



Unidades  
Tecnológicas  
de Santander

Un buen presente , un mejor futuro

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO  
GICAV  
COL0064843



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

**Autores:**

*Carlos Esparza Franco*

*Ingeniero Electrónico*

*Magister en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos (c)*

*Rafael Augusto Núñez Rodríguez*

*Ingeniero Electrónico*

*Magister en Ingeniería Electrónica (c)*

**Identificación.** PLATAFORMA\_GICAV

Derechos Reservados © 2016. 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, diciembre de 2016**



## TABLA DE CONTENIDO

1. INVESTIGADORES ACTIVOS.....	4
2. OBJETIVOS DEL GRUPO .....	4
3. MISIÓN .....	5
4. VISIÓN .....	5
5. TRAYECTORIA.....	5
6. FORTALEZA DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN .....	7
7. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	8
7.1. Automatización y Sistemas de Control Avanzados .....	8
7.1.1. Objetivo de la Línea.....	8
7.1.2. Logros de la Línea .....	8
7.1.3. Efectos de la Línea .....	8
7.1.4. Sub-líneas .....	8
7.2. Modelado a Escala.....	9
7.2.1. Objetivos de la Línea .....	9
7.2.2. Efectos de la Línea .....	9
7.2.3. Sub-líneas .....	9
7.3. Procesamiento de Señales Digitales.....	9
7.3.1. Objetivos de la Línea .....	9
7.3.2. Efectos de la Línea .....	10
7.3.3. Sub-líneas .....	10
7.4. Robótica .....	10
7.4.1. Objetivos de la Línea .....	10
7.4.2. Efectos de la Línea .....	10
7.4.3. Sub-líneas .....	10
7.5. Sistemas Embebidos.....	11
7.5.1. Objetivos de la Línea .....	11
7.5.2. Efectos de la Línea .....	11
7.5.3. Sub-líneas .....	11



Unidades  
Tecnológicas  
de Santander

Un buen presente , un mejor futuro

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO  
GICAV  
COL0064843**



7.6. Tratamiento Digital de Imágenes .....	11
7.6.1. Objetivos de la Línea .....	11
7.6.2. Efectos de la Línea .....	11
7.6.3. Sub-líneas .....	11

## 1. INVESTIGADORES ACTIVOS

NOMBRE	FORMACIÓN ACADÉMICA
<a href="#">Carlos Humberto Esparza Franco</a>	Ingeniero Electrónico Candidato a Magister en Proyectos <b>Líder del Grupo de Investigación</b>
<a href="#">Rafael Augusto Núñez Rodríguez</a>	Tecnólogo en Electrónica Ingeniero Electrónico
<a href="#">Omar Lengerke Pérez</a>	Ingeniero en Sistemas Computacionales Magister en Ciencias en Control y Automatización de FMS Ph.D en Ciencias en Ingeniería Mecánica Posdoctorado en Ingeniería Mecánica - Diseño de Máquinas Mecatrónicas y Robótica

## 2. OBJETIVOS DEL GRUPO

Generar nuevo conocimiento a partir del planteamiento y ejecución de trabajos de investigación, orientados a proponer nuevas técnicas de control digital que a través de las líneas de conocimiento del grupo de investigación permitan plantear soluciones a problemas generales, que a la vez puedan ser aplicados a la industria regional y nacional.

Desarrollar proyectos basados en los problemas de la región mediante el uso de la investigación para dar soluciones tanto a entornos académicos como industriales.

Crear lazos con otros grupos de investigación para llevar a cabo proyectos interdisciplinarios mediante estrategia de consulta u ofrecimiento de apoyo.

Incentivar a los estudiantes a formar parte de proyectos del grupo de investigación con el fin de promover la investigación mediante propuestas de tesis de grado relacionadas con las líneas del grupo de investigación.

Realizar publicaciones para libros y revistas indexadas tanto a nivel nacional como internacional mediante el uso de los resultados que se obtengan de los proyectos de investigación.



Unidades  
Tecnológicas  
de Santander

Un buen presente , un mejor futuro

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO  
GICAV  
COL0064843**



Fortalecer las diferentes líneas de investigación adscritas al grupo mediante la realización de proyectos de investigación con temas afines e interdisciplinarios para poder obtener resultados publicables en revistas y libros.

Promover eventos de muestras tecnológicas y conferencias tanto académicas como industriales mediante acuerdos o solicitudes a empresas que estén relacionadas con las líneas de investigación del grupo para realizar actualizaciones tecnológicas.

### **3. MISIÓN**

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. VISIÓN**

En el año 2020, el grupo GICAV será un grupo de investigación reconocido y clasificado en el sistema nacional de ciencia y tecnología, mediante la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo, de carácter innovador orientados a mejorar la productividad de la industria regional, propiciando que a mediano plazo GICAV se consolide como uno de los principales grupos de investigación en control electrónico de la región. Para ello se hará uso de tecnología de alta integración que sintetice sistemas de control electrónico de última generación, y serán los resultados de estas actividades la base para la proyección y el reconocimiento del grupo a nivel internacional en el largo plazo.

### **5. TRAYECTORIA**

El Grupo de Investigación en Control Avanzado se creó a finales del año 2007 como un ente para la generación de nuevo conocimiento aplicado a sistemas de control. Las primeras líneas de investigación fueron Automatización de procesos industriales, Control inteligente, Modelado a escala, Robótica, Computación de alto desempeño y Bioingeniería, en parte por el conocimiento que se tenía en la

institución en estas áreas y en otra por los problemas existentes en la región que pueden solucionarse desde la academia.

De esta manera se han planteado diferentes proyectos de pregrado en las áreas antes mencionadas para el programa de Ingeniería de Control de la Institución, así como se plantearon dos proyectos de investigación denominados “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”. El primero tuvo como objetivo evaluar los diferentes tipos de control como el control clásico, y sistemas de control Fuzzy a un modelo de control antisísmico basado en contrapeso en la parte superior de un modelo a escala de edificio, y el segundo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de un sistema de control robusto en una planta piloto de producción de bioetanol, y su comportamiento en condiciones de control remota para analizar el comportamiento de la red nacional RENATA.

Cada uno de estos proyectos de investigación asoció diferentes proyectos de grado en curso, incentivando así a los estudiantes a formar parte del proceso de investigación y generación de nuevo conocimiento.

En el año 2010 se realizó una nueva organización del grupo, orientando sus líneas de investigación a partir de las capacidades con las que cuenta la institución a partir de su planta de investigadores. Esta reorganización planteó seis líneas finales de investigación que son:

- Automatización y sistemas de control avanzados
- Modelado a escala
- Procesamiento de señales digitales
- Robótica
- Sistemas embebidos
- Tratamiento digital de imágenes.

En el año 2012, el grupo de investigación planteó el proyecto de investigación denominado “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” el cual fue financiado por el Ministerio de Educación Nacional a través de la red nacional RENATA. Este proyecto permitió la capacitación del primer joven investigador de la Institución, logrando validar este modelo de formación para el resto de las UTS.



Unidades  
Tecnológicas  
de Santander

Un buen presente , un mejor futuro

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO  
GICAV  
COL0064843**



Dentro de los logros más importantes conseguidos con esta investigación se encuentran la divulgación de los resultados de la investigación en una ponencia internacional, y la publicación de dos artículos científicos en revistas indexadas con en el cuartil Q2 según el ranking Scopus (SJR Scimago). Estos productos de investigación corresponden a la generación de nuevo conocimiento en la implementación de sistemas de control adaptativos para ser empleados en sistemas no lineales.

Actualmente, el grupo de investigación continúa trabajando en la generación de nuevos conocimientos que representen un aporte significativo a la comunidad académica, y especialmente que estos resultados puedan ser aplicados en el sector productivo. De esta manera, se planteó un proyecto de investigación denominado “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” el cual ha incursionado en el campo de visión artificial, combinando las líneas de investigación de tratamiento digital de imágenes y robótica. Gracias a los avances que se han logrado con este proyecto, se ha planteado aportar los conocimientos adquiridos en el proyecto denominado “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 fondo general de regalías departamentales. Este aporte consiste en implementar el primer sistema robótico móvil autónomo con capacidad de carga de 250 Kg para ser aplicado en agricultura de precisión, con lo que a su vez se incursiona en el sector del agro, el cual presenta grandes retos para mejorarlo a partir de la implementación de nuevas tecnologías que favorezcan la productividad y competitividad.

Gracias a esto se han formulado nuevos proyectos con los cuales se pretende buscar financiación, y de esta manera aportar en un sector tan importante como el agro, tales como implementación de sistemas tecnificados para mejorar la calidad del cacao o la implementación de nuevas tecnologías para favorecer la productividad del sector frutícola como la mora y los cítricos.

## **6. FORTALEZA DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN**

La fortaleza del grupo GICAV son las capacidades y conocimientos de sus investigadores en las áreas de procesamiento de señales digitales, sistemas de control avanzados, automatización de procesos, robótica, y tratamiento digital de imágenes, además de 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.

## 7. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las siguientes son las líneas de investigación que se han adscrito en el portal GrupLAC de Colciencias.

### 7.1. Automatización y Sistemas de Control Avanzados

#### 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

Aplicación de sistemas de control para una mesa vibratoria basados en técnicas de control Fuzzy.

Aplicación de sistemas de control adaptativo por modelo de referencia para una mesa vibratoria basada en un mecanismo biela manivela

#### 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. Modelado a Escala**

### **7.2.1. Objetivos 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.

### **7.2.2. 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.

### **7.2.3. Sub-líneas**

Diseño y simulación de estructuras mecánicas

## **7.3. Procesamiento de Señales Digitales**

### **7.3.1. Objetivos 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.

### **7.3.2. 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.

### **7.3.3. Sub-líneas**

Análisis y Clasificación de patrones

## **7.4. Robótica**

### **7.4.1. Objetivos de la Línea**

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

### **7.4.2. 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 sean 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.

### **7.4.3. Sub-líneas**

Control robótico por Visión Artificial

## **7.5. Sistemas Embebidos**

### **7.5.1. Objetivos 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.

### **7.5.2. Efectos de la Línea**

Por medio del uso de los sistemas embebidos se tiene como finalidad lograra 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.

### **7.5.3. Sub-líneas**

Diseño de aplicaciones en plataformas Open Hardware

## **7.6. Tratamiento Digital de Imágenes**

### **7.6.1. Objetivos de la Línea**

Implementar técnicas de procesamiento digital de imágenes para ser usadas en algoritmos de visión artificial que puedan ser empleados en la generación de nuevo conocimiento y aplicados en la industria.

### **7.6.2. Efectos de la Línea**

Existen muchas situaciones en la que es necesario realizar el control de calidad de un producto mediante inspección visual, sus resultados generalmente son satisfactorios, pero este resultan ser dependientes del individuo que realiza el proceso, es por ello que apareció la visión artificial como sustituta eficiente para tareas repetitivas de clasificación basadas en color, forma y textura. Este tipo de herramientas resultan ser valiosos en producción en líneas de producción, porque pueden trabajar durante prolongados periodos de tiempo y a mayor velocidad, comparación con un operario humano.

### **7.6.3. Sub-líneas**

- Reconocimiento de patrones en imágenes y secuencias de video



Unidades  
Tecnológicas  
de Santander

Un buen presente , un mejor futuro

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO  
GICAV  
COL0064843**



- Procesamiento de imágenes en tiempo real
- Sistemas de visión artificial