

Resumen

La conversión paramétrica, descendente y espontánea (SPDC) es un proceso ampliamente usado para la generación de pares de fotones correlacionados en grados de libertad tales como la polarización, tiempo-energía y variables espaciales [1]. Este proceso se da a través de la interacción de un fotón *pump* con un cristal no lineal se producen dos fotones correlacionados: *signal* e *idler*, los cuales conservan, junto con el *pump*, momento y energía. En el presente proyecto se hizo una caracterización temporal de la luz emitida por un cristal BBO-II colineal. Esta caracterización se hizo mediante su función de correlación temporal de segundo orden $g^{(2)}(\tau)$. El uso de esta fuente de pares de fotones servirá para futuros estudios relacionados a la generación de qubits fotónicos para aplicaciones en información y computación cuántica [4].

Motivación y Pregunta de Investigación

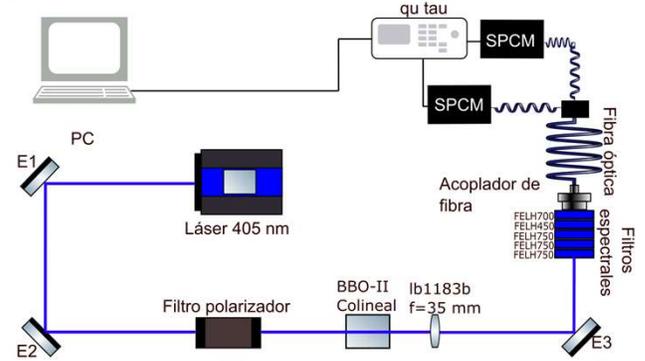
MOTIVACIÓN

- Obtener fuentes de pares de fotones que se encuentran en un estado enredado, los cuales pueden ser usados en aplicaciones de computación cuántica o información cuántica.
- Con la producción de pares de fotones provenientes del cristal BBO-II colineal se puede estudiar el fotón como entidad física en donde se pueden codificar qubits y aplicarlo en información cuántica o protocolos de criptografía cuántica

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las características temporales de una fuente de pares de fotones emitida por un cristal BBO-II colineal?

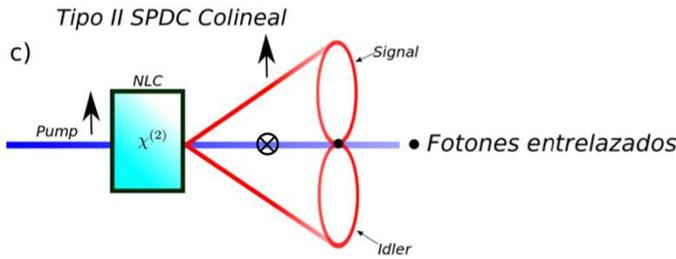
Montaje experimental para la correlación temporal



¿Cómo se caracteriza la luz emitida por un cristal BBO-II colineal?

Propagación de luz a través del cristal

Cuando un haz de luz polarizado pasa a través de un cristal no lineal tipo II, se emite un par de fotones: el fotón *signal*, tiene la misma polarización del *pump* y, a su vez, ortogonal a la del fotón *idler*. [5].



Desde una perspectiva cuántica, la interacción entre el *pump*, el *signal* y el *idler* se caracteriza por un operador Hamiltoniano de esta forma [1]:

$$\hat{H}_I(t) = \epsilon_0 \int_V \chi^{(2)} \hat{E}_p(r,t) \hat{E}_s(r,t) \hat{E}_i(r,t) d^3r.$$

Donde $\vec{E}_p(r,t)$, $\hat{E}_s(r,t)$ y $\hat{E}_i(r,t)$ denotan el campo eléctrico del los fotones *pump*, *signal* e *idler*.

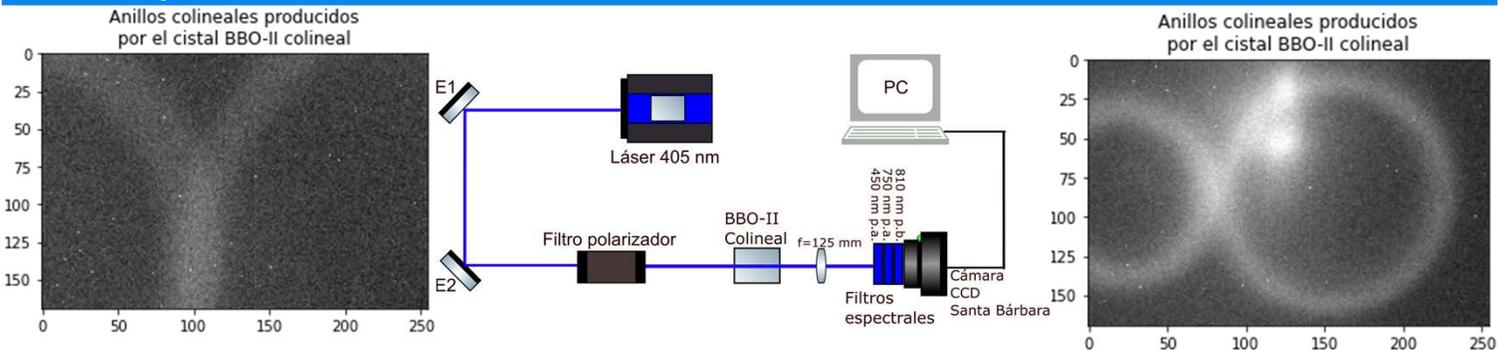
La función de correlación temporal de la luz que sale del cristal está dada por [3]:

$$g^{(2)}(\tau) = \frac{\langle \hat{E}^-(t) \hat{E}^-(t+\tau) \hat{E}^+(t+\tau) \hat{E}^+(t) \rangle}{\langle \hat{E}^-(t) \hat{E}^+(t) \rangle \langle \hat{E}^-(t+\tau) \hat{E}^+(t+\tau) \rangle}$$

donde

$$\hat{E}_s(t) = \hat{E}(t) = \hat{E}^{(+)}(t) + \hat{E}^{(-)}(t); \quad \hat{E}_i(t) = \hat{E}^{(+)}(t+\tau) + \hat{E}^{(-)}(t+\tau)$$

Medición preliminar: observación de anillos colineales



Para que haya una producción colineal de los fotones entrelazados, las direcciones de los fotones *signal* e *idler* deben ser paralelas. Además, debe existir una coincidencia de fase tal que:

$$\Delta k_z = k_{pz} - k_{sz} - k_{iz}$$

es la diferencia entre los vectores de onda del *pump* y los fotones de salida [1]. Entre más cercano sea la diferencia a cero, habrá mayor número de fotones correlacionados.

Medición final: función $g^{(2)}(\tau)$ obtenida



Conclusiones y Trabajo Futuro

- Se logró caracterizar temporalmente la fuente de luz proveniente de un cristal BBO-II colineal mediante la función $g^{(2)}(\tau)$.

Referencias

- [1] Suman Karan, et. al, Phase matching in β -barium borate crystals for spontaneous parametric down-conversión. J. Opt. 22 083501 (2020).
- [2] Calderón, O. L., Controlling correlations of paired photons for fundamental physics and applications in quantum