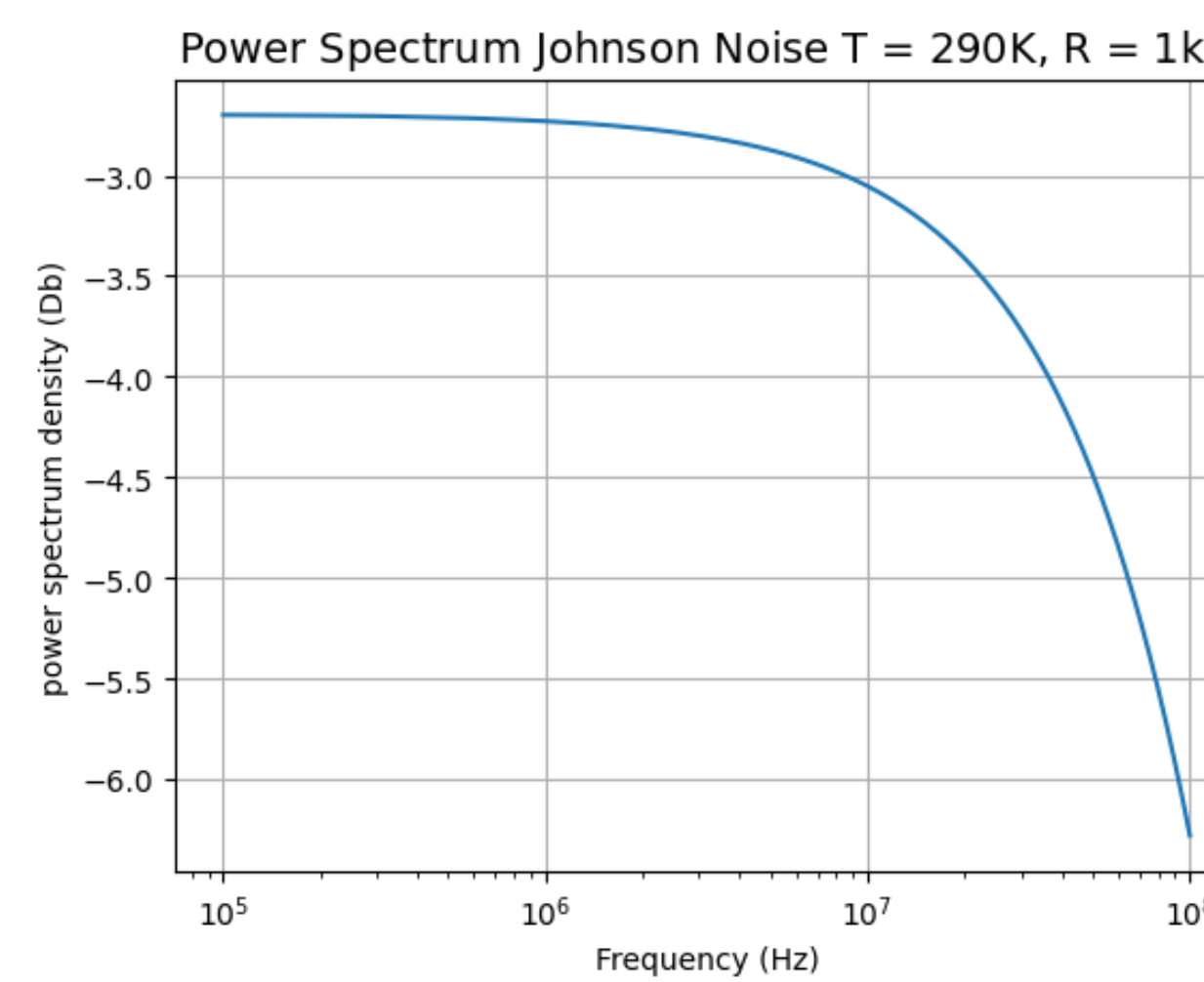


Jhonson noise



Ejemplos

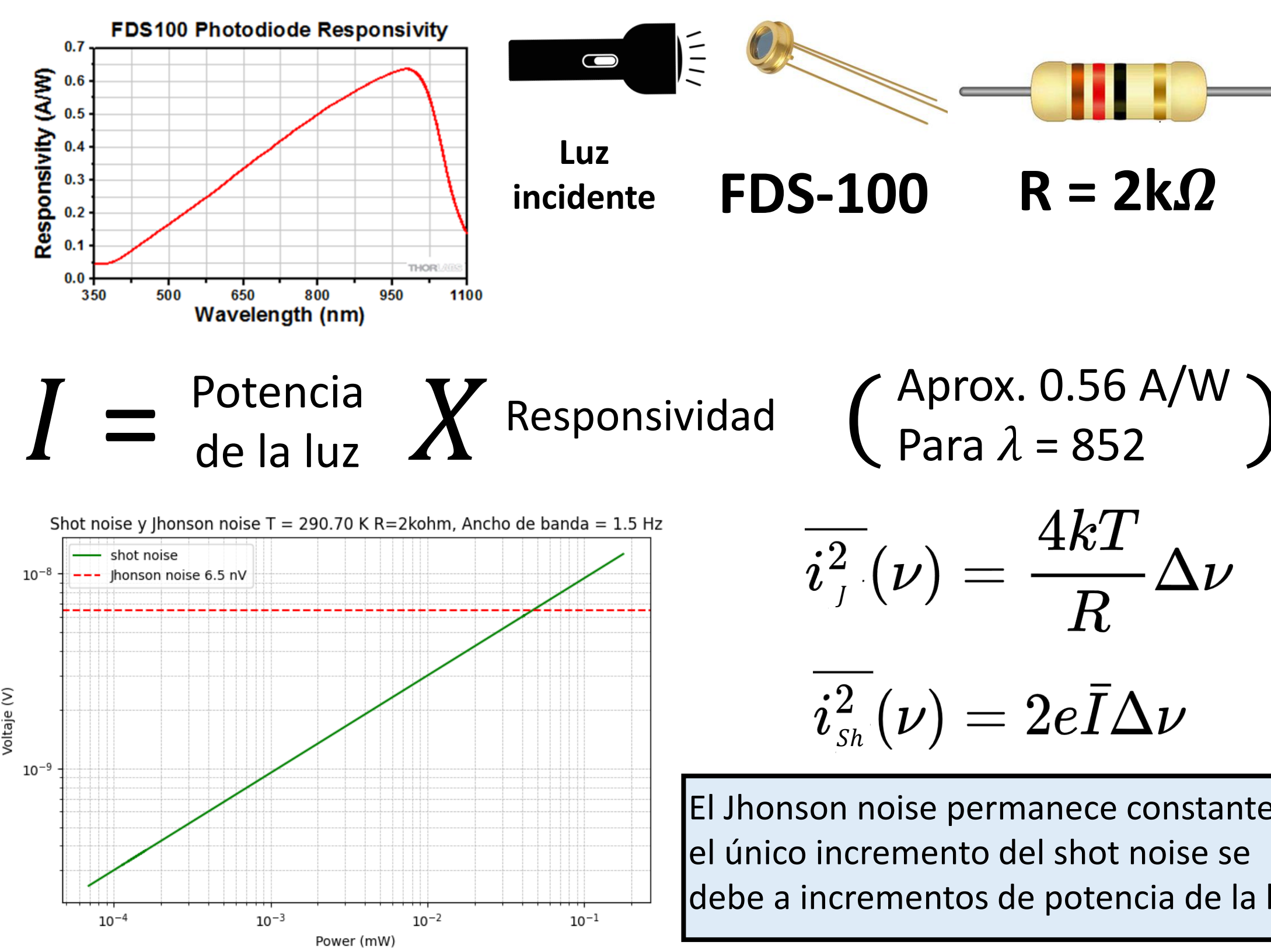
Función de densidad espectral de Jhonson noise



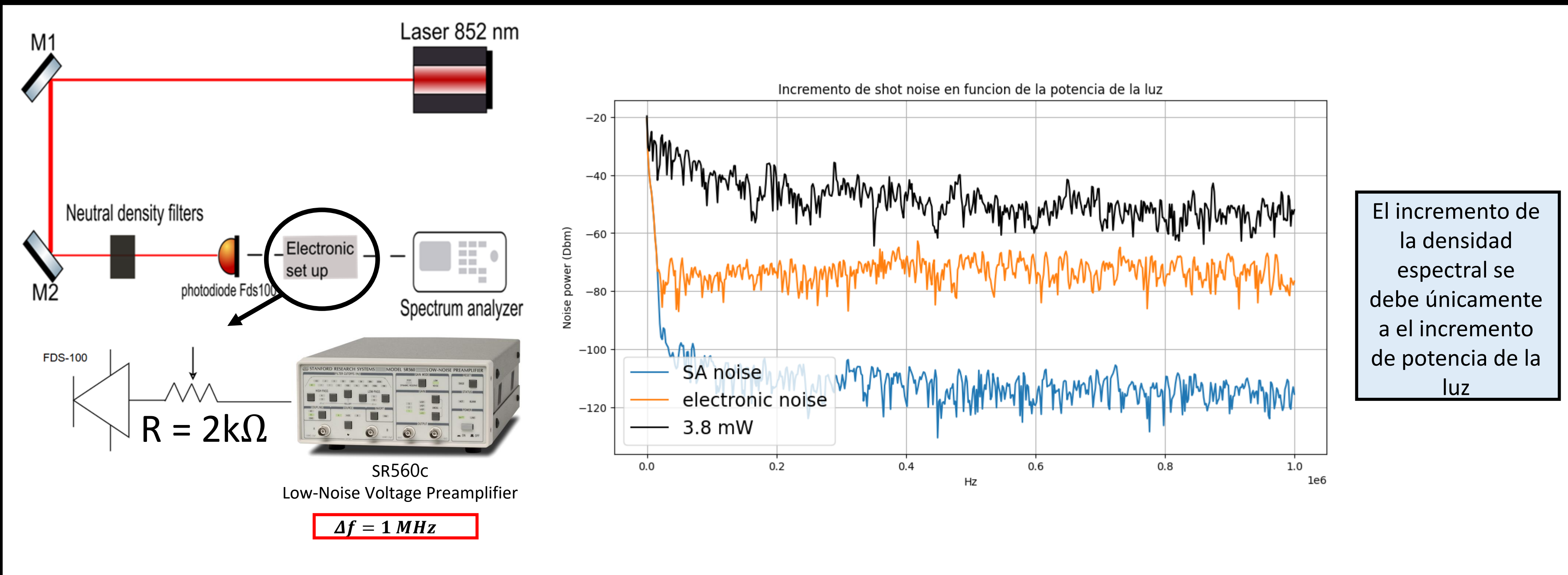
Antes del limite $\omega\tau_0 \ll 1$, el Johnson noise se comporta como un ruido blanco, es decir, independiente de la frecuencia

Shot noise y Jhonson noise en fotodiodos

Para este ejemplo se uso un fotodiodo fds-100, una resistencia de $R = 2\text{k}\Omega$, a temperatura $T = 290\text{K}$ y $\Delta\nu = 1.5\text{ Hz}$



Como medir ruido



El incremento de la densidad espectral se debe únicamente a el incremento de potencia de la luz

Conclusiones y trabajo a futuro

- Se observo un rango en el que el **shot noise** y el **Johnson noise** se comporta como un **ruido blanco** independiente de la **frecuencia**.
- En el rango de **ruido blanco** el **shot noise** y **Johnson noise** son unicamente dependientes de la **intensidad**, la **temperatura** y el **ancho de banda** $\Delta\nu$ respectivamente.
- Se espera realizar mediciones experimentales de **shot noise** y **Johnson noise** para un **detector homodino balanceado**.

Referencias

- [1] Amnon Yariv, Amnon Yariv. Introduction to optical electro-nics (HRW series in electrical engineering, electronics, and systems). Holt McDougal, 1977.
- [2] Oliver, B. M. (1965). Thermal and Quantum Noise. Proceedings of the IEEE
- [3] Alvarez, J.-R., Martínez Silva, A., & Valencia, A. (2023). *Measuring Wigner functions of quantum states of light in the undergraduate lab*. Universidad de los Andes