

De la energía a la microelectrónica: avances que transforman la Ingeniería en Santander

POR: GABRIEL ORDÓÑEZ PLATA*

Este artículo presenta los avances recientes de las Ingenierías Eléctrica y Electrónica en Santander, destacando la articulación entre la academia, la empresa y los grupos y centros de investigación. Se abordan los desarrollos en energías renovables, digitalización de sistemas eléctricos, microelectrónica e Inteligencia Artificial (IA), mostrando cómo la región se consolida como un referente nacional en innovación tecnológica y transición energética.

Las universidades santandereanas han fortalecido estructuras curriculares y líneas de investigación, que les han permitido adaptarse a las necesidades de la región y del país.

En el caso de los programas de Ingeniería Eléctrica, las líneas de investigación están enfocadas en la modernización y sostenibilidad de los sistemas eléctricos, e incluyen el análisis y gestión de sistemas de energía, las aplicaciones de electrónica de potencia, la protección de sistemas de potencia, la calidad de la energía, los mercados eléctricos y las temáticas relacionadas con la transición energética.

Estas actividades de formación e investigación han fortalecido la integración de fuentes de energía renovable en los sistemas eléctricos regionales. Las universidades, junto con centros de investigación y empresas del sector, han desarrollado modelos de simulación y control que facilitan la incorporación de sistemas fotovoltaicos, eólicos y de biomasa en las redes locales, considerando los desafíos técnicos de estabilidad, calidad y almacenamiento de energía.



Se destaca el diseño e implementación de prototipos de microrredes híbridas y sistemas de gestión energética para entornos rurales, con el fin de promover el acceso sostenible a la electricidad en comunidades apartadas del departamento.

El enfoque en la transición energética garantiza que la investigación y la innovación se concreten en soluciones aplicables, competitivas y sostenibles, impactando positivamente a la industria y al bienestar social de la región.

Además, los grupos de investigación en sistemas de energía eléctrica han mostrado su compromiso con el desarrollo tecnológico del sector, abordando los retos clásicos de la operación de redes y desarrollando sistemas avanzados de gestión de distribución eléctrica.

Estos buscan optimizar la operación del sistema eléctrico, mediante mediciones en tiempo real, comunicación bidireccional y automatización de subestaciones.

Tales iniciativas fortalecen la confiabilidad del suministro y sientan las bases para la integración de fuentes renovables distribuidas.

Por otra parte, los desafíos de la digitalización, la descentralización y la descarbonización de los sistemas energéticos, se abordan mediante la aplicación del Internet de las Cosas (IoT) en el sector eléctrico, especialmente en la monitorización, control y gestión de redes y microrredes.

“Se destaca el diseño e implementación de prototipos de microrredes híbridas y sistemas de gestión energética para entornos rurales, para promover el acceso sostenible a electricidad.”

Se ha desarrollado una arquitectura IoT para la incorporación de recursos energéticos distribuidos (DERs) en redes de distribución, y se han evaluado algoritmos de control centralizado y descentralizado utilizando esta plataforma para simular la dinámica de los recursos renovables y estimar pérdidas de energía. Estas aplicaciones facilitan la integración de energías renovables y la optimización de la operación de sistemas descentralizados.

En cuanto a la generación fotovoltaica, sobresale la implementación de granjas solares en la zona del Magdalena Medio, región con gran potencial solar. Asimismo, se registra un número creciente de proyectos de autogeneración a pequeña escala en hogares y empresas, según los registros de la Electrificadora de Santander (ESSA).

Este fenómeno refleja una tendencia de expansión de los sistemas solares, tanto a pequeña como a gran escala y también se explora el potencial para el desarro-

llo de comunidades energéticas, orientadas a la autosuficiencia local además de la participación ciudadana en el modelo energético.

La ESSA también adelanta esfuerzos significativos en la ampliación del servicio eléctrico en zonas rurales, con el propósito de electrificar viviendas apartadas y aumentar la cobertura total del departamento. Además, ha formulado planes de inversión para la modernización de redes y la construcción de nuevas subestaciones que mejoren la confiabilidad del suministro, especialmente en el Área Metropolitana de Bucaramanga y el Magdalena Medio.

Finalmente, los programas de posgrado en Ingeniería Eléctrica han contribuido a la formación de talento especializado en modelamiento de sistemas eléctricos, mercados de energía, estabilidad transitoria y planificación de redes.

Este capital humano lidera hoy la innovación en empresas de distribución, transmisión y generación, asegurando que Santander mantenga un papel protagónico en la transformación energética nacional.

Asimismo, el Clúster de Energía de Santander, impulsado por la Cámara de Comercio de Bucaramanga, agrupa empresas de consultoría, desarrollo e Ingeniería.

Su foco se ha desplazado de los servicios tradicionales, hacia los bienes y servicios de la transición energética, especialmente la energía solar fotovoltaica, consolidando a la región como un referente en innovación y eficiencia energética.



Paralelamente, los programas de Ingeniería Electrónica orientan su investigación hacia la microelectrónica; el procesamiento digital de señales e imágenes; la automatización; el control y la robótica, incorporando tendencias como el Internet de las Cosas (IoT) y la IA.

Estas tecnologías se aplican al desarrollo de sistemas de control inteligente y análisis de datos, mediante técnicas computacionales avanzadas y dispositivos electrónicos de última generación. Los programas de posgrado especializaciones, maestrías y doctorados, aseguran la transferencia de conocimiento avanzado a la industria y al sector energético.

La investigación en Ingeniería Electrónica tiene un impacto tangible en la cadena productiva agrícola de Santander. Destaca el desarrollo de sistemas óptico-computacionales que integran automatización, procesamiento de señales e IA.

Un proyecto notable creó una herramienta que utiliza imágenes espectrales para estimar el contenido de carbono orgánico de los suelos agrícolas en minutos, una mejora significativa frente a los largos tiempos de laboratorio. Esta tecnología ha sido transferida a asociaciones campesinas de Simacota.

En alianza con citricultores de la región, también se desarrolló un sistema que emplea IA para clasificar mandarinas y limones, midiendo rasgos como uniformidad del color y tamaño, y generando indicadores trazables que permiten fijar precios con criterios objetivos.

“En cuanto a la generación fotovoltaica, sobresale la implementación de granjas solares en la zona del Magdalena Medio, región con gran potencial solar.”



Al eliminar la subjetividad en la negociación y fortalecer los controles de calidad, estos desarrollos demuestran cómo la Ingeniería santandereana se consolida como motor de soluciones prácticas que aumentan la productividad y la confianza en el territorio.

Los aportes también se extienden desde la exploración espacial hasta las aplicaciones en salud. En el ámbito de la radioastronomía y la tecnología satelital, la investigación se centra en el desarrollo de un arreglo interferométrico de radiotelescopios, con el objetivo de establecer una estación de radioastronomía de la UIS en el Páramo de Berlín.

Esta labor ha llevado a investigadores a participar en tres expediciones científicas a la Antártica (2023, 2024 y 2025), realizando mediciones para validar sitios y caracterizar emisiones electromagnéticas. En paralelo, se destacan avances en salud, como la investigación en un páncreas artificial y el desarrollo de un prototipo de glucómetro no invasivo basado en tecnología NIR.

Asimismo, la Universidad Industrial de Santander (UIS) ha consolidado su liderazgo nacional en microelectrónica, impulsando la formación, investigación y transferencia tecnológica en diseño de circuitos integrados.

“Se destacan avances en salud, como la investigación en un páncreas artificial y el desarrollo de un prototipo de glucómetro no invasivo basado en tecnología NIR.”

Entre sus logros sobresalen las líneas de investigación en conversión de datos, aceleradores hardware para IA, gestión de potencia, comunicaciones de alta velocidad y sensores integrados. La UIS ha sido semillero del talento que hoy trabaja en empresas globales como Synopsys, Apple, Infineon, AMD, HCL y NXP, entre otras.

Fruto de esta trayectoria, surgió OnSilicon, la primera y hasta ahora única empresa colombiana que ofrece servicios de diseño de circuitos integrados a nivel internacional.

Actualmente, la universidad desarrolla proyectos con el SLAC National Accelerator Laboratory de la Universidad de Stanford y mantiene vínculos activos con la industria, consolidando a Santander y a la UIS como el núcleo más fuerte y dinámico del país en diseño microelectrónico.

La línea de procesamiento de señales e imágenes cuenta con más de diez años de experiencia en el análisis de señales sísmicas y, en los últimos años, ha extendido su trabajo al ámbito sismológico gracias a su participación en la construcción y puesta en marcha de la Red Sismológica del Nororiente Colombiano (REDNE).

Con esta infraestructura, se han aplicado metodologías avanzadas de inversión de onda completa (FWI) e IA para obtener imágenes más precisas del subsuelo y mejorar la interpretación de los eventos sísmicos registrados en la región.

También se han desarrollado proyectos en el área biomédica, en alianza con la Fundación Cardiovascular de Colombia (FCV), el Hospital Universitario de Santander (HUS) y la Clínica Maternofetal Inutero.

Con el HUS e Inutero se han creado algoritmos de IA para predecir parto prematuro, mediante el análisis automatizado de imágenes de ultrasonido del cuello uterino y con la FCV se han desarrollado modelos de predicción de eventos críticos en Unidades de Cuidados Intensivos, y se adelantan investigaciones para detectar eventos en pacientes postoperatorios pediátricos mediante análisis de imágenes termográficas.

Además, en conjunto con la empresa privada, se trabaja en soluciones basadas en IA para el diagnóstico de traumas cerebrales a partir del análisis de señales EEG. ▲▲

Notas

- 1: Agradezco la colaboración de los profesores de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander para la elaboración de este artículo de divulgación.
- 2: Para la elaboración del artículo se utilizó información obtenida con el chatbots de IA.



*Gabriel Ordóñez Plata. Presidente ACIEM, Seccional Santander; Ingeniero Electricista, Universidad Industrial de Santander y Doctor Ingeniero Industrial, área Ingeniería Eléctrica, Universidad Pontificia Comillas.