


Información General del Semillero de Investigación			
Facultad: Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías			
Programa académico: I Tecnología En Operación y Mantenimiento Electromecánico		Grupo(s) de Investigación: DIMAT y GINPEG	
Nombre del semillero – Siglas Semillero de Investigación en Diseño y Selección de Materiales para Ingeniería - DIMAIN			<p style="text-align: center;"><b>LOGO</b></p> 
Líneas de Investigación: Materiales estructurales y de aplicaciones tecnológicas y Diseño, modelamiento y simulación de máquinas y estructuras.			
Áreas del saber *			
	1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas
	2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines
	3. Ciencias de la educación		7. Matemáticas y ciencias naturales
	4. Ciencias de la salud	X	8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines

Al diligenciar este documento autorizo a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, ubicada en Calle de los Estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas y con teléfono de contacto 6076917700, para que recolecte, almacene, use, circule y/o suprima mis datos personales. Lo anterior para dar cumplimiento a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información disponible en [www.uts.edu.co](http://www.uts.edu.co), la cual declaro conocer y saber que en esta se especifican cuáles datos son sensibles. Así mismo, conozco que como titular me asisten los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mis datos y revocar la autorización. Igualmente declaro que poseo autorización, de los otros titulares de datos que suministro, para que UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER les dé tratamiento conforme a las finalidades consignadas en la Política.

### Información del Docente Líder

Nombre	Documento	Correo electrónico
Jose Leonardo Gómez Ramirez	91496834	joseleonardogomez@correo.uts.edu.co

### Información de los Autores

Nombre	Documento	Correo electrónico
Johan Sebastián Rueda Sanguino.	1005334805	jsruedasanguino@uts.edu.co

### Proyecto

1. Título del proyecto: Diseño System BCI, un sistema automatizado e inteligente utilizando tecnología LOGO Siemens, para garantizar el encendido seguro y eficiente de las bombas contra incendios en edificios y centros comerciales, mitigando daños a los motores y previniendo interrupciones eléctricas.	MODALIDAD DEL PROYECTO **			
	PA	PI	TI	Otra. ¿Cuál?
		X		
Fecha de creación del proyecto:		22/09/2024		

2. Resumen del trabajo:

El proyecto **System BCI** propone una solución automatizada y segura para el **encendido de bombas contra incendios** en edificios y centros comerciales, utilizando tecnología **LOGO Siemens**. Surge ante la problemática del arranque brusco de los motores de bombeo, que genera picos de corriente, desgaste prematuro, fallas eléctricas y posibles apagones que comprometen la seguridad en emergencias.

La propuesta implementa un **sistema de arranque estrella-triángulo** controlado mediante un **controlador lógico programable (PLC)**, relés y contactores, garantizando un encendido progresivo que reduce la corriente de irrupción y prolonga la vida útil de los motores. Esta solución, desarrollada en el semillero **DIMAIN** de las **Unidades Tecnológicas de Santander**, se enfoca en la eficiencia energética, la seguridad operativa y la sostenibilidad.

El proyecto sigue una metodología estructurada en fases: investigación, diseño, desarrollo, validación y presentación del prototipo. El sistema diseñado permite el control automático de hasta tres bombas, incluye parada de emergencia, alarmas y luces indicadoras, y está pensado para ser **compacto, modular y replicable** en distintos entornos.

Entre los resultados esperados se destacan la **modernización de sistemas contra incendios**, la reducción de fallos eléctricos, el fortalecimiento de competencias técnicas de los estudiantes y el aporte a la **seguridad y sostenibilidad de edificaciones**. **System BCI** demuestra que desde la academia es posible generar soluciones tecnológicas reales y de bajo costo, contribuyendo a la protección de vidas y bienes mediante la automatización inteligente.

3. Planteamiento de la problemática:

Los **sistemas contra incendios** en edificaciones como conjuntos residenciales, edificios y centros comerciales en Bucaramanga, Santander, y otras áreas, enfrentan una problemática crítica relacionada con el **arranque ineficiente y perjudicial de sus motores de bombeo**. Actualmente, la mayoría de estos sistemas operan con un **arranque directo o brusco**, lo que genera una serie de consecuencias negativas que comprometen su fiabilidad y funcionalidad, especialmente en situaciones de emergencia.

Las **causas primarias** de esta problemática radican en el **elevado consumo de corriente al momento del arranque** de los motores de las bombas contra incendios. Este pico de corriente, conocido como corriente de irrupción, provoca un **esfuerzo mecánico excesivo** sobre el motor, llevando a un desgaste acelerado de sus componentes, como rodamientos y bobinados. Además, esta demanda abrupta de energía puede generar **caídas de tensión significativas** en la red eléctrica interna del edificio o, en el peor de los escenarios, **apagones repentinos** que afectan la operatividad de otros sistemas críticos y la seguridad general de las instalaciones.

Como **causas secundarias**, se identifica la **falta de sistemas de control y automatización adecuados** que permitan un arranque suave y gradual de estos motores. Muchos sistemas existentes carecen de tecnologías que regulen la corriente y el par motor durante el encendido, lo que perpetúa los problemas mencionados. La **obsolescencia tecnológica** de algunos equipos y la **falta de inversión en modernización** también contribuyen a la persistencia de esta problemática, dejando a las edificaciones vulnerables ante fallas en momentos críticos.

Los **efectos negativos** de no resolver esta problemática son graves y de gran magnitud. En primer lugar, la **reducción de la vida útil de los motores** de las bombas contra incendios implica mayores costos de mantenimiento y reemplazo, generando una carga financiera para los administradores de propiedades. En segundo lugar, y más crítico, el riesgo de **fallas operativas de los sistemas contra incendios** en situaciones reales de emergencia aumenta considerablemente. Un motor dañado o inoperativo puede significar la imposibilidad de suministrar agua para combatir un incendio, poniendo en riesgo vidas humanas y bienes materiales. Finalmente, los **apagones inesperados** generados por estos arranques bruscos pueden causar interrupciones en los servicios esenciales del edificio, afectando la comodidad y seguridad de los

ocupantes, además de generar pérdidas económicas en el caso de centros comerciales o empresas que dependen de un suministro eléctrico constante.

Esta problemática subraya una necesidad urgente de implementar soluciones tecnológicas que garanticen la fiabilidad y eficiencia de los sistemas contra incendios, salvaguardando la seguridad de las personas y la integridad de las infraestructuras.

**Pregunta de Investigación:** ¿Cómo puede la implementación de un sistema automatizado con arranque estrella-triángulo, relés, contactores y un controlador lógico programable (PLC) optimizar el encendido de las bombas contra incendios, mitigando los daños a los motores y previniendo apagones en edificaciones de Bucaramanga y su área metropolitana?

4. Antecedentes:

A nivel mundial, los sistemas de arranque suave, como el **arranque estrella-triángulo** controlado por **LOGO Siemens**, son ampliamente utilizados en la automatización de motores para aplicaciones críticas, como los sistemas contra incendios. Estos sistemas optimizan la eficiencia energética, protegen los motores de sobrecargas y prolongan su vida útil. Empresas como **Siemens** y **Schneider Electric** lideran el mercado, ofreciendo soluciones avanzadas para automatizar y monitorear estos sistemas.

En **Colombia**, la adopción de tecnologías avanzadas en sistemas eléctricos para edificaciones residenciales ha ido en aumento, aunque aún existen muchos edificios con sistemas anticuados. Esto crea una oportunidad para modernizar los sistemas de arranque de motores, especialmente en sistemas de bombeo para incendios, mejorando la seguridad y la eficiencia.

**Estado de Desarrollo de la Tecnología Propuesta**

El uso del **LOGO Siemens** y el **arranque estrella-triángulo** es una tecnología consolidada en el ámbito industrial. Sin embargo, su implementación específica en sistemas contra incendios en edificaciones residenciales es relativamente nueva. Este proyecto adapta esas tecnologías para ofrecer una solución eficiente y económica para edificios multifamiliares en Colombia, garantizando un funcionamiento seguro y controlado de los motores.

5. Justificación:

El proyecto **System BCI** busca resolver esta problemática mediante la modernización completa del sistema de arranque de bombas, implementando arranques estrella-triángulo independientes para cada motor y controlados por un **LOGO Siemens**, lo que permite una activación más segura, progresiva y eficiente. Esta solución evita sobrecargas, apagones bruscos y posibles daños al motor, prolongando así su vida útil y asegurando el correcto funcionamiento del sistema en los momentos más críticos.

En cuanto al uso de recursos, este proyecto aprovecha al máximo los conocimientos del equipo humano conformado por estudiantes de **Operación y Mantenimiento Electromecánico**, aplicando sus competencias técnicas en el diseño, montaje y programación del sistema. Se promueve un uso responsable de los recursos eléctricos, evitando el desperdicio energético mediante el arranque controlado y el apagado retardado.

Lo que hace único a **System BCI** frente a otros productos es su enfoque académico aplicado: fue diseñado y ejecutado por estudiantes, desde un semillero de investigación, con materiales accesibles y pensando en una solución replicable en muchos espacios con bajos costos. No se trata solo de automatizar, sino de hacerlo de forma **inteligente, ética y sostenible**.

El impacto esperado es enorme: más seguridad para las personas, mayor confianza en los sistemas de emergencia, menos mantenimiento costoso por fallos del motor, y la posibilidad de implementar este modelo en diferentes escenarios, desde conjuntos pequeños hasta grandes centros comerciales. Además, este tipo de proyectos demuestra que desde la academia se pueden generar soluciones reales, útiles y con un fuerte compromiso social.

6. Marcos referenciales:

Para abordar el desarrollo del sistema System BCI y su impacto en la optimización de los sistemas contra incendios, es fundamental establecer un marco de referencia sólido que sustente la investigación y la solución propuesta.

**Marco Conceptual**

Este marco define los **conceptos fundamentales** que son inherentes a la problemática y a la solución planteada.

- **Sistema Contra Incendios (SCI):** Conjunto de equipos y dispositivos interconectados diseñados para detectar, alertar y combatir incendios, incluyendo bombas, tuberías, rociadores y alarmas.
- **Motor Eléctrico:** Dispositivo que convierte energía eléctrica en energía mecánica rotatoria. En este contexto, se refiere a los motores que impulsan las bombas de los sistemas contra incendios.
- **Arranque Brusco (Directo):** Método de encendido de un motor eléctrico que aplica la tensión nominal de forma instantánea, generando una alta corriente de irrupción y un par elevado.
- **Corriente de Irrupción (Inrush Current):** Pico de corriente eléctrica significativamente mayor que la corriente nominal que consume un motor en el momento exacto de su arranque.
- **Apagón (Blackout):** Interrupción total del suministro eléctrico en una zona o instalación, causada por una falla en la red o por una sobrecarga.
- **Arranque Estrella-Triángulo (Star-Delta Start):** Método de arranque de motores trifásicos que reduce la corriente de irrupción inicial al conectar las bobinas del motor en configuración de estrella durante un corto periodo, antes de cambiar a la configuración en triángulo para la operación normal.
- **Relé:** Dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor, abriendo o cerrando circuitos eléctricos mediante una señal de control.
- **Contactador:** Tipo de relé de alta potencia diseñado para conmutar grandes corrientes en circuitos de fuerza, típicamente usado para encender y apagar motores.
- **Controlador Lógico Programable (PLC - Programmable Logic Controller):** Computadora industrial robusta y adaptable, diseñada para automatizar procesos industriales mediante la ejecución de un programa preestablecido.
- **Automatización:** Aplicación de tecnología para realizar tareas o procesos con mínima intervención humana, mejorando la eficiencia, precisión y seguridad.
- **Eficiencia Energética:** Utilización óptima de la energía para lograr un resultado deseado, minimizando el desperdicio.

### Marco Teórico

El marco teórico se fundamenta en las **leyes y principios científicos** que explican el comportamiento de los sistemas eléctricos y mecánicos involucrados.

- **Teoría de Circuitos Eléctricos:** Principios que rigen el comportamiento de la corriente, voltaje y resistencia en un circuito. Esencial para entender el flujo de corriente en el arranque de motores, el funcionamiento de relés y contactores, y el diseño de la lógica de control. Ley de Ohm, Leyes de Kirchhoff, y el análisis de circuitos trifásicos son fundamentales.
- **Teoría de Máquinas Eléctricas (Motores de Inducción):** Principios de funcionamiento de los motores eléctricos, particularmente los motores asíncronos trifásicos utilizados en bombas. Esto incluye el estudio de la relación entre voltaje, corriente, par, velocidad y deslizamiento, y cómo el arranque afecta la vida útil del motor. La curva de par-velocidad y la corriente de arranque son aspectos clave.
- **Control Automático:** Teorías y métodos para diseñar sistemas que regulan su propio comportamiento sin intervención humana constante. En este caso, la lógica de control implementada en el PLC para gestionar la secuencia de arranque estrella-triángulo y la protección del motor. Incluye conceptos de lazo abierto y lazo cerrado de control.
- **Principios de Lógica Booleana y Programación de PLCs:** La lógica booleana (AND, OR, NOT) es la base de la programación de los controladores lógicos programables. Esto permite diseñar secuencias de control y condiciones para la operación segura y eficiente del sistema. Lenguajes como el diagrama de escalera (Ladder Logic) son centrales en este aspecto.

### Marco Legal

El marco legal considera las **normativas y regulaciones** aplicables a los sistemas contra incendios y las instalaciones eléctricas en edificaciones en Colombia, específicamente en Bucaramanga.

- **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE):** Norma colombiana que establece los requisitos técnicos para garantizar la seguridad de las instalaciones eléctricas, la protección de la vida y el medio ambiente. El diseño e implementación del System BCI debe cumplir con todas las disposiciones del RETIE relativas a la protección de motores, sistemas de puesta a tierra y calidad de la energía.
- **Norma Sismorresistente Colombiana (NSR-10):** Establece los requisitos de diseño y construcción sismorresistente para edificaciones, incluyendo la seguridad de los sistemas vitales como los SCI. Si bien el proyecto no es de diseño estructural, la operatividad del sistema bajo condiciones sísmicas (indirectamente por la confiabilidad del motor) es relevante.
- **Ley 1523 de 2012 (Gestión del Riesgo de Desastres):** Establece el marco legal para la gestión del riesgo de desastres en Colombia, incluyendo la prevención, reducción, preparación y respuesta. Un sistema contra incendios fiable es un componente crucial de la reducción del riesgo en edificaciones.
- **Reglamentos de Construcción Locales:** Las secretarías de planeación municipales, como la de Bucaramanga, pueden tener códigos de construcción específicos que regulan los sistemas de seguridad contra incendios en edificaciones, los cuales deben ser consultados y cumplidos.
- **Normas Técnicas Colombianas (NTC):** Aunque no son de obligatoriedad directa a menos que una ley las referencie, NTC como la **NTC 2050 (Código Eléctrico Colombiano)**, que es una adaptación de la NFPA 70 (National Electrical Code), proporcionan directrices valiosas para instalaciones eléctricas seguras. Asimismo, normas como la **NFPA 20 (Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection)** son referencias internacionales clave para el diseño e instalación de bombas contra incendios, y aunque no son leyes en Colombia, son ampliamente adoptadas por los diseñadores de sistemas.

#### Marco Ambiental

El marco ambiental evalúa los **impactos y beneficios** del proyecto en relación con el medio ambiente y el uso de recursos.

- **Eficiencia Energética y Reducción de la Huella de Carbono:** Un arranque suave del motor reduce el estrés eléctrico y mecánico, lo que puede traducirse en un menor consumo de energía a largo plazo debido a una operación más eficiente y una menor necesidad de reemplazos. Esto contribuye a una **menor huella de carbono** asociada a la generación y consumo de energía.
- **Minimización de Desperdicio de Materiales:** Al prolongar la vida útil de los motores y sus componentes (relés, contactores) a través de un arranque controlado, se reduce la frecuencia de reemplazo de equipos, disminuyendo la generación de **residuos electrónicos y metálicos**.
- **Reducción del Riesgo Ambiental por Incendios:** Un sistema contra incendios más fiable y operativo reduce el riesgo de incendios incontrolados. Los incendios pueden liberar contaminantes tóxicos a la atmósfera, el suelo y el agua, además de consumir recursos hídricos en su extinción. La prevención y control efectivo de incendios tienen un **impacto ambiental positivo** significativo.
- **Uso Eficiente de Recursos:** Al optimizar el funcionamiento de las bombas, se asegura que los recursos (como el agua utilizada para la extinción de incendios) sean movilizadas de manera más efectiva cuando sea necesario, evitando desperdicios por fallas del sistema.

7. Objetivo general y objetivos específicos:

**Objetivo General:**

- Diseñar e implementar System BCI, un sistema automatizado e inteligente utilizando tecnología LOGO Siemens, para garantizar el encendido seguro y eficiente de las bombas contra incendios en edificios y centros comerciales, mitigando daños a los motores y previniendo interrupciones eléctricas.

**Objetivos específicos:**

- Analizar las deficiencias operacionales y los riesgos asociados al arranque directo de motores en sistemas de bombas contra incendios, documentando los impactos en la vida útil de los equipos y la estabilidad de la red eléctrica en edificaciones residenciales.
- Desarrollar un prototipo de arranque estrella-triángulo para bombas contra incendios, integrando contactores, relés, pulsadores, dispositivos de seguridad y un controlador lógico programable LOGO Siemens, y programar su lógica de control para un encendido y apagado suave y seguro del motor.
- Validar la eficiencia y fiabilidad del prototipo System BCI mediante pruebas en un entorno simulado, cuantificando la reducción de la corriente de arranque, la protección del motor y la prevención de fallas eléctricas en comparación con los sistemas de arranque tradicionales.

8. Metodología

**1. Fase de Investigación y Análisis**

**Objetivo:** Analizar el estado actual de los sistemas de arranque de motores en sistemas contra incendios y comprender las necesidades específicas del proyecto.

**Actividades Tecnológicas:**

- Revisión de normativas nacionales e internacionales (RETIE, RETILAP).
- Investigación sobre tecnologías de control de motores, como el **LOGO Siemens** y el arranque estrella-triángulo.
- Estudio de casos de aplicaciones similares en el mercado para identificar mejores prácticas.
- Identificación de necesidades y limitaciones tecnológicas del entorno local (condiciones de edificios, costos, etc.).

**2. Fase de Diseño y Planificación**

**Objetivo:** Definir la solución tecnológica más adecuada para el proyecto y planificar su implementación.

**Actividades Tecnológicas:**

- Diseño del sistema de arranque estrella-triángulo para las bombas contra incendios, considerando los requisitos de seguridad y eficiencia.
- Selección y configuración de los componentes (contactor, relés, temporizadores, **LOGO Siemens**).
- Desarrollo del esquema eléctrico y plano de conexiones para las bombas.
- Planificación del proceso de programación del **LOGO Siemens** para el control automatizado de arranque y apagado.
- Determinación de los materiales y recursos necesarios para la implementación.

**3. Fase de Desarrollo Tecnológico**

**Objetivo:** Construir y probar el prototipo del sistema de arranque automatizado.

**Actividades Tecnológicas:**

- Ensamble de los componentes eléctricos y electrónicos (contactor, relés, **LOGO Siemens**, etc.).
- Programación del **LOGO Siemens** para gestionar la temporización del arranque y apagado de las bombas.

- Pruebas de funcionamiento en laboratorio para verificar el arranque suave de las bombas y el comportamiento del sistema bajo condiciones controladas.
- Ajuste y calibración del sistema para garantizar su correcto funcionamiento en situaciones de emergencia.

**4. Fase de Presentación y Validación del Prototipo**

**Objetivo:** Presentar el prototipo funcional del sistema y demostrar su efectividad y funcionalidad.

**Actividades Tecnológicas:**

- Montaje final del prototipo en el banco, asegurando que todos los componentes estén correctamente conectados y funcionando.
- Realización de pruebas en el prototipo para simular situaciones de emergencia y validar su desempeño.
- Documentación detallada del funcionamiento del prototipo, incluyendo los resultados de las pruebas realizadas.
- Presentación del sistema, destacando los beneficios y la innovación de la solución propuesta.
- Recolección de comentarios y retroalimentación para futuras mejoras.

9. Avances realizados:

System BCI es un sistema automatizado de arranque estrella-triángulo para tres bombas contra incendios, controlado por un LOGO Siemens. Incluye contactores, relés, pulsadores, parada de emergencia y luces indicatoras. Su diseño compacto y modular permite un arranque suave y seguro, ideal para edificios y centros comerciales

10. Resultados esperados:

1. Resultados esperados:

- Desarrollo de una solución tecnológica automatizada y funcional para sistemas contra incendios. Fortalecimiento del conocimiento técnico en automatización y control de motores.
- Aplicación práctica del aprendizaje, con impacto en la comunidad y entornos reales.
- Mejora de la eficiencia operativa, con ideas de valor agregado como alarma de evacuación y sistema de transferencia eléctrica para asegurar el funcionamiento continuo.

11. Cronograma:

Fase	Actividad (Semanal)	Fase 1			Fase 2				Fase 3		Fase 4				Fase 5		Fase 6	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Planificación, y recopilación de bibliografía.	Revisión bibliográfica																	
	Definición de objetivos e investigación preliminar																	
	Desarrollo del diseño conceptual																	
Diseño y Simulación	Diseño CAD																	
	Definición de formulas																	
	Elaboración de cálculos																	
Adquisición de Materiales	Cotización y compra de elementos																	
Ensamblaje y programación	Montaje de los componentes																	
	Implementación del sistema de reversa																	
Pruebas y Validación	Pruebas de estabilidad y resistencia																	
	Validación de maniobra																	
Entregables del proyecto	Entrega del documento Final para evaluación																	
	Sustentación del trabajo de grado																	
	Entrega final																	

12. Bibliografía:

Cade Simu. (s/f). Cade-simu.com. Recuperado el 13 de abril de 2025, de <https://cade-simu.com/>

LOGO! Software. (2025, marzo 3). Siemens.com Global Website. <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-software.html>

¿Qué es NI LabVIEW? (2023, mayo 4). Wwww.ni.com. <https://www.ni.com/es/shop/labview.html?srsId=AfmBOoqQLG1n3DmQFdIEq6OgQWI4IEFm1GjK-82llycPL8D3YUsmzokG>

Sistemas contra incendio. (2021, enero 7). Exsolven - Proyectos de Ingeniería y Seguridad. [https://exsolven.com.co/sistemas-contra-incendio/?srsId=AfmBOopoUKwJa40Sync65nt7wQv8XCefEv\\_1aR4QzhB\\_xkxTdeoLkm8q](https://exsolven.com.co/sistemas-contra-incendio/?srsId=AfmBOopoUKwJa40Sync65nt7wQv8XCefEv_1aR4QzhB_xkxTdeoLkm8q)

Softspring. (s/f). Chint electric. Chint Electric. Recuperado el 13 de abril de 2025, de <https://www.chint.eu/es/>

\* Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

---

**\*\* PA: Proyecto de Aula; PI: Proyecto Integrador; TI: Trabajo de Investigación**