

**PLATAFORMA CORPORATIVA  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO – GICAV  
ADSCRITO AL PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

***Autores:***

*PhD. Carlos Lizardo Corzo Ruiz  
Ingeniero Electrónico  
Doctor en Proyectos*

*PhD. Jeison Marín Alfonso  
Ingeniero Electrónico  
Doctor en Ingeniería*

**Identificación. PLATAFORMA\_GICAV**

Derechos Reservados © 2019. No está permitida la reproducción total o parcial de este documento, ni su tratamiento informático, ni la impresión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los derechos de autor del propietario.

**Oficina de Investigaciones  
Unidades Tecnológicas de Santander  
Bucaramanga, abril de 2019**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INVESTIGADORES ACTIVOS .....	3
2.	OBJETIVOS .....	3
3.	MISION.....	4
4.	VISION .....	4
5.	TRAYECTORIA .....	4
6.	FORTALEZAS DEL GRUPO .....	5
7.	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	6
7.1	Automatización y Sistemas de Control Avanzado .....	6
7.1.1	Objetivo de la Línea.....	6
7.1.2	Logros de la Línea .....	6
7.1.3	Efectos de la Línea .....	6
7.1.4	Sub-Líneas .....	6
7.2	Instrumentación Inalámbrica IoT.....	7
7.2.1	Objetivo de la Línea.....	7
7.2.2	Logros de la Línea .....	7
7.2.3	Efectos de la Línea.....	7
7.2.4	Sub-Líneas .....	7
7.3	Modelado a Escala .....	8
7.3.1	Objetivo de la Línea.....	8
7.3.2	Logros de la Línea .....	8
7.3.3	Efectos de la Línea.....	8
7.3.4	Sub-Líneas .....	8
7.4	Procesamiento de Señales Digitales .....	9
7.4.1	Objetivo de la Línea.....	9
7.4.2	Logros de la Línea .....	9
7.4.3	Efectos de la Línea.....	9
7.4.4	Sub-Líneas .....	9
7.5	Robótica .....	10
7.5.1	Objetivo de la Línea.....	10
7.5.2	Logros de la Línea .....	10
7.5.3	Efectos de la Línea.....	10
7.5.4	Sub-Líneas .....	10
7.6	Sistemas Embebidos .....	11
7.6.1	Objetivo de la Línea.....	11
7.6.2	Logros de la Línea .....	11
7.6.3	Efectos de la Línea.....	11
7.6.4	Sub-Líneas .....	11

## 1. INVESTIGADORES ACTIVOS

NOMBRE	FORMACIÓN ACADÉMICA	HORAS DEDICACIÓN
<a href="#"><u>Carlos Lizardo Corzo Ruiz</u></a>	Ingeniero Electrónico Especialista en Docencia Universitaria Magister en Ingeniería Electrónica Doctor en Gerencia de Proyectos	28
<a href="#"><u>Rafael Augusto Núñez Rodríguez</u></a>	Ingeniero Electrónico Especialista en Control e Instrumentación Industrial Magister en Ingeniería Electrónica	28
<a href="#"><u>Daniel Alexander Velazco Capacho</u></a>	Ingeniero Electrónico Magister en Ingeniería Electrónica Doctor en Gerencia de Proyectos	10
<a href="#"><u>Jeison Marín Alfonso</u></a>	Ingeniero Electrónico Magister en Ingeniería Electrónica Doctor en Ingeniería	10
<a href="#"><u>Omar Lengerke Pérez</u></a>	Ingeniero de Sistemas Computacionales Magister en Control y Automatización Doctor en Ingeniería Mecánica	10
<a href="#"><u>Jorge Saul Fandiño Pelayo</u></a>	Ingeniero en Telecomunicaciones Magister en Telemática	10
<a href="#"><u>Mabel Rocío Díaz Pineda</u></a>	Ingeniera Electrónica Especialista en Telecomunicaciones Especialista en Ingeniería Ambiental Magister en Telemática	10

## 2. OBJETIVOS

Generar nuevo conocimiento a partir de la formulación, estructuración, ejecución y evaluación de proyectos de investigación, orientados a la solución de problemáticas de los sectores productivos de la región y el país, mediante el uso de los sistemas de control avanzado, la instrumentación electrónica y los sistemas programables, para la implementación de sistemas automáticos que fortalezcan la productividad de los procesos productivos involucrados.

Fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación mediante la transferencia del desarrollo Tecnológico inmerso en soluciones electrónicas generadas como estrategia para favorecer la automatización electrónica, el Internet de las cosas -IOT- y la instrumentación electrónica de procesos.

Crear lazos con pares y grupos de investigación, para formular y ejecutar proyectos interdisciplinarios mediante el uso de conocimiento e infraestructura compartida para el avance de la Innovación en el país.

Incentivar la formación y participación de jóvenes investigadores en los proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación como estrategia para fortalecer la formación de talento humano con pensamiento crítico y actitud innovadora.

Realizar publicaciones en libros y revistas indexadas de alto impacto a nivel nacional e internacional, resultado de las investigaciones realizadas por el grupo de investigación.

Favorecer las líneas de investigación adscritas al grupo mediante la realización de proyectos de investigación con temas afines e interdisciplinarios coherentes con las necesidades de los sectores productivos de la región y el país.

Promover eventos de apropiación social del conocimiento en los que se presenten desarrollos tecnológicos producto de investigaciones realizadas por el grupo a través de conferencias, ponencias y muestras empresariales de base tecnológica.

### **3. MISION**

El Grupo de Investigaciones en Control Avanzado –GICAV, es una comunidad Académico-Industrial cuyo propósito principal es la generación de proyectos de investigación y desarrollo en el campo de los sistemas de control digitales, mediante el planteamiento de proyectos interdisciplinarios, que generen nuevo conocimiento que pueda ser utilizado para satisfacer necesidades industriales a nivel regional y de esta manera fortalecer la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería en las Unidades Tecnológicas de Santander.

### **4. VISION**

En el año 2025, el grupo GICAV será reconocido y clasificado en el sistema nacional de ciencia y tecnología, con fortalezas en el desarrollo tecnológico y la innovación de sistemas de control electrónico digital, instrumentación ubicua e internet de las cosas que generen valor agregado a los procesos productivos del país, a través de la formulación de proyectos de investigación innovadores que consoliden la formación de talento humano, la generación de conocimiento y la innovación.

### **5. TRAYECTORIA**

El Grupo de Investigación en Control Avanzado se creó a finales del año 2007 para la generación de nuevo conocimiento aplicado a sistemas de control. Se plantearon las líneas de investigación: Automatización de procesos industriales y Control inteligente. Se plantearon en el programa de Ingeniería Electrónica articulada por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Electrónica Industrial varios proyectos entre los cuales se destacan, "Evaluación de los sistemas de control antisísmico activo y pasivo en un modelo a escala, sobre una mesa vibradora" y "Validación de un controlador basado en la técnica QFT para ser implementado en una tarjeta controladora de un destilador de bioetanol con monitorización a través de RENATA".

En el año 2010 se integraron las líneas: Automatización y sistemas de control avanzados, Modelado a escala y procesamiento digital de señales (Control - Imágenes). En 2015 se viabilizó el proyecto "Implementación de un sistema de automatización de las actividades ganaderas para mejorar la competitividad del sector en todo el Departamento, Santander, Centro Oriente" financiado por el Sistema General de Regalías Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación.

En 2017 se integró el grupo con el grupo de investigación CEAC, grupo perteneciente al programa de Ingeniería Electrónica de las UTS. Este grupo tenía como propósito contribuir al avance tecnológico de la región y el país desarrollando proyectos de investigación en procesos y/o prototipos de conversión de energía, redes y comunicaciones inalámbricas, instrumentación y Pedagogía y Didáctica en área Eléctrica. La unión de los grupos se realizó como estrategia para fortalecer los procesos de investigación en el programa de Ingeniería Eléctrica, tener mayor visibilidad ante COLCIENCIAS, y aportar de forma más significativa al sector productivo de la región mediante la focalización de proyectos hacia el sector agrícola y ganadero.

En 2018 se formuló y estructuró el proyecto "Aplicación de ciencia, tecnología e innovación para mejorar el proceso productivo de la mora en el Departamento de Santander", que pretende a través de sistemas electrónicos de control e instrumentación electrónica, proveer la tecnología necesaria para la evaluación de la lámina de agua aplicable para incrementar la productividad de los cultivadores de mora.

En 2018 se consolidaron las líneas de investigación articuladas a la formación del programa de Ingeniería Electrónica articulada por ciclos propedéuticos con la Tecnología en implementación de Sistemas Electrónicos Industriales y se concretaron las líneas: Automatización y sistemas de control avanzados, Instrumentación Inalámbrica IoT, Modelado a escala, Procesamiento de Señales Digitales, Robótica y Sistemas embebidos.

## **6. FORTALEZAS DEL GRUPO**

Las fortalezas del grupo GICAV son:

- Las capacidades y conocimientos de sus investigadores en las áreas relacionadas con cada línea de investigación.
- La formación académica de sus investigadores, ya que cuenta con doctores y magister en el área.
- La capacidad de planeación y planteamiento de propuestas de tipo investigativo y aplicativo, la cual puede ser utilizada en beneficio de la región para el apoyo del sector productivo.
- Su articulación con el currículo del programa de Ingeniería Electrónica de las UTS mediante sus semilleros de investigación, las líneas de profundización y los trabajos de grado.
- La participación de estudiantes a nivel de Tecnología e Ingeniería en el área de la Electrónica, a través de los trabajos de grado adscritos al grupo.
- Su aporte social en los sectores productivos de la región de Santander, específicamente en el sector de la mora, el cacao y la ganadería.

- Su trayectoria de más de 10 años, lo que le ha permitido identificar claramente las problemáticas de la región donde el desarrollo de sistemas electrónicos de control, sistemas embebidos y sistemas digitales inteligentes, sirve de aporte a su solución.

## **7. LINEAS DE INVESTIGACIÓN**

### **7.1 Automatización y Sistemas de Control Avanzado**

#### **7.1.1 Objetivo de la Línea**

Diseñar soluciones en el campo de automatización y control mediante la aplicación de técnicas de avanzadas sobre dispositivos PLC, Microcontroladores, DSP o sistemas embebidos, para optimizar el funcionamiento de plantas industriales y/o modelos de sistemas dinámicos.

#### **7.1.2 Logros de la Línea**

El desarrollo de productos de nuevo conocimiento y de desarrollo tecnológico en innovación, alrededor de proyectos como:

- Diseño e implementación de un sistema de control digital sobre los procesos de pos-cosecha de fermentación y secado del cacao para mejorar el proceso productivo en el departamento de Santander.
- Estrategia de tecnificación del proceso del cacao para mejorar la calidad del cacao seco de los productores de Santander.
- Control adaptativo y robusto remoto sobre un sistema embebido para un laboratorio con mesa vibratoria a través de la red nacional RENATA.

#### **7.1.3 Efectos de la Línea**

Con el incremento en la complejidad de los procesos industriales, también aumenta el grado de complejidad de los sistemas de control necesarios para su adecuado funcionamiento, de manera que se hace necesario aplicar sistemas avanzados de control basados en técnicas de control óptimo, adaptativas, por redes neuronales, algoritmos genéticos, lógica Fuzzy o la combinación de las mismas, como solución al control de modelos de sistemas complejos o modelos caja negra en los que solo se conocen las entradas y las salidas.

#### **7.1.4 Sub-Líneas**

Automatización de Procesos Industriales.

## 7.2 Instrumentación Inalámbrica IoT

### 7.2.1 Objetivo de la Línea

Implementar modelos de redes de sensores inteligentes, mediante el desarrollo de dispositivos con capacidad de sensado y procesamiento digital para favorecer la implantación del Internet de las Cosas en el Territorio Inteligente nacional.

### 7.2.2 Logros de la Línea

El desarrollo del proyecto institucional del grupo con corte a 2025, de título: *El Internet de las Cosas -IoT-, en el Territorio Inteligente Nacional.*

### 7.2.3 Efectos de la Línea

La generación de futuros proyectos a nivel tecnológico y universitario vinculados a la solución de la problemática. Proyectos a nivel tecnológico como:

- Caracterización de las necesidades de sensores inteligentes existentes en los sectores productivos priorizados, mediante el establecimiento de requerimientos en cuanto a variables a medir, precisión y exactitud de medida, para generar los insumos necesarios en el diseño de experimentos para el desarrollo de los sensores requeridos.
- Diseño de una estrategia metodológica que conduzca al establecimiento de procedimientos normalizados para certificar metrológicamente los dispositivos desarrollados, mediante certificación del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), como estrategia para certificar el cumplimiento de los requerimientos de los sensores diseñados.

Y proyectos a nivel universitario como:

- Diseño de un modelo de redes de sensores inteligentes mediante simulación computacional que permita establecer los parámetros de inter operabilidad de la red.
- Validación del modelo de redes de sensores mediante el diseño de experimentos y validación de campo con los prototipos desarrollados para generar el protocolo necesario en la construcción de instrumentos transferibles a los sectores productivos priorizados.

### 7.2.4 Sub-Líneas

Redes de Sensores Inteligentes.

Metrología.

## 7.3 Modelado a Escala

### 7.3.1 Objetivo de la Línea

Medir y controlar todas las interacciones reales a escala de laboratorio para desarrollar y optimizar equipos de control mediante la construcción de plantas piloto.

### 7.3.2 Logros de la Línea

El desarrollo de productos de nuevo conocimiento y de desarrollo tecnológico en innovación, alrededor de proyectos como:

- Herramienta TIC para el aprendizaje y enseñanza de sistemas de control digital mediante la implementación de un laboratorio remoto con mesa vibratoria, con acceso a través de la red nacional RENATA.
- Evaluación de los sistemas de control antisísmico activo y pasivo en un modelo a escala, sobre una mesa vibradora.

### 7.3.3 Efectos de la Línea

La adecuada comprensión de un problema y gran parte del éxito de su solución, inicia con el modelado del mismo, que puede en principio abordarse de formas diferentes, estas pueden ser complementarias. La primera es mediante la abstracción de proceso mediante el uso de herramientas de computacionales, tiene como principales atractivos: flexibilidad y bajo costo, pero constituye una abstracción del proceso y en la medida que incrementa la complejidad del mismo pierde validez. La segunda se basa en la representación física a escala del proceso, presentando como principal ventaja que considera todas las interacciones del mundo real independiente de su complejidad, su principal limitación son los elevados costos. Esta línea de investigación se interesa especialmente en esta segunda opción, porque permite medir y controlar todas las interacciones reales a escala de laboratorio, la limitación de alto costo puede ser superada considerando la relación Costo – Beneficio asociada a la retribución económica de un proceso controlado en forma satisfactoria. De esta forma es posible desarrollar y optimizar equipos de control, para sistemas complejos, como es el caso de las refinerías, en donde típicamente se construyen plantas piloto para hacer estudios y pruebas del proceso.

### 7.3.4 Sub-Líneas

Diseño y simulación de estructuras mecánicas

Modelado a escala de Invernaderos.



## **7.4 Procesamiento de Señales Digitales**

### **7.4.1 Objetivo de la Línea**

Implementar sistemas de control robustos desde el análisis del procesamiento de señales digitales y el efecto de discretización de los sistemas continuos.

### **7.4.2 Logros de la Línea**

El desarrollo de productos de nuevo conocimiento y de desarrollo tecnológico en innovación, alrededor de proyectos como:

- Diseño e implementación de un sistema de control digital sobre los procesos de pos-cosecha de fermentación y secado del cacao para mejorar el proceso productivo en el departamento de Santander

### **7.4.3 Efectos de la Línea**

Gran parte de los sistemas que se encuentran en la realidad son sistemas continuos en el tiempo, y su control adecuado implica el diseño de sistemas analógicos para obtener su mejor respuesta. No obstante, cuando son requeridos sistemas de monitoreo se hace necesaria la digitalización de estos sistemas, de sus señales de entrada y salida, y por ende, todas las señales de control y alarmas que lo componen. Este proceso en gran parte genera nuevos sistemas de control en tiempo discreto que permite implementar nuevas técnicas que a la postre ayudan a mejorar el comportamiento de cualquier proceso. Por esta razón, es necesario estudiar adecuadamente el efecto de la digitalización de cada proceso, analizar el efecto de la cuantización de cada una de las señales y de los coeficientes de los sistemas digitales, con el fin de documentar matemáticamente cual es el resultado esperado en cualquier sistema digital.

### **7.4.4 Sub-Líneas**

Análisis y Clasificación de Patrones.

Tratamiento Digital de Imágenes.

## **7.5 Robótica**

### **7.5.1 Objetivo de la Línea**

Implementar técnicas de control en sistemas robóticos mediante algoritmos avanzados para manipular robots móviles o robots con aplicaciones industriales.

### **7.5.2 Logros de la Línea**

El desarrollo de productos de nuevo conocimiento y de desarrollo tecnológico en innovación, alrededor de proyectos como:

- Implementación de un sistema de automatización de las actividades ganaderas para mejorar la competitividad del sector en todo el departamento, Santander, centro oriente.
- Sistema de control de posición y de seguimiento de trayectorias para un helicóptero cuadrotor, basado en odometría por visión estéreo y algoritmos de rastreo de características sobre un dispositivo embebido.

### **7.5.3 Efectos de la Línea**

En esta línea se tiene como finalidad diseñar e implementar sistemas tanto para robótica móvil como para robótica industrial, y así poder asistir en situaciones académicas, industriales y de salud bien sea a nivel nacional como internacional. También se puede a través de esta línea de investigación lograr diseños y desarrollos para navegación de vehículos a pequeña y gran escala que requieran movilidad automática.

### **7.5.4 Sub-Líneas**

Control Robótico por Visión Artificial

## **7.6 Sistemas Embebidos**

### **7.6.1 Objetivo de la Línea**

Implementar técnicas de procesamiento de señales, imágenes y de control digital sobre dispositivos hardware de pequeño tamaño que permitan realizar tareas de alta complejidad sin necesidad de utilizar un computador dedicado.

### **7.6.2 Logros de la Línea**

El desarrollo de productos de nuevo conocimiento y de desarrollo tecnológico en innovación, alrededor de proyectos como:

- Sistema de control de posición y de seguimiento de trayectorias para un helicóptero cuadrotor, basado en odometría por visión estéreo y algoritmos de rastreo de características sobre un dispositivo embebido.

### **7.6.3 Efectos de la Línea**

Por medio del uso de los sistemas embebidos se tiene como finalidad lograr el monitoreo y control de sistemas de aplicación industrial, sistemas domóticos, infraestructuras eléctricas, entre otros. Adicionalmente, estos sistemas pueden llegar a producir un gran valor agregado a productos finales haciendo posible el desarrollo de ambientes automatizados.

### **7.6.4 Sub-Líneas**

Diseño de aplicaciones en plataformas Open Hardware

Diseño digital usando FPGA.