

Propuesta de tesis de Licenciatura en Ciencias Físicas

Departamento de Física - FCEN - UBA

Tema: Implementación de fotomultiplicadores de silicio en aplicaciones espaciales.

Director: Dr. Pablo Levy, levy@cnea.gov.ar

Colaborador: Dr. Federico Izraelevitch, fhi@unsam.edu.ar

Lugar de trabajo: Laboratorio de Integración Nano Electrónica (LINE), UNSAM.

Resumen

El presente trabajo se enmarca en la colaboración científica LabOSat. Una de las líneas de investigación es el desarrollo e implementación de fotomultiplicadores de silicio en aplicaciones espaciales. Las actividades propuestas incluyen la medición de muy bajos flujos de fotones y partículas elementales mediante SiPMs, diseño de experimentos basados en SiPMs para realizar a bordo de satélites, desarrollo de circuitos electrónicos y su caracterización para uso espacial y análisis de datos provenientes de las misiones actualmente en órbita.

Descripción de la propuesta

Los fotomultiplicadores de silicio

Los fotomultiplicadores de silicio (SiPM, *Silicon PhotoMultiplier*) son fotosensores novedosos basados en tecnología de estado sólido. Son capaces de medir desde fotones individuales hasta del orden de mil simultáneamente. Son extremadamente rápidos, pudiéndose obtener mediciones de tiempo con 10 ps (pico segundos) de precisión [1]. Comparados con los tradicionales tubos fotomultiplicadores, éstos operan a bajos voltajes de polarización, son compactos y mecánicamente robustos, insensibles a campos magnéticos y poseen una mayor eficiencia de detección de fotones. Por ello, los SiPMs son candidatos a reemplazar a los tubos fotomultiplicadores en aplicaciones espaciales en las que se requiera fotodetectores ultra sensibles y rápidos, tanto en ciencia básica como en desarrollos tecnológicos.

Los SiPMs poseen diversas aplicaciones, desde la biofotónica [2] hasta los experimentos de Física de partículas elementales [3], pasando por equipos de diagnóstico por imágenes de medicina nuclear [4]. Para la detección de partículas ionizantes, los SiPM se acoplan a materiales centelleadores. Estos últimos son aquellos que tienen la propiedad de emitir luz cuando se excitan o ionizan sus átomos o moléculas. El SiPM cumple el rol de transductor, convirtiendo la luz de centelleo en un pulso eléctrico.

El ambiente espacial

Los satélites en órbita están sometidos a un entorno hostil: el ambiente espacial. Allí, los artefactos sufren grandes amplitudes y gradientes térmicos, radiación de partículas ionizantes, colisiones con polvo y meteoroides, además del choque mecánico durante el despegue. Por ello, cada componente que se desee utilizar en una misión debe ser exhaustivamente estudiado para minimizar los riesgos. De aquí que las aplicaciones espaciales de nuevas tecnologías, tales como los SiPMs, requieran tiempos de maduración relativamente largos. Por ello, el desarrollo e implementación de estos componentes resulta especialmente atractivo en estos momentos liminares.

El Proyecto LabOSat

El proyecto LabOSat (acrónimo de Laboratory On-a-Satellite) está compuesto por una colaboración científica en la cual participan 12 investigadores de CNEA, Exactas-UBA, FIUBA,

INTI y UNSAM, (muchos de ellos miembros del CONICET), junto con sus respectivos grupos de técnicos y becarios [5,6] . Una de las líneas de investigación del proyecto es la implementación de SiPMs para aplicaciones espaciales, tanto básicas como tecnológicas. La misma se desarrolla principalmente en el Laboratorio de Integración Nano Electrónica (LINE) de la UNSAM, en el campus Miguelete.

Sobre las actividades propuestas

Las actividades que realizamos en esta línea de investigación incluyen:

- Mediciones de muy bajos flujos de fotones y partículas elementales mediante SiPMs.
- Diseño de experimentos basados en SiPMs para realizar a bordo de satélites.
- Desarrollo de electrónica para SiPMs, analógica, digital y sistemas embebidos.
- Ingeniería conceptual y de detalle de misiones satelitales.
- Fabricación e integración de electrónica y sistemas para misiones satelitales.

La presente propuesta contempla la realización de un trabajo en este contexto. Dependiendo del perfil y los intereses del estudiante, identificaremos un tema específico dentro de los subproyectos planificados o en marcha al momento de iniciar el trabajo. Las actividades propuestas requieren diversas habilidades, las cuales pueden ser incorporadas o aprendidas durante el desarrollo del proyecto (es decir, no son excluyentes para los estudiantes que deseen ingresar al grupo). Entre ellas, podemos mencionar:

- Manejo de instrumental de laboratorio de alto ancho de banda y bajo ruido.
- Análisis de datos provenientes de las misiones satelitales.
- Diseño y construcción de circuitos electrónicos.
- Caracterización de circuitos electrónicos mediante experimentos físicos.
- Cálculos y modelado computacional para el diseño de futuras misiones.
- Diseño mecánico y térmico de componentes o piezas de misiones satelitales.

Las actividades se realizarán formando parte del grupo de investigación, e interactuando con ingenieros electrónicos y físicos. Existe la posibilidad de realizar en el grupo proyectos de Laboratorio 6 y 7, Proyectos Finales de Carrera, Tesis de Licenciatura, Tesis de Maestría y Tesis de Doctorado. Todo, bajo la vibrante idea de saber que el fruto del trabajo será puesto en órbita en un satélite nacional.

Referencias

- [1] S. Gundacker et al., *SiPM time resolution: From a single photon to saturation*, Nucl. Instr. Meth. A 718 (2013) 569.
- [2] Lin, F., et al. *Silicon photomultipliers for improved biomolecule detection*, Biomedical Optics 2006. International Society for Optics and Photonics, 2006.
- [3] H. Anderhub et al., *Design and Operation of FACT –The First G-APD Cherenkov Telescope*, Journal of Instrumentation 8 (2013) P06008.
- [4] S. Steifert et al., *First characterization of a digital SiMP based time-of-flight PET detector with 1 mm spatial resolution*, Phys. Med. Biol. 58 (2013) 3061.
- [5] labosat.unsam.edu.ar
- [6] www.conicet.gov.ar/labosat-tecnologia-argentina-en-el-espacio/.