

# Development and Performance Evaluation of High Resolution TOF-PET Detectors Suitable for Novel PET Scanners

Efthymios Lamprou

Under the supervision of  
Antonio J. González Martínez

La Tomografía por Emisión de Positrones (PET) es una de las herramientas más importantes en la medicina de diagnóstico actual y la más representativa en el campo de la Imagen Molecular. Esta modalidad de imagen es capaz de producir información funcional única, que permite la visualización en detalle, cuantificación y conocimiento de una variedad de enfermedades y patologías. Áreas como la oncología, neurología o la cardiología, entre otras, se han beneficiado en gran medida de esta técnica. A pesar de que un elevado número de avances han ocurrido durante el desarrollo del PET, existen otros que son de gran interés para futuras investigaciones. Uno de los principales pilares actualmente en PET, tanto en investigación como en desarrollo, es la obtención de la información del tiempo de vuelo (TOF) de los rayos gamma detectados. Cuando esto ocurre, aumenta la sensibilidad efectiva del PET, mejorando la calidad señal-ruido de las imágenes. Sin embargo, la obtención precisa de la marca temporal de los rayos gamma es un reto que requiere, además de técnicas y métodos específicos, compromisos entre coste y rendimiento. Una de las características que siempre se ve afectada es la resolución espacial. Como discutiremos, la resolución espacial está directamente relacionada con el tipo de centellador, y por lo tanto, con el coste del sistema y su complejidad.

En esta tesis, motivada por los conocidos beneficios en imagen clínica de una medida precisa del tiempo y de la posición de los rayos gamma, proponemos configuraciones de detectores TOF-PET novedosos capaces de proveer de ambas características. Sugerimos el uso de lo que se conoce como métodos de “light-sharing”, tanto basado en cristales monolíticos como pixelados de tamaño diferente al del fotosensor. Estas propuestas hacen que la resolución espacial sea muy alta. Sin embargo, sus capacidades temporales han sido muy poco abordadas hasta ahora. En esta tesis, a través de varios artículos revisados, pretendemos mostrar los retos encontrados en esta dirección, proponer determinadas configuraciones y, además, indagar en los límites temporales de éstas.

Hemos puesto un gran énfasis en estudiar y analizar las distribuciones de la luz centellante, así como su impacto en la determinación temporal. Hasta nuestro conocimiento, este es el primer trabajo en el que se estudia la relación de la determinación temporal y la distribución de luz de centelleo, en particular usando SiPM analógicos y ASICs. Esperamos que esta tesis motive y permita otros muchos trabajos orientados en nuevos diseños, útiles para instrumentación PET, así como referencia para otros trabajos.

Esta tesis esta organizada como se describe a continuación. Hay una introducción compuesta por tres capítulos donde se resumen los conocimientos sobre imagen PET,

y especialmente aquellos relacionados con la técnica TOF-PET. Algunos trabajos recientes, pero aún no publicados se muestran también, con el objetivo de corroborar ciertas ideas. La segunda parte de la tesis contiene los cuatro artículos revisados que el candidato sugiere.