



# TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN REDES INDUSTRIALES UTILIZANDO TECNOLOGÍA SIEMENS

### **Autores:**

- WLADIMIR DIAZ M.
- FRANCISCO VIZCAINO A.

### **Director:**

- ING. HUGO ORTIZ T.

## Temario

Antecedentes

Justificación e Importancia

Objetivos

Descripción General del Proyecto

Diseño del Sistema de Entrenamiento

Diseño de las guías prácticas de Laboratorio

Pruebas y Resultados

Conclusiones y Recomendaciones

# Antecedentes



# Antecedentes

En la actualidad los Laboratorios del Departamento de Eléctrica y Electrónica no cuentan con un prototipo de entrenamiento dedicado al estudio y práctica de diversos protocolos de comunicación industrial.

Por esta razón nace la necesidad de implementar un sistema de entrenamiento con las características antes mencionadas, en el cual los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control puedan realizar prácticas de laboratorio e involucrarse en la instalación y configuración de redes industriales.

# Justificación e Importancia



# Justificación e Importancia

- Mejorar las competencias del estudiante de la carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control en el ámbito de redes industriales.
- Este proyecto contribuirá positivamente en el proceso enseñanza – aprendizaje del estudiante logrando captar su interés, pues se podrá realizar simulaciones de eventos usuales en procesos industriales.
- Este es el primer sistema de entrenamiento con el que contará la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE que posea servicios tecnológicos integrados de comunicación industrial como: Modbus RTU, Profinet, Wireless y GSM.



# Justificación e Importancia

- Al ser el primer sistema con las características antes mencionadas, se puede tener una visión a mediano plazo de aumentar el número de estos sistemas, utilizando como prototipo el sistema en cuestión con la finalidad de equipar un laboratorio destinado propiamente al manejo de redes industriales.
- El sistema de entrenamiento servirá como ayuda didáctica al docente en el momento de impartir clases de laboratorio debido a que cuenta con guías de prácticas de laboratorio y con el desarrollo de las mismas.

# Objetivos



## Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de entrenamiento en redes industriales utilizando tecnología Siemens.

## Objetivos Específicos

Fomentar el interés del estudiante en el área de redes industriales con el uso de tecnología vanguardista de la marca Siemens.

Diseñar una guía de prácticas académicas orientada a procesos reales de comunicación industrial con el fin de mejorar las competencias del estudiante de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.

## Objetivos Específicos

Contribuir al laboratorio de PLC's con un sistema de entrenamiento en redes industriales que facilite la capacitación práctica y teórica del estudiante de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.

Establecer las mejores características y funcionalidades para cada uno de los componentes de hardware y software necesarios para el diseño e implementación del sistema de entrenamiento en redes industriales.

Integrar diferentes tipos de tecnología de comunicación industrial de Siemens en un mismo sistema de entrenamiento.

# Introducción





# Descripción General del Sistema



El sistema de entrenamiento en redes industriales muestra beneficios de la Automatización Totalmente Integrada, con una comunicación transparente y abierta entre todos los componentes.

En el sistema se utilizan distintos protocolos de comunicación, en los que se muestra la fácil integración de los equipos Siemens.

**Comunicación Industrial Ethernet (TCP/IP):** Implementada para el intercambio de datos entre los equipos: Controlador Simatic S7-1200, pantalla táctil Simatic HMI Basic Panel, Scalance X208, Scalance W-Pro, LOGO!8 y LOGO! GSM/GPRS.

**Comunicación Modbus RTU:** Implementada para el intercambio de datos entre el controlador Simatic S7-1200 y el variador de velocidad Sinamics V20. La información del estado Sinamics V20 es enviada mediante este protocolo de comunicación al Simatic S7-1200 y mostrada en el panel Simatic HMI.

**Comunicación GSM:** El sistema contará con comunicación GSM, el procesador de comunicación LOGO! GSM/GPRS permite enviar y recibir información a través de la red de telefónica celular.

**Comunicación inalámbrica:** El equipo Scalance W-Pro permitirá dar acceso a la red a dispositivos portátiles como pueden ser teléfonos inteligentes o Tablets con la finalidad de realizar un control y monitoreo remoto en el proceso que se esté simulando.

# Diseño del Sistema de Entrenamiento



# Diseño del Sistema de Entrenamiento

Requerimientos del Sistema de Entrenamiento

Productos y servicios por entregar

Alternativas de Solución

# SOLUCIÓN UNO



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Sistema Compacto



*Vista Frontal de un sistema de entrenamiento Allen Bradley del laboratorio de "Electrical Engineering - University of Michigan"*

# SOLUCIÓN DOS



# Sistema Modular



# SOLUCIÓN TRES



# Prototipo Show Room



# Análisis de alternativas de Solución

	Sistema compacto	Sistema modular	Prototipo Showroom
Facilidad de montaje	X	X	X
Facilidad de mantenimiento	X	X	X
Cumplimiento con el alcance.	X		X
Diseño pedagógico para el estudiante.	X	X	
Escalabilidad hardware	X	X	
Menor costo	X		

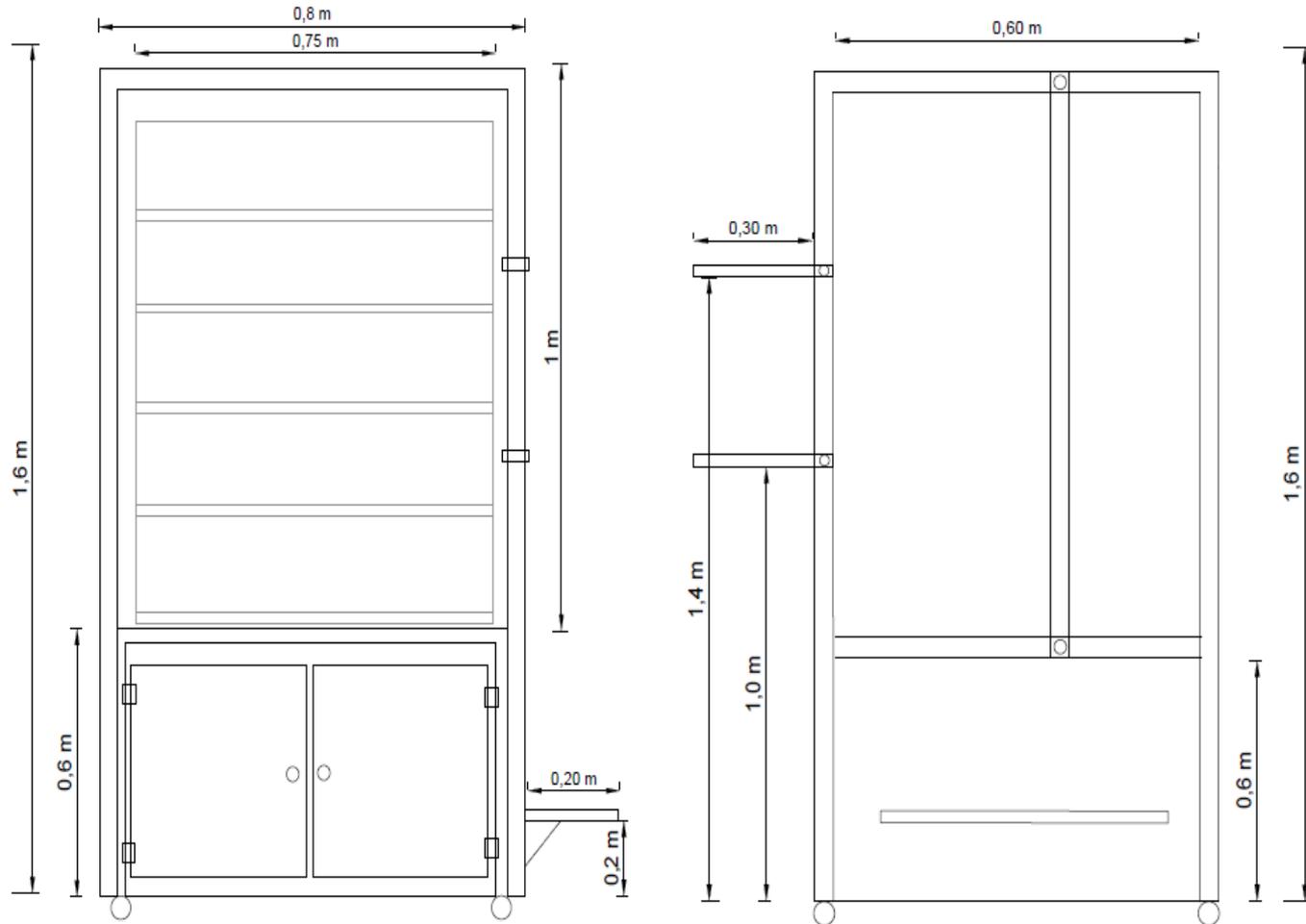
# Estructura Física del Sistema

La estructura física del sistema de entrenamiento contará con un diseño ergonómico enfocado en el estudiante, las conexiones y etiquetado estarán sujetas a estándares y normas vigentes.

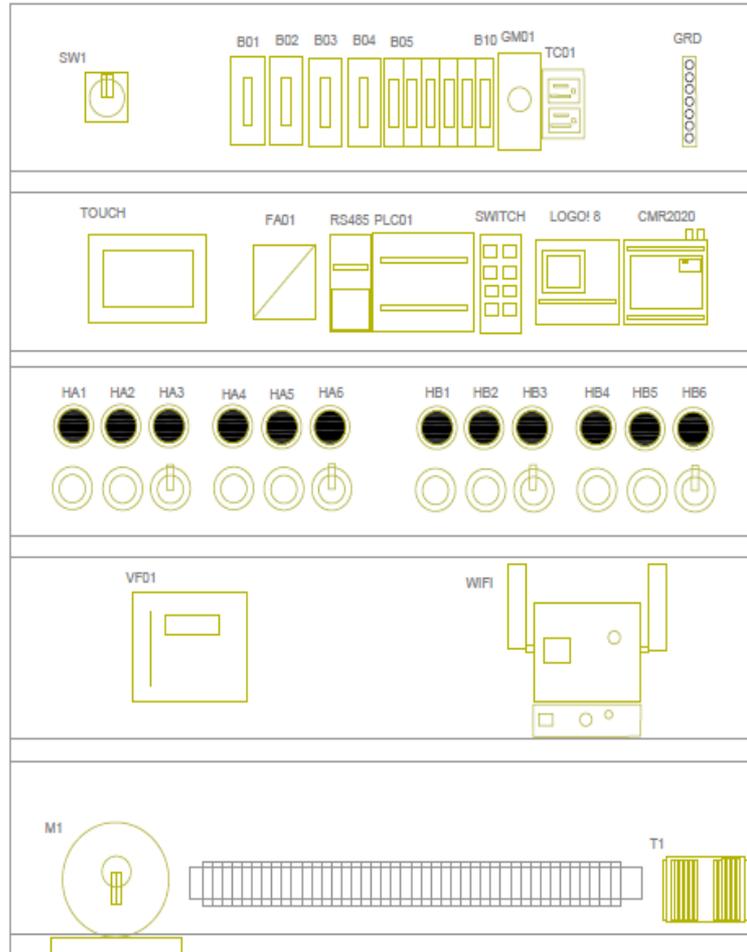
La principal normal en la que se enfoca el diseño de la estructura y conexiones corresponde a la norma **IEC 61439** la misma que garantiza niveles de seguridad tanto para los equipos instalados como para las personas que lo utilizarán, esta norma corresponde a instalaciones y montaje de equipos de baja tensión para distribución de potencia, mando y control.

Las cajas de interruptores, dispositivos de control, señalización y medida que se pueden encontrar en un tablero, presentan un bajo grado de protección en sus elementos constitutivos, por lo tanto el sistema de entrenamiento estará regido ante las normas **IEC 60529 y NEMA 250** que corresponde a las propiedades dieléctricas, grados de protección IP e IK

## Dimensionamiento de la Estructura Física del Sistema



# Distribución de Elementos



# Dimensionamiento de Protecciones

**Cálculo de Corrientes del Motor Trifásico**

**Cálculo de Corrientes de Equipos de Señalización y Mando**

**Selección de Breakers Termomagnético**

**Protección Motor Trifásico**

**Protección Equipos de Señalización y Mando**

**Protección Equipos de Control y Comunicación**

**Selección de Conductores**

# Equipos de Control y Comunicación

Simatic S7-1200 CPU1212C

Módulo CM 1241-RS485

SIEMENS LOGO! 8

LOGO! CMR2020

Simatic Basic Panel KTP400

Sinamics V20

Módulo Wi-Fi Scalance W Pro 788

Switch Industrial Scalance X 208



# Software de Desarrollo

**TIA Portal**

**LOGO! Soft Comfort**

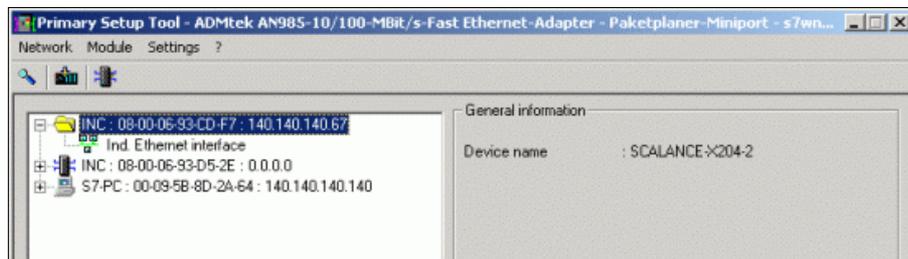
**Primary Setup Tool**

Totally Integrated Automation  
**PORTAL V13**

**SIEMENS**

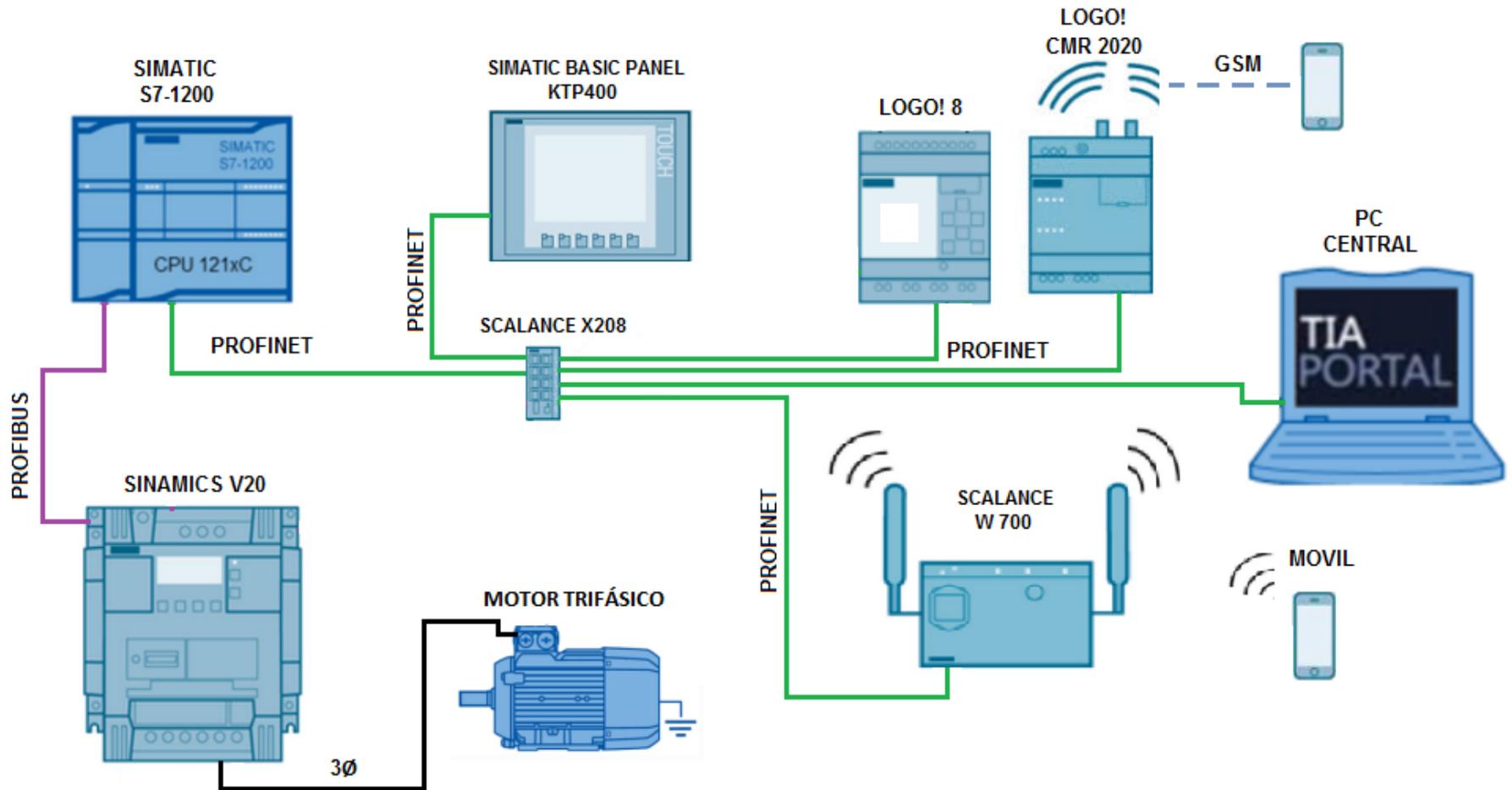
LOGO! Soft Comfort  
Version 8

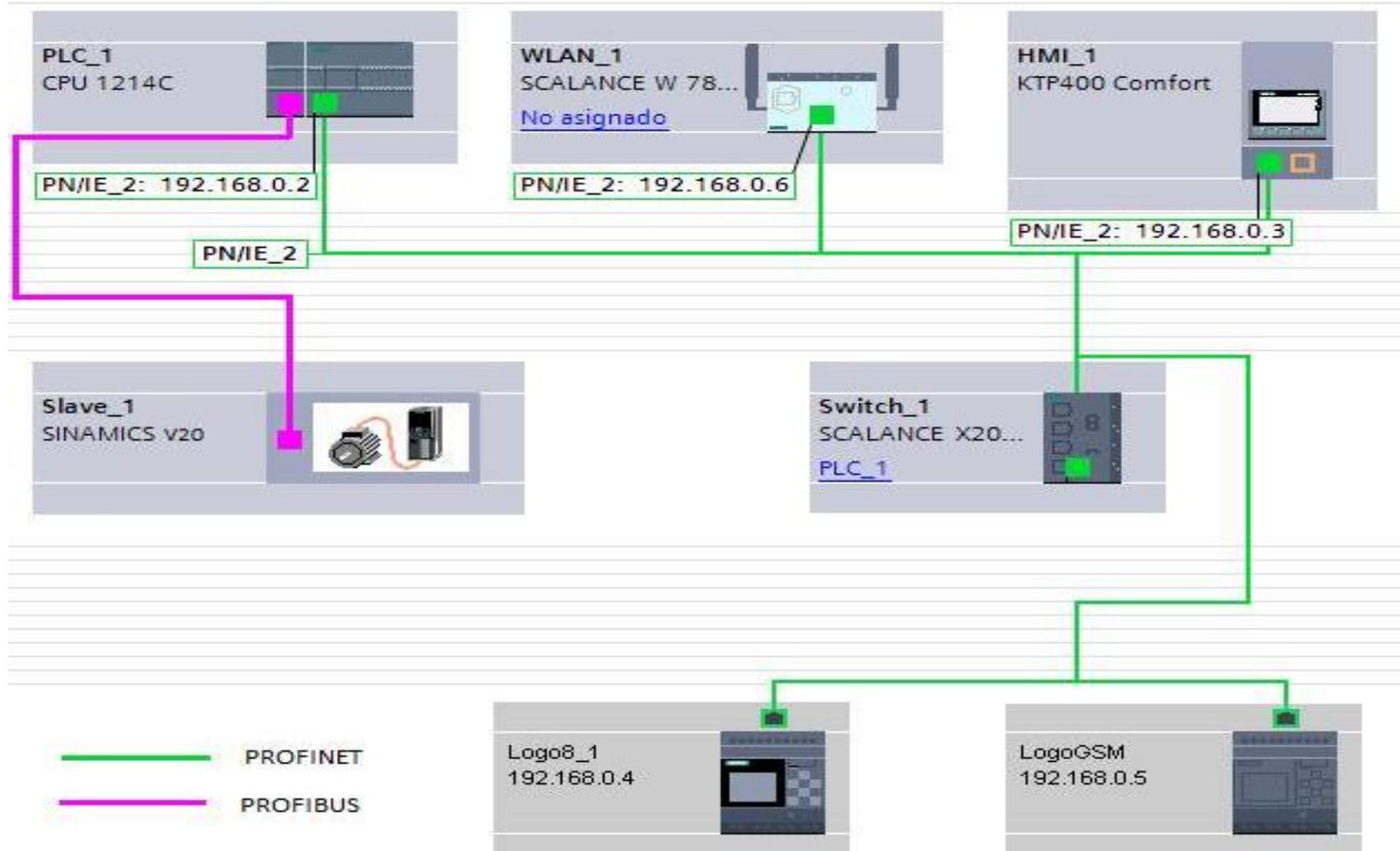
**LOGO!**



# Diseño de RED







# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



# Implementación del Sistema

Estructura Metálica

Distribución de los Elementos

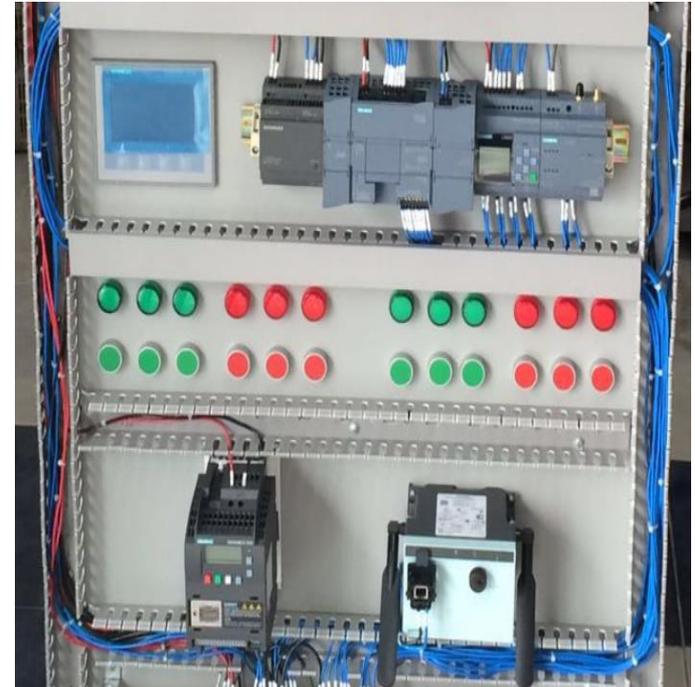
Cableado y Etiquetado

Cableado Interno

Espacios Libres y Reservas

Identificación de los Elementos

Puesta a Tierra



# Implementación del Sistema

Cableado Interno

Espacios Libres y Reservas

Identificación de los Elementos



# Sistema Implementado



# DISEÑO DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO



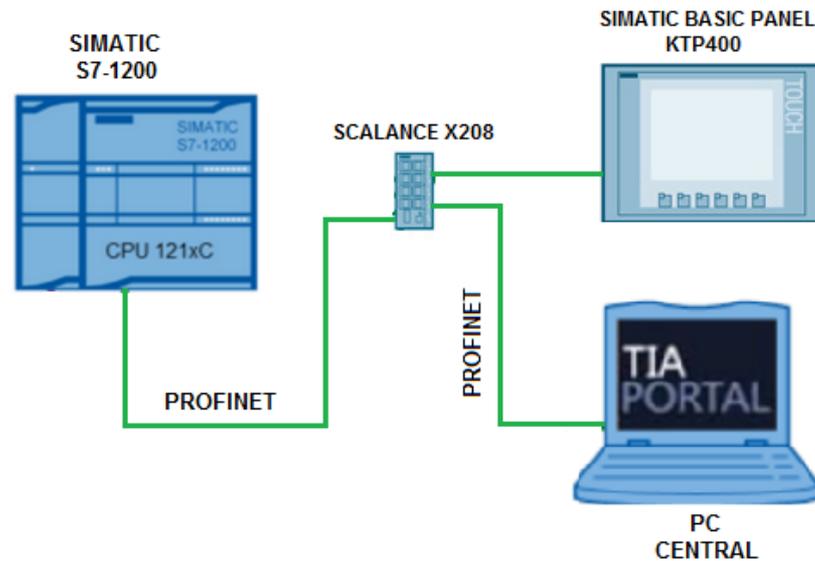
# Guías de Prácticas de Laboratorio

Las guías de prácticas consisten en la identificación, configuración, programación e integración en red de los diferentes equipos que posee el sistema de entrenamiento; a continuación se lista las guías prácticas a desarrollarse:

- **Guía N°1:** Comunicación Profinet.
- **Guía N°2:** Comunicación Modbus RTU.
- **Guía N°3:** Comunicación Maestro-Esclavo Profinet.
- **Guía N°4:** Comunicación móvil GSM.
- **Guía N°5:** Comunicación Wireless – Profinet
- **Guía N°6:** Integración de tecnologías de comunicación industrial.

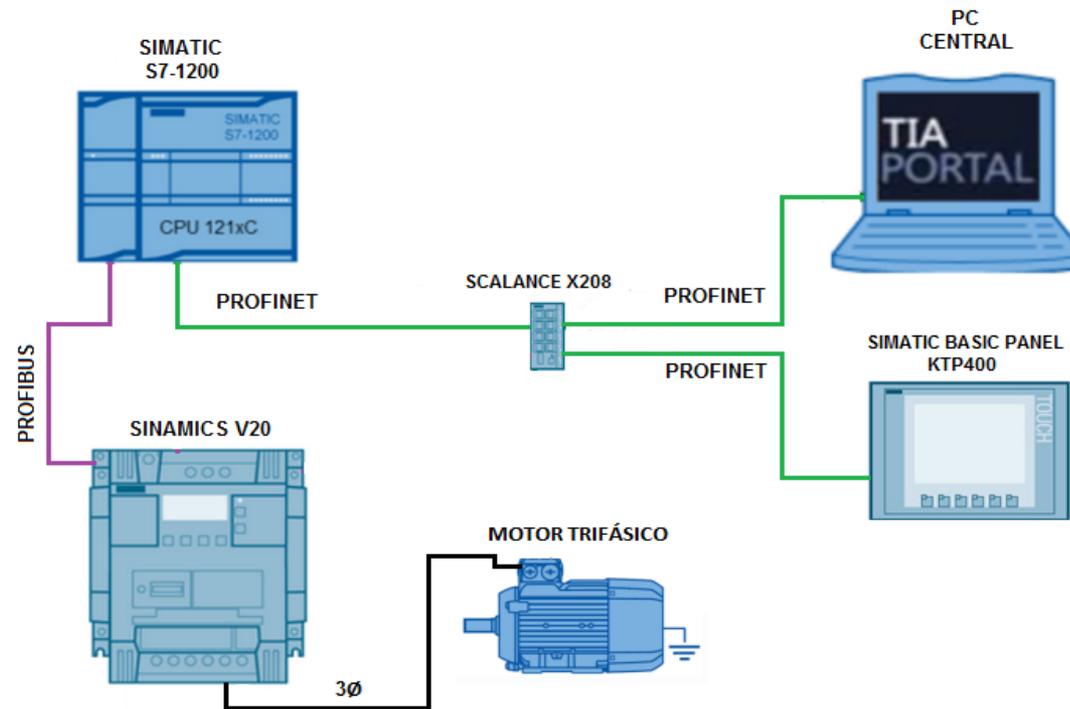
# Guías de Prácticas de Laboratorio

## Guía N°1: Comunicación Profinet



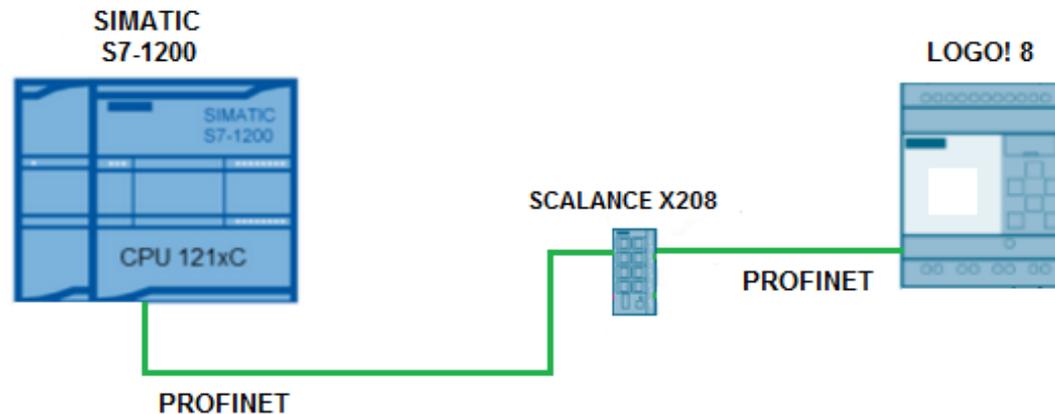
# Guías de Prácticas de Laboratorio

## Guía N°2: Comunicación MODBUS RTU



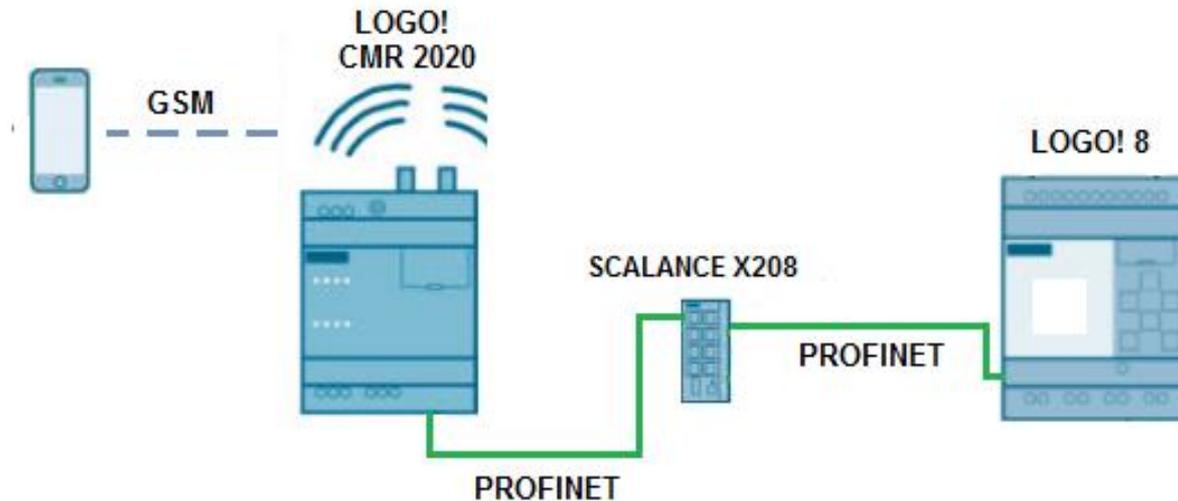
# Guías de Prácticas de Laboratorio

## Guía N°3: Comunicación Maestro-Esclavo Profinet



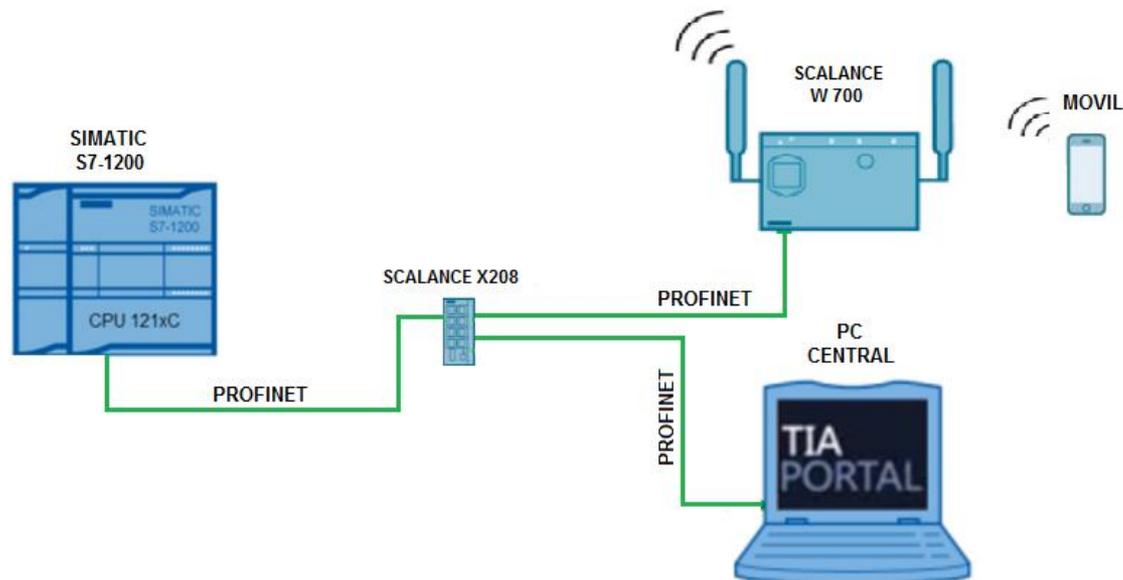
# Guías de Prácticas de Laboratorio

## Guía N°4: Comunicación GSM



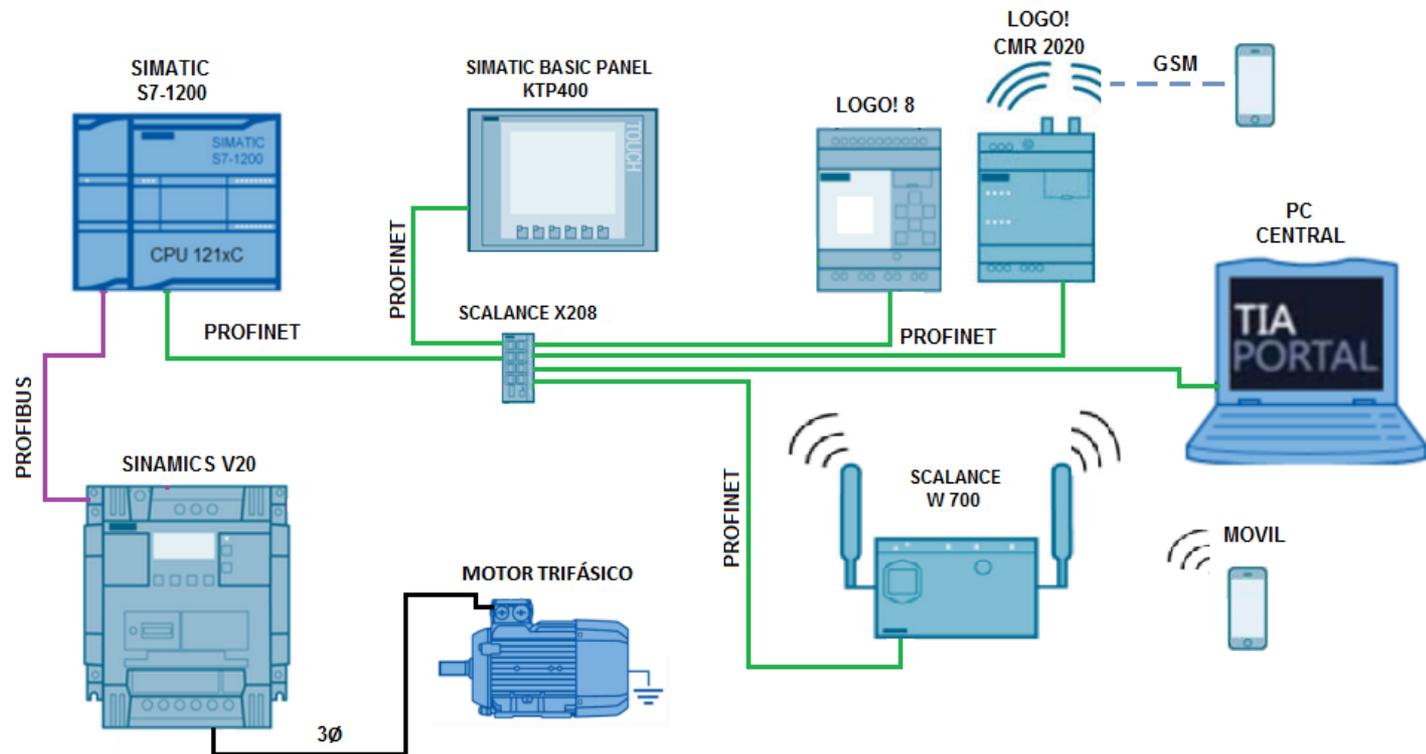
# Guías de Prácticas de Laboratorio

## Guía N°5: Comunicación Wireless Industrial



# Guías de Prácticas de Laboratorio

## Guía N°6: Integración de tecnologías de comunicación industrial



# PRUEBAS Y RESULTADOS



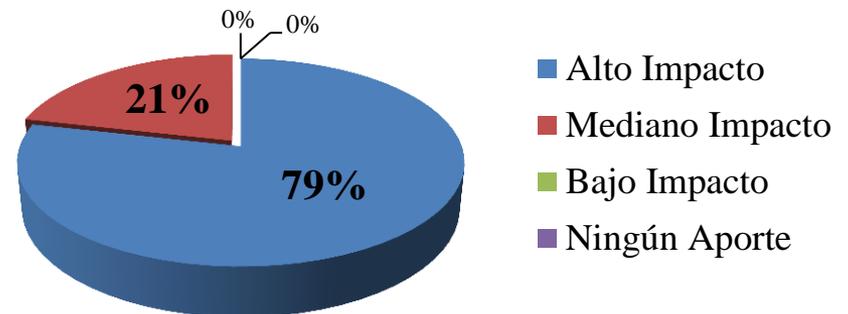
# Pruebas Desarrolladas

Pruebas de Hardware

Pruebas de Software

Análisis de Funcionalidad del sistema

## Nivel de impacto en la formación académica del estudiante



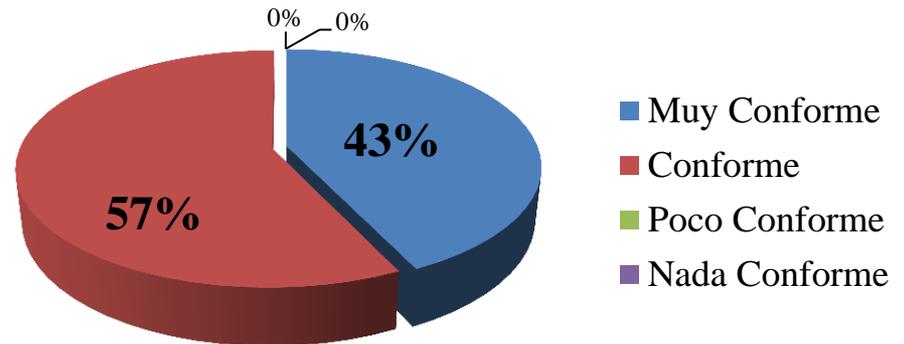
# Pruebas Desarrolladas

Pruebas de Hardware

Pruebas de Software

Análisis de Funcionalidad del sistema

Conformidad de los servicios tecnológicos y bondades didácticas en el sistema



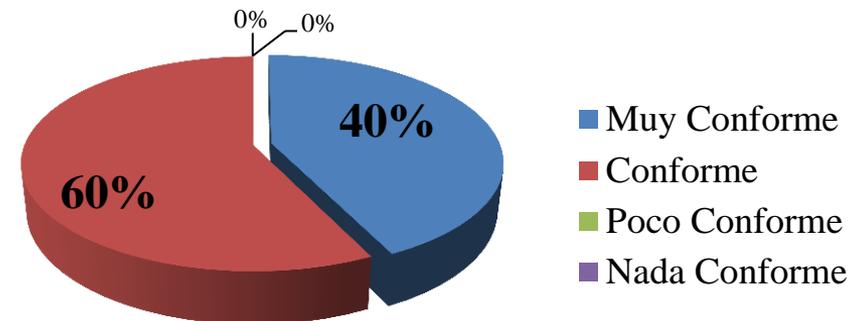
# Pruebas Desarrolladas

Pruebas de Hardware

Pruebas de Software

Análisis de Funcionalidad del sistema

Conformidad con la ergonomía que presenta el sistema



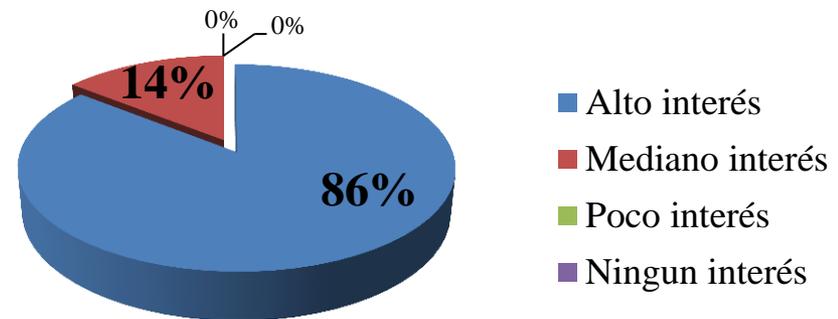
# Pruebas Desarrolladas

Pruebas de Hardware

Pruebas de Software

Análisis de Funcionalidad del sistema

Interés de operar y configurar el sistema de entrenamiento



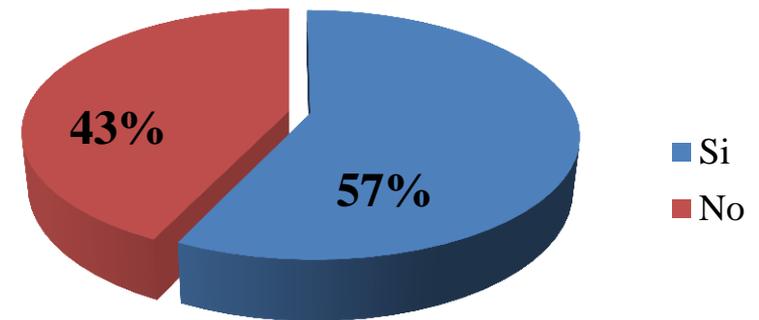
# Pruebas Desarrolladas

Pruebas de Hardware

Pruebas de Software

Análisis de Funcionalidad del sistema

Suficiencia del tiempo dedicado a la configuración y programación de los equipos del sistema



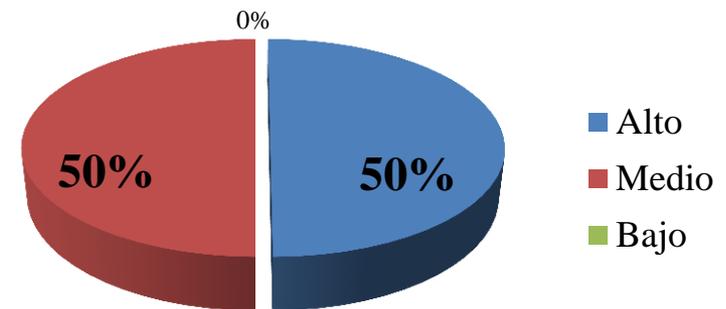
# Pruebas Desarrolladas

Pruebas de Hardware

Pruebas de Software

Análisis de Funcionalidad del sistema

Grado de dificultad respecto a la programación y configuración de los equipos instalados en el sistema



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



# Conclusiones

- Se diseñó e implementó un sistema de entrenamiento en redes industriales utilizando tecnología Siemens que permite la simulación de procesos industriales de manera didáctica con la finalidad de ayudar en el proceso de aprendizaje del estudiante en la asignatura de redes industriales de la carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.
- De acuerdo a la encuesta realizada se logró captar y fomentar el interés del estudiante en el área de redes industriales gracias a las prestaciones tecnológicas y bondades didácticas que posee el sistema de entrenamiento implementado.
- Se diseñó una guía de prácticas académicas orientada a procesos reales que evidencien la importancia del uso de comunicaciones industriales con el objetivo reforzar el conocimiento teórico con la capacitación práctica en el ámbito de redes industriales a fin de mejorar sus competencias académicas.



# Conclusiones

- La implementación del sistema de entrenamiento en redes industriales resultó un aporte didáctico al laboratorio de PLC's como una herramienta de aprendizaje que facilita la experiencia práctica en el ámbito de redes industriales al estudiante de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.
- La implementación del sistema de entrenamiento en redes industriales resultó un aporte didáctico al laboratorio de PLC's como una herramienta de aprendizaje que facilita la experiencia práctica en el ámbito de redes industriales al estudiante de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.
- Se logró integrar e implementar de manera efectiva todas las diferentes tecnologías de comunicación industrial con las que cuenta el sistema de entrenamiento tal como se muestra en el programa demostrativo o la Práctica 6 del presente sistema.

# Conclusiones

- De acuerdo a la encuesta realizada el diseño de la estructura física y distribución de los distintos elementos que conforman el sistema de entrenamiento resultó favorable al requerimiento de ergonomía y prestaciones de movilidad.

# Recomendaciones

- Debido a que el sistema de entrenamiento en redes industriales puede funcionar reiterado número de veces al día, se recomienda realizar inspecciones en intervalos de tiempo regular, con la finalidad de poder reemplazar y mantener en buen estado la estructura, dispositivos y demás elementos del sistema.
- Se recomienda elaborar un plan de mantenimiento con la finalidad de verificar periódicamente el estado de los conductores, separación de los mismos, sujeción correcta de los tornillos de todo el sistema, estado de las conexiones de pulsador, interruptores, luces piloto, dispositivos de control, comunicación, conexión del motor y variador de frecuencia.
- Si algún elemento está muy desgastado debido al uso o cualquier otro factor, se debe remplazar para evitar que se produzcan cortocircuito u otro fallo que pueden ocasionar daños al sistema.

# Recomendaciones

- La limpieza de polvo y suciedad general en el sistema de entrenamiento se recomienda realizarla periódicamente para evitar que se acumule gran cantidad de polvo en cualquier parte del equipo, deben limpiarse con un cepillo, trapo o brochas secas, el polvo y la suciedad seca se pueden eliminar utilizando aire comprimido seco, esta limpieza es muy importante ya que el polvo no solo puede impedir un funcionamiento normal del equipo sino que puede causar cortocircuitos cuando contiene partículas conductoras y se deposita entre puntos de diferente potencial.
- Los equipos del sistema poseen varias características adicionales que no se tomaron en cuenta en el diseño de las guías prácticas, por lo tanto se recomienda revisar las demás prestaciones tecnológicas, así el docente a futuro podría implementar en una nueva práctica, buscando con ello que el estudiante amplíe su conocimiento en el área de redes industriales.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

