

PRÁCTICA 3: MEDICION DE CUADRATURAS DE LA LUZ Y OBTENCIÓN DE LA FUNCIÓN DE WIGNER

En esta práctica el estudiante se familiarizará experimentalmente con la técnica de detección llamada homodina balanceada (BHD) para medir las cuadraturas de la luz.

Los estudiantes podrán, a partir de las mediciones de cuadraturas, reconstruir la función de Wigner para un estado coherente y para el vacío. La práctica tiene componente de medición en el laboratorio y otra parte de simulación computacional.

OBJETIVOS

- Para la parte experimental
 - ✓ Entender el método de BHD reconociendo claramente la componente óptica y la componente electrónica.
 - ✓ Reconocer que con la técnica de BHD se pueden medir las cuadraturas de la luz.
 - ✓ Realizar histogramas de los valores de cuadratura de una fuente de luz coherente y del vacío.
- Para la parte de simulación computacional
 - ✓ Familiarizarse con la tomografía cuántica en variables continuas
 - ✓ Familiarizarse con la transformación de Radon
 - ✓ Obtener a partir de datos simulados, u obtenidos en el laboratorio, la función de Wigner para estados coherentes y para el vacío.

LECTURA PREVIA

- C. Gerry y P.L. Knight, *"Introductory Quantum Optics"*, Cambridge University Press, 2005.
- M.Fox, *"Quantum Optics an introduction"*, Cambridge University Press, 2005.
- Bachor, *"A guide to experiments in quantum optics"* 2004.
-

Otras lecturas de profundización

- *"Characterization of quantum states of light by means of homodyne detection and reconstruction of Wigner functions"* Andres Martinez, monografía de pregrado Uniandes <https://bit.ly/38Qdzw6>
- G. Breitenbach, S. Schiller, and J. Milynek, "Measurement of the quantum states of squeezed light", *Nature*, **387**, 471 (1997).
- *"Measuring the quantum state of light"* U. Leonhardt, Cambridge University Press, 1997.

PREGUNTAS PREVIAS

Antes de realizar la práctica en el laboratorio responda las siguientes preguntas.

- ¿Qué es un detector homodino balanceado?
- Demuestre matemáticamente que, en efecto, midiendo la diferencia de corrientes entre dos foto-detectores en un detector homodino balanceado es posible medir las cuadraturas de la luz.
- ¿Qué es la tomografía cuántica?
- ¿Por qué es de interés medir la función de Wigner de la luz?

Experimento

Para esta práctica se utilizará un láser de He-Ne para ser estudiado utilizando BHD. El montaje experimental se muestra en la Fig.1. Se medirán cuadraturas de una

fuentes de luz coherente y del vacío. Para esto debe fijar diferentes posiciones del piezo-eléctrico. Defina esta cantidad basándose en obtener una oscilación completa del valor promedio de la diferencia de corrientes. Para cada fase del oscilador local acumule, en el osciloscopio, 2 minutos de datos con la mayor resolución temporal que le ofrezca el osciloscopio. A partir de estos valores genere un histograma para cada fase del oscilador local (LO) y grafique el valor medio y la desviación estándar de la medición de cuadraturas.

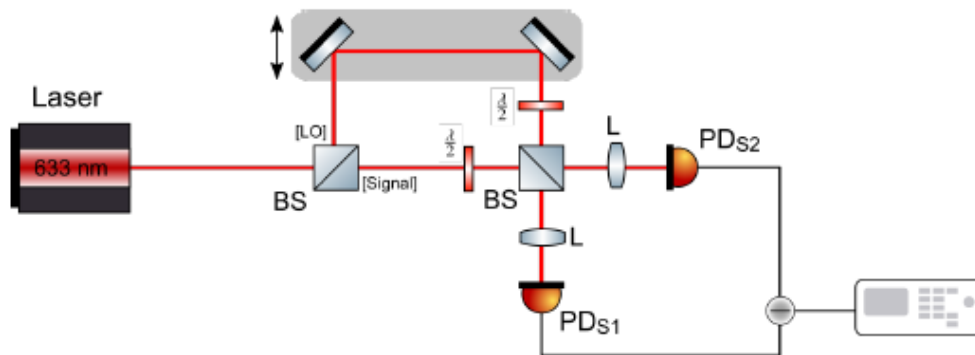


Figura 1. Montaje experimental de BHD

Simulación

Para esta parte utilizaremos la implementación computacional desarrollada en el grupo de investigación de óptica cuántica. Los detalles se encuentran en la monografía del estudiante Andrés Martínez en los apéndices A1 y A2. Específicamente, se implementó un programa que simula mediciones de cuadraturas para diferentes tipos de luz (apéndice A1) y otro programa, que se basa en la transformación de Radon, y realiza la tomografía para obtener las funciones de Wigner.

PREGUNTAS

1. ¿Cómo se reconoce el valor de la fase del LO al utilizar BHD?
2. ¿Qué es el shot noise?

Informe

Preparar un informe que describa el experimento que realizó. Las personas que hacen la practica en el laboratorio deben reportar las funciones de Wigner para el estado coherente y para el vacío. En cambio, las personas que no hacen la practica presencial debe reportar funciones de Wigner para el estado coherente, el vacío, estados de Fock, térmico y squeezed. Esto lo harán generando datos (apéndice A1) y utilizando el programa del apéndice (A2).