



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

<b>Tutor/a:</b>	Daniel Rodríguez Rubiales
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	
<b>Cotutor/a:</b>	
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Física Atómica, Molecular y Nuclear

<b>Título del Trabajo:</b>	Detección de fluorescencia de iones de $^{40}\text{Ca}^+$ en una trampa de iones														
<b>Tipología del Trabajo:</b> (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	( Marcar con X)	<table border="1"> <tr> <td>1. Revisión bibliográfica</td> <td></td> <td>4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Estudio de casos teórico-prácticos</td> <td></td> <td>5. Elaboración de un proyecto</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Trabajos experimentales</td> <td>X</td> <td>6. Trabajo relacionado con prácticas externas</td> <td></td> </tr> </table>	1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio		2. Estudio de casos teórico-prácticos		5. Elaboración de un proyecto		3. Trabajos experimentales	X	6. Trabajo relacionado con prácticas externas		
1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio													
2. Estudio de casos teórico-prácticos		5. Elaboración de un proyecto													
3. Trabajos experimentales	X	6. Trabajo relacionado con prácticas externas													

### Breve descripción del trabajo:

El trabajo que aquí se presenta tiene como objetivo la caracterización de un detector fotomultiplicador junto con distintos sistemas de adquisición para su uso junto a una cámara tipo EMCCD (Electron Multipliyng Charge-Coupled Device) y sCMOS (scientific Complementary metal-oxide-semiconductor) en una configuración tal que ambos se encuentren a la misma distancia del centro de la trampa Penning que se ha construido en el Laboratorio de Trampas de Iones y Láseres de la Universidad de Granada. La cámara EMCCD permite la visualización de los fotones de fluorescencia provenientes de un ion de  $^{40}\text{Ca}^+$  enfriado hasta el límite Doppler y ajustar el sistema óptico para reducir los fotones dispersados del haz de radiación láser. De forma similar funciona la cámara sCMOS, que si bien tiene menos sensibilidad es más rápida. Utilizando cualquiera de las dos cámaras es posible reducir el ruido de fondo que se registra en el fotomultiplicador, para poder utilizar éste con iones individuales. En este trabajo se implementará dicho fotomultiplicador en una configuración que se diseñará y se caracterizará el mismo al procesar la señal con diferentes sistemas de adquisición (unidad de conteo, amplificador lock-in, etc.). Para este último será necesario procesar la señal. Los resultados permitirán obtener un sistema formado por una cámara EMCCD o sCMOS y el fotomultiplicador para experimentos de óptica cuántica. La consecución del objetivo en la trampa Penning, implicará inmediatamente su proyección en una trampa lineal de radiofrecuencia.

### Objetivos planteados:

1. Conocer el funcionamiento de los detectores fotomultiplicadores y cámaras CCD y CMOS, así como los sistemas (en general) de recolección y procesamiento de la señal para la adquisición.
2. Conocer el funcionamiento de los sistemas de adquisición existentes en el Laboratorio de Trampas de Iones y Láseres para contar fotones: a) amplificador tipo lock-in, b) módulos NIM, c) tarjeta FPG y d) nueva unidad de conteo.
3. Diseñar el sistema mecánico para integrar el fotomultiplicador en el experimento de trampas Penning. Una vez integrado, analizar los resultados de pruebas que permitan reducir el fondo en consonancia con la cámara EMCCD (o sCMOS).
4. Estudio comparativo para obtener las ventajas y/o inconvenientes del uso de un sistema de adquisición y procesado de la señal para un experimento específico de simulación cuántica. Proyección al experimento con la trampa lineal.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de  
Ciencias  
Sección de  
Físicas

### **Metodología:**

1. Estudio del movimiento del ion en una trampa Penning.
2. Estudio de los mecanismos de enfriamiento de un ion de  $40\text{Ca}^+$  en la trampa Penning e introducción al dispositivo experimental: producción de iones, regulación de láseres y alineamiento.
3. Estudio de las transiciones de los láseres para enfriamiento Doppler y side-band cooling.
4. Estudio detallado de cámaras científicas y fotomultiplicadores con sus sistemas de adquisición.
5. Diseño con AUTOCAD y montaje de un tubo fotomultiplicador en corriente en la línea de recolección de la imagen y requerimientos para recoger la señal de cada fotón en forma de pulso utilizando una tarjeta FPGA, sincronizada con un amplificador de tipo lock-in y con una unidad de conteo. Reducción de la radiación de fondo en el detector
6. Estudio comparativo y complementariedad de los diferentes sistemas.

### **Bibliografía:**

1. W.R. Leo, *Techniques for nuclear and particle physics experiments* (Springer, Berlin, 1994).
2. G. Werth, V.N. Gheorghe, F. G. Major, *Charged Particle Traps II*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009.
3. D. Leibfried, R. Blatt, C. Monroe, D. Wineland, *Reviews of Modern Physics* 75, 281-324 (2003).
4. P. Escobedo, *Desarrollo de un sistema de control para láseres de diodo utilizando moduladores acústico-ópticos*, Trabajo Fin de máster (2014)
5. J. Berrocal, *Implementación de una trampa lineal para simulaciones del modelo cuántico de Rabi*, Trabajo Fin de Máster (2018).

**A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG**

Alumno/a propuesto/a: *David Freire Fernández*

Granada, 28 de abril 2020

Sello del Departamento