



Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.

Albert Einstein

Diseño e implementación de un sistema SCADA, utilizando Ethernet Industrial y Bluetooth con tecnología Schneider Electric para el monitoreo, control y supervisión de las estaciones de nivel y presión en el Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE Extensión Latacunga

Tutores:

Ing. Marco Pilatásig (Director)
Ing. Jacqueline Llanos (Co-Director)

Autores:

David Ávila L.
Vinicio Salguero R.





Objetivo General:

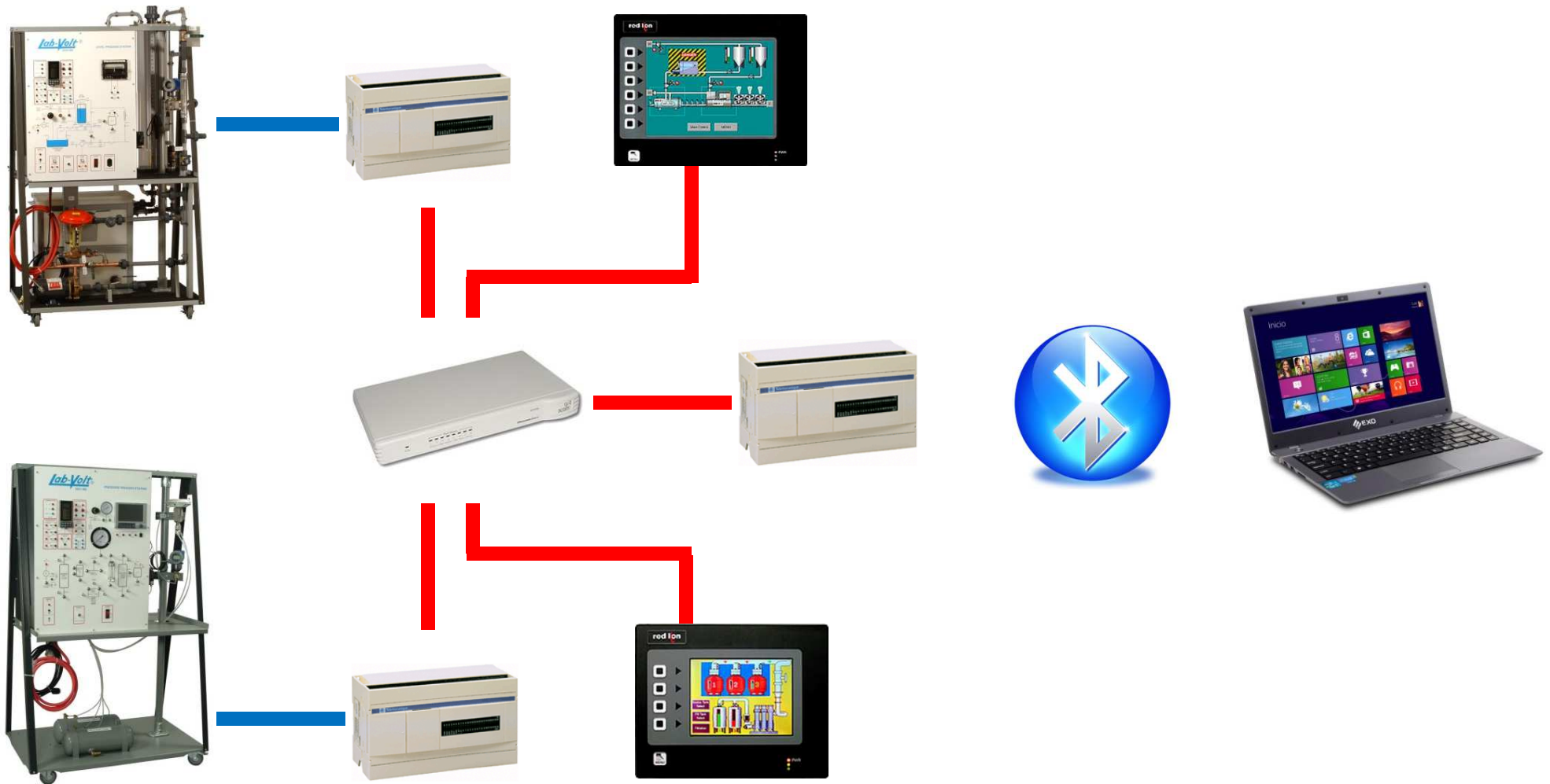
Diseñar e implementar un sistema SCADA, utilizando Ethernet Industrial y Bluetooth con tecnología Schneider Electric para el monitoreo, control y supervisión de las estaciones de nivel y presión en el Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE Extensión Latacunga



Objetivos Específicos:

- *Analizar e investigar las particularidades que presentan las redes industriales con tecnología inalámbrica mediante el uso del estándar IEEE 802.15 (Bluetooth) para el control de procesos.*
- *Controlar y monitorear las estaciones remotas a través de dos PLC TWDLCAE40DRF de la marca Schneider Electric mediante el protocolo Ethernet industrial.*
- *Diseñar un HMI para el monitoreo y control de las estaciones remotas tanto de nivel y presión utilizando una touchscreen de la marca Red Lion para cada una de las estaciones de control.*

Descripción del proyecto:



Sistema SCADA

¿Qué es?

Es un **SISTEMA** basado en computadoras



-Se comunica con los dispositivos de campo

-Controla el proceso de forma automática por medio de un software especializado

¿Qué permite?

-**S**upervisory
-**C**ontrol

Variables de proceso a distancia

And

Data

Adquisition





Funciones de un sistema SCADA

Supervisión remota de instalaciones y equipos → Estado de las instalaciones y equipos

Control remoto de instalaciones y equipos → Activar o desactivar los equipos remotamente

Procesamiento de datos → La información adquirida es procesada, analizada y comparada

Visualización gráfica dinámica → Brinda imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso

Arquitectura de un sistema SCADA

Hardware del sistema SCADA

El HARDWARE dentro del sistema se basa en la necesidad que pueda recopilar datos de un proceso.

Los componentes del Hardware son:

- Interface Humano Máquina
- Unidad Central (MTU)
- Unidad Remota (RTU)

RTU



Sistema de
comunicaciones

Interface Humano Máquina



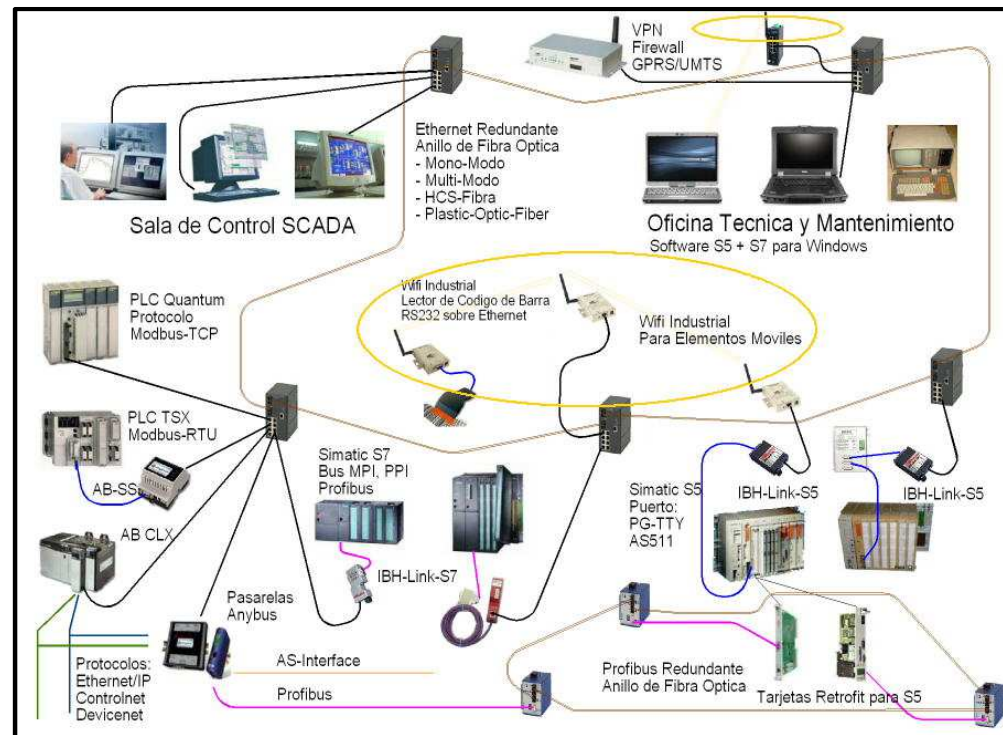
MTU

Sistema de comunicación del sistema SCADA

La forma en que la información será transmitida, el medio físico y el lenguaje que se utilice.

El sistema debe contar con un **PROTOCOLO DE COMUNICACIONES**

Permite el intercambio de información entre diferentes elementos que componen una Red Industrial



La integración de los procesos automatizados da lugar a una estructura de redes industriales:

- Buses de campo
- Redes LAN
- Redes LAN-WAN



Redes LAN industriales

Son las redes más elevadas jerárquicamente. Los estándares más extendidos son dos:

MAP: Proporciona un medio de transmisión determinista. No actúa a nivel de bus de campo, pero establece pasarelas hacia estos buses mediante terminales.

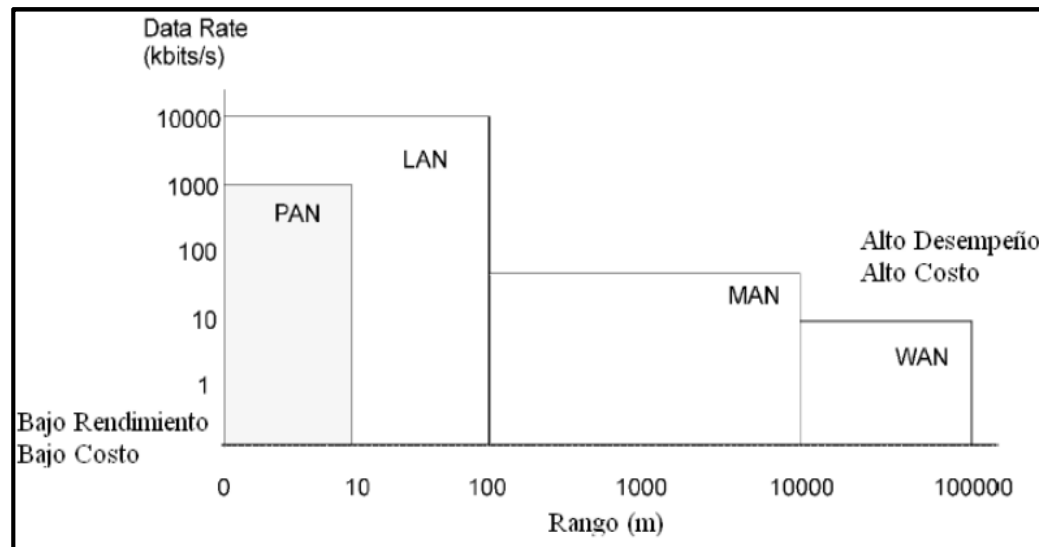
Ethernet: Es una especificación para redes de área local que comprende el nivel físico y el nivel de enlace del modelo de referencia ISO/OSI. Se implementa en principio sobre una topología bus serie con mecanismo CSMA/CD para el control del acceso al medio (MAC).



Red de Área Personal Inalámbrica WPAN

Tradicionalmente se han utilizado cables de propósito específico, sin embargo la interconexión mediante cables es una tarea improductiva debido a daños sobre todo en el medio físico.

Por esta razón la aparición de las redes inalámbricas es una solución para estos inconvenientes.



- Tecnología Bluetooth
- Tecnología HomeRF
- Tecnología Zigbee



Software de un sistema SCADA

Un programa del tipo HMI se ejecuta en un ordenador o terminal gráfico y unos programas específicos le permiten comunicarse con los dispositivos de control de planta (hacia abajo) y los elementos de gestión (hacia arriba).

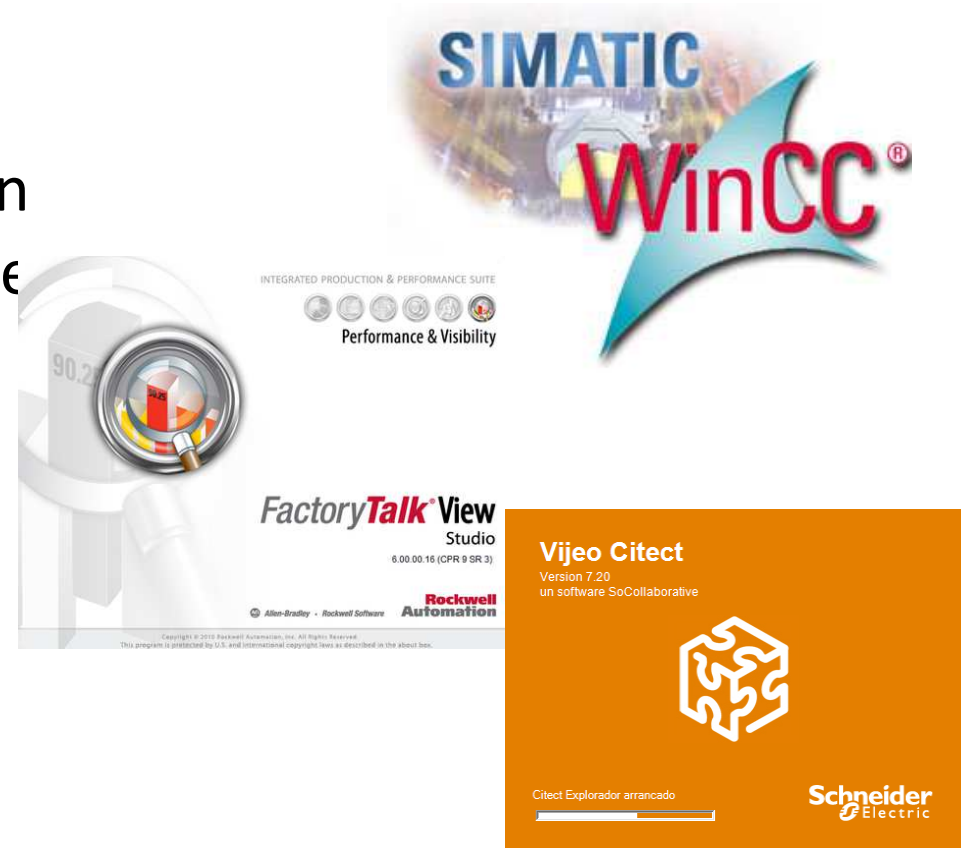
Estos programas son lo que se denomina controladores de comunicaciones.

Este software debe tener la capacidad de manejar varios protocolos de comunicación ya que se tendrá dentro de la red varios dispositivos que probablemente se comunicarán en distintos lenguajes.



En un programa SCADA se tiene dos bloques bien diferenciados:

Programa de Desarrollo: Engloba las utilidades relacionadas con la creación y edición de las diferentes ventanas de la aplicación, así como sus características (textos, dibujos, propiedades de los objetos, etc.).



Programa Run-time: Permite ejecutar la aplicación creada con el programa de desarrollo (en la industria es el producto acabado).



Comunicación entre aplicaciones

Los métodos de intercambio de información entre aplicaciones informáticas más conocidos son: OPC, ODBC, ASCII, API.

OPC: Es un estándar abierto que permite un método fiable para acceder a los datos desde aparatos de campo.

ODBC: Es un estándar que permite a las aplicaciones el acceso a datos en Sistemas de Gestión de Bases de Datos.

ASCII: Mediante el formato ASCII, se tiene un estándar básico de intercambio de datos. Es sencillo exportar e importar datos de configuración, valores de variables, etc.

Diseño e Implementación



Estructura		Aplicación	
Hardware	Unidad Central MTU	Computador	Con dispositivo Bluetooth
	Unidad Remota RTU	PLC	Twido TWDLCAE40DRF
	Interface Hombre Maquina	Pantalla Táctil	Red Lion G306
Sistema de comunicación	Tipo	Ethernet Industrial	Switch 3Com 3C16794
	Topología	Estrella	
	Tipo	Comunicación Bluetooth	Módulo Twido VW3A8114
	Topología	Punto a punto	
Software			Vijeo Citect
Comunicación entre aplicaciones	OPC		OFS Server



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Ofrece una velocidad máxima de 1Mbps con un alcance máximo de unos treinta metros.

Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.

Eliminar cables y conectores entre éstos.



Estos dispositivos se clasifican como "Clase 1", "Clase 2" o "Clase 3" en referencia a su potencia de transmisión

Clase	Potencia máxima permitida (mW)	Potencia máxima permitida (dBm)	Alcance (aproximado)
Clase 1	100 mW	20 dBm	~30 metros
Clase 2	2.5 mW	4 dBm	~10-5 metros
Clase 3	1 mW	0 dBm	~1 metro

Diagrama de bloques del sistema SCADA

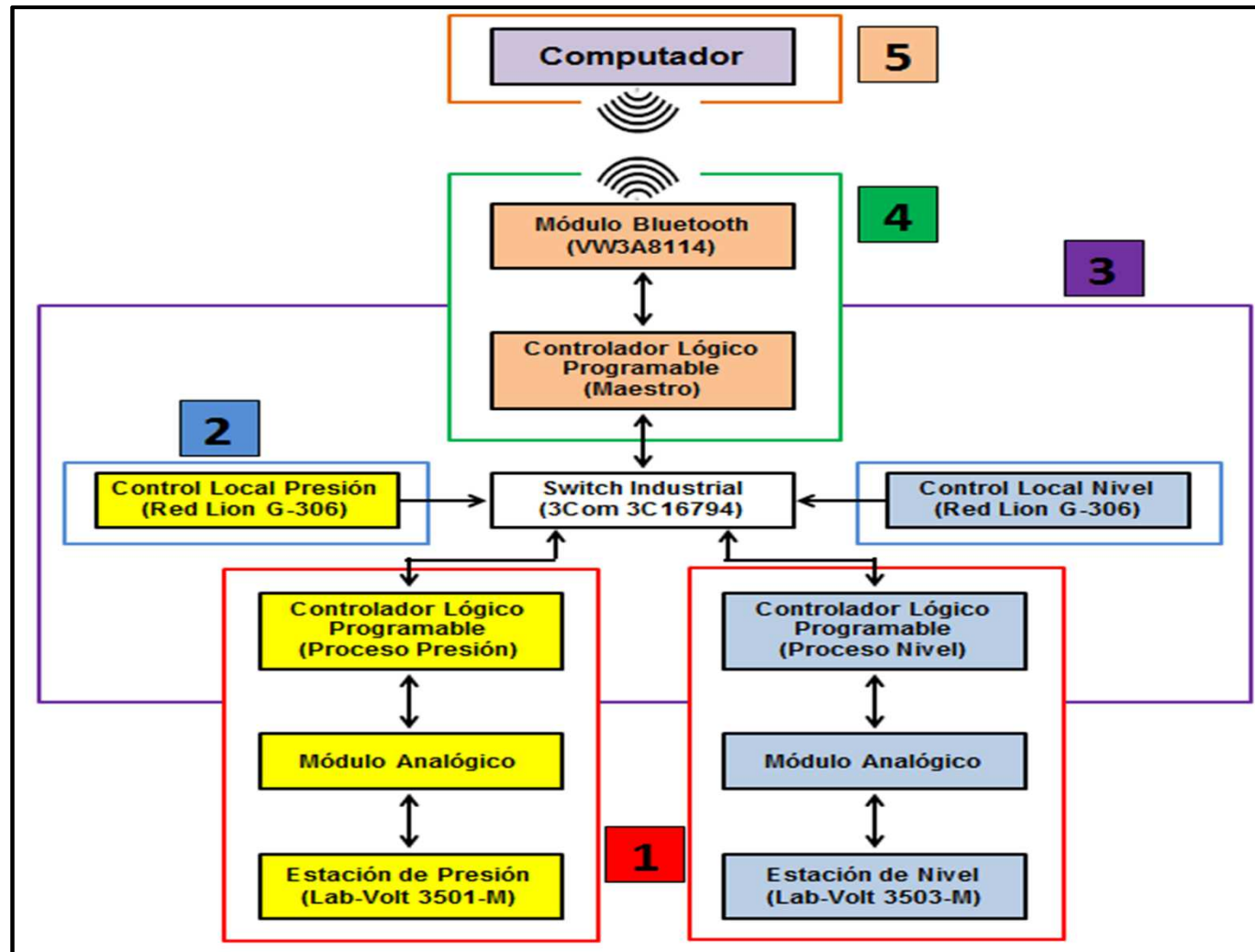


Diagrama de flujo del sistema

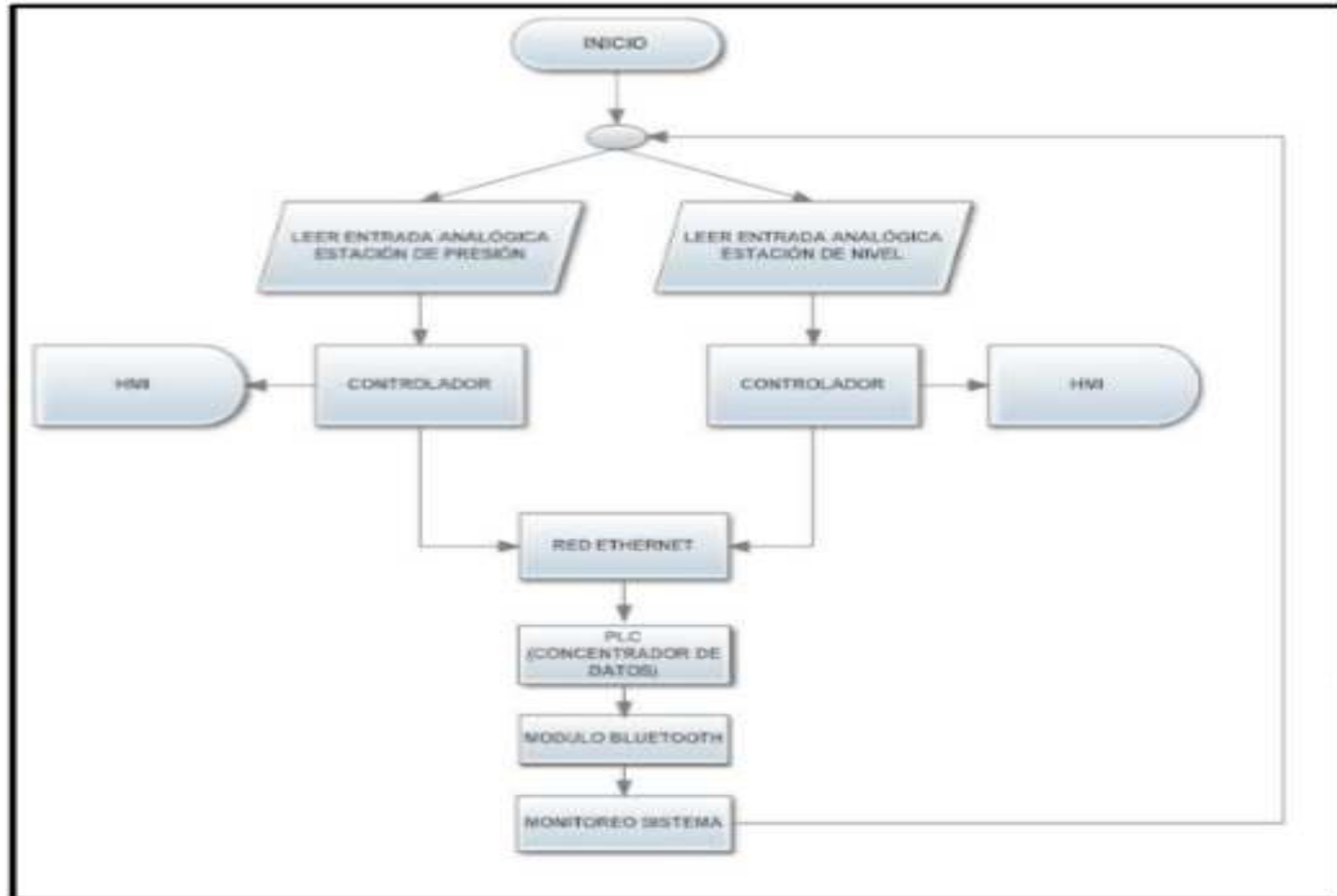
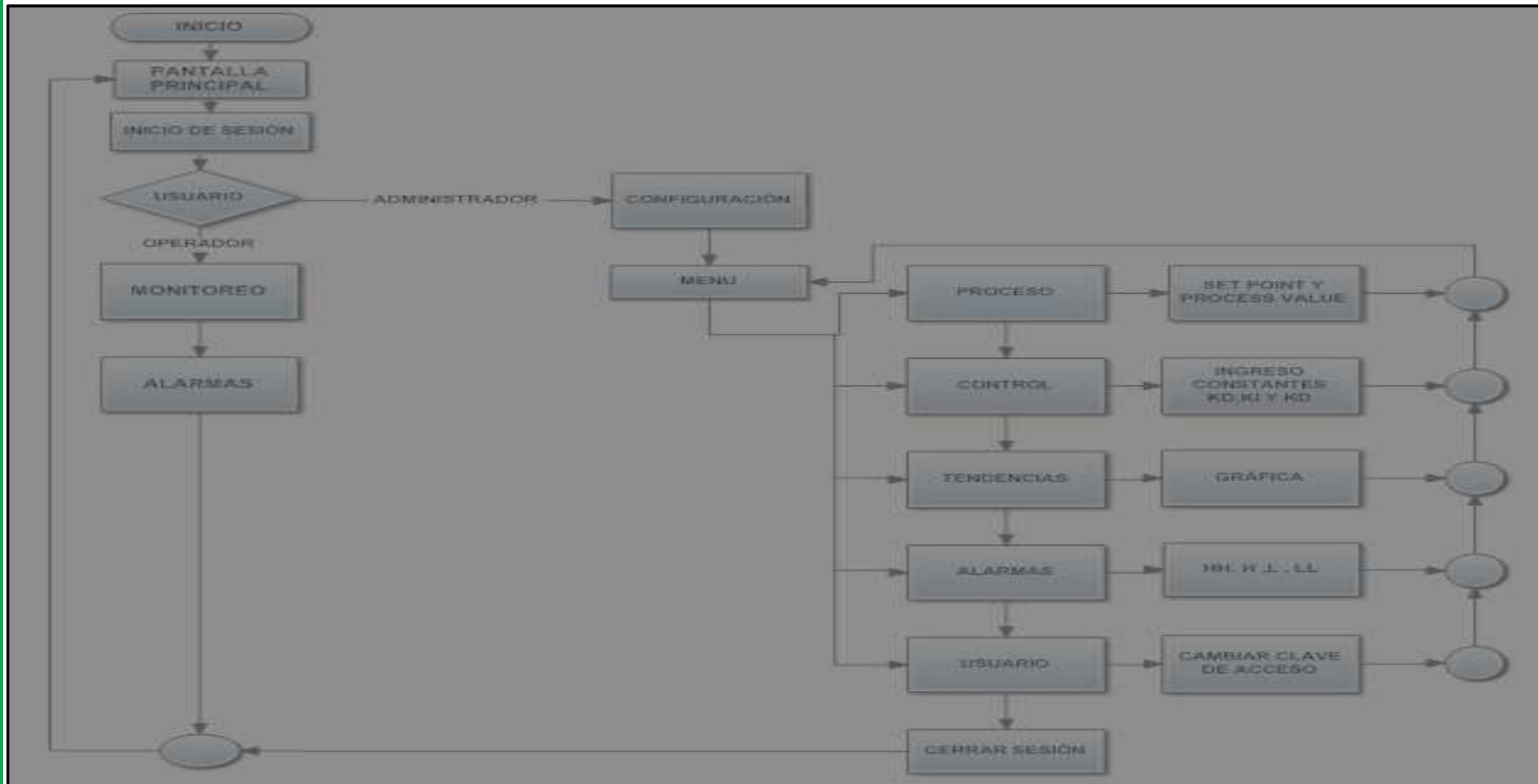
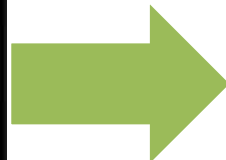
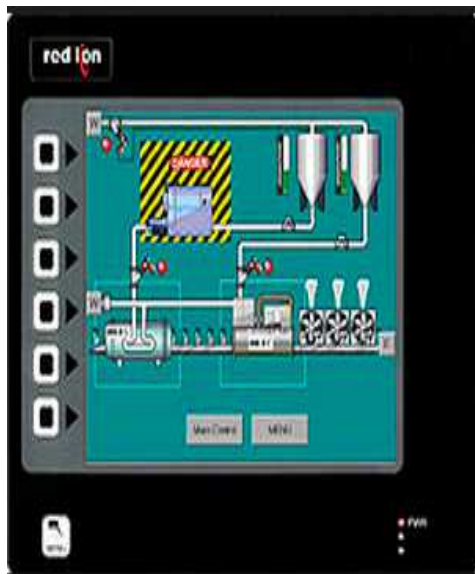


Diagrama de flujo de la programación del HMI local de Presión y Nivel



Programación del HMI local





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONTROL LOCAL DE PRESION

- PROCESO
- CONTROL
- TENDENCIAS
- ALARMAS
- USUARIOS



PROCESO

PLC1.400005

PLC1.400001 SPH 0ps l

PLC1.400006 CV: 0%

CONTROL

ALARMAS TENDENCIAS

CONTROL

INGRESE KP, TI Y TD

PLC1.400001 0ps l PROCESO

PLC1.400002 TENDENCIAS

PLC1.400003 ALARMAS

PLC1.400004 USUARIOS

PLC1.400005 123ps l PLC1.400006 0%

TENDENCIAS

<< < LIVE > >> IN OUT

ALARMAS CONTROL

ALARMAS

No Active Alarms

HH

H

L

LL

PREV NEXT MUTE ACCEPT

MENU

USUARIOS

INGRESE USUARIO SALIR

MENU

Security Manager

PREV NEXT SET PASS

Descripción Física del sistema



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

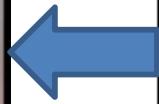
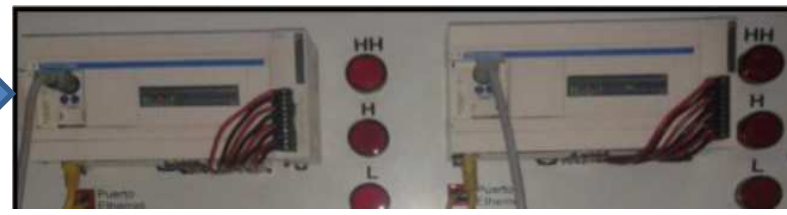
En la actualidad la tendencia es utilizar tecnologías inalámbricas, de una manera académica se realiza la implementación de una de estas en un sistema SCADA, el mismo que se basa en un control distribuido a su vez cada estación debe ser monitoreada y controlada por su respectiva HMI's, el sistema se complementa con una red Ethernet la que se encarga de gestionar los datos existentes, su monitoreo integral se realiza a través de tecnología Bluetooth



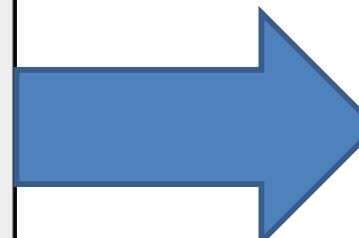
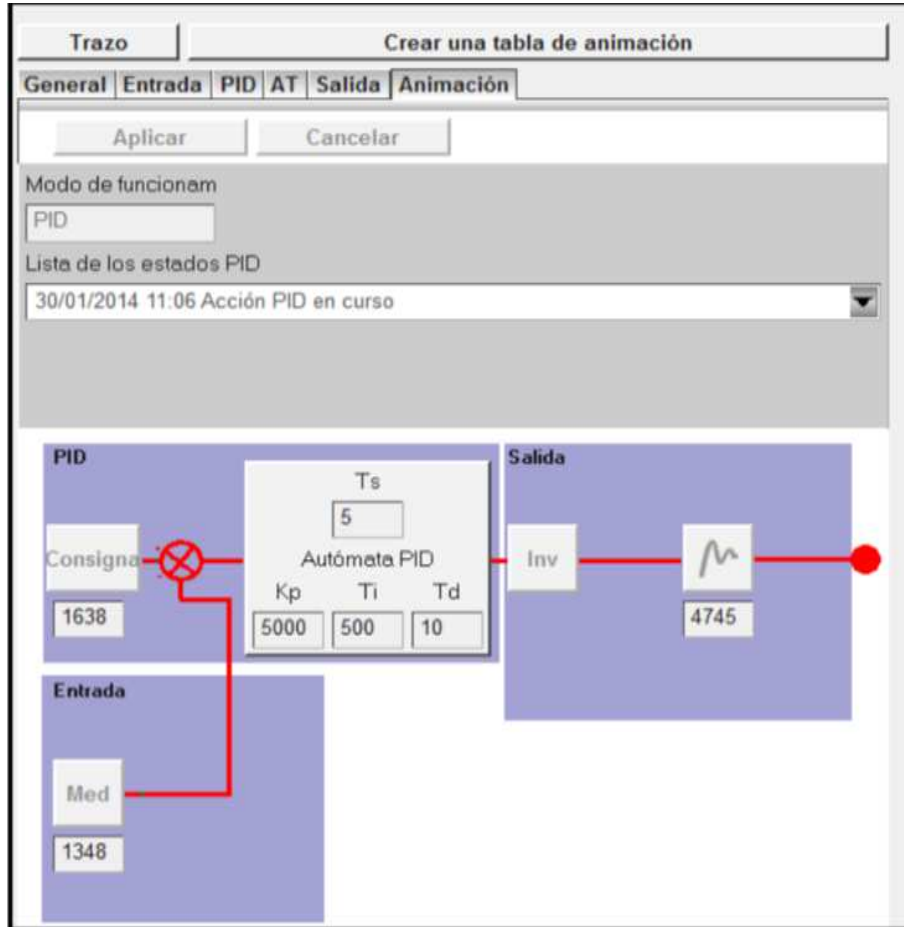
Pruebas de funcionamiento de Hardware



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Pruebas de funcionamiento de software



	Us	Dirección	Símbolo	Actual	Guardado	Formato
1	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW0	SP	18	0	Decimal
2	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW10	ESCSP	1638	0	Decimal
3	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW14	PV	981	0	Decimal
4	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW4	ESCPV	14	0	Decimal
5	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW15	CV	4116	0	Decimal
6	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW11	KP	5000	0	Decimal
7	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW12	TI	500	0	Decimal
8	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW13	TD	10	0	Decimal
9	<input checked="" type="checkbox"/>	%M6	L	0	0	Decimal
10	<input checked="" type="checkbox"/>	%M7	LL	0	0	Decimal
11	<input checked="" type="checkbox"/>	%M8	H	0	0	Decimal
12	<input checked="" type="checkbox"/>	%M9	HH	0	0	Decimal
13	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW20		2	0	Decimal
14	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW21		270	0	Decimal
15	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW22		7	0	Decimal
16	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW23		272	0	Decimal
17	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW24	C_WRNW_ADDR	7	0	Decimal
18	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW25		3	0	Decimal
19	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW26		6	0	Decimal
20	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW27	C_WRNW_VAL1	0	0	Decimal
21	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW28		18	0	Decimal
22	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW29		4779	0	Decimal
23	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW30		272	0	Decimal
24						

Tabla de direcciones IP de la red Ethernet

DISPOSITIVO	Dirección IP
Controlador lógico programable Maestro	192.168.10.1
Controlador lógico programable de Presión	192.168.10.2
Controlador lógico programable de Nivel	192.168.10.3
Touchscreen Red Lion G306 de Presión	192.168.10.12
Touchscreen Red Lion G306 de Nivel	192.168.10.13

Comunicación entre nodos



Primera comunicación entre el controlador de presión y la pantalla Red lion G306 de presión

Selección de una tarea

- Ver la información de la memoria
- Ajustar la hora RTC
- Configurar el fechador
- Ver las estadísticas de Ethernet**
- Modificar la configuración del módem

Ver las estadísticas de Ethernet

Dirección MAC	00 80 F4 81 1
Dirección IP	192.168.10.2
Pasarela predeterminada	192.168.10.2
Máscara de subred	255.255.255.0
Estado de canal 1	
Estado de canal 2	Servidor pasiv
Estado de canal 3	Servidor inact
Estado de canal 4	Servidor inact
Paquetes recibidos	1108541
Paquetes enviados	1108542
Paquetes erróneos recibidos	0
Paquetes enviados sin respuesta	0
Estado Ethernet	Funcionamien
Velocidad de la conexión actual	100M

Borrar

Selección de una tarea

- Ver la información de la memoria
- Ajustar la hora RTC
- Configurar el fechador
- Ver las estadísticas de Ethernet**
- Modificar la configuración del módem

Ver las estadísticas de Ethernet

00 80 F4 81 1C 47
192.168.10.2
192.168.10.2
255.255.255.0
Servidor pasivo. Conectado con 192.168.10.12.
Servidor inactivo.
Servidor inactivo.
1126551
1126553
0
0
Funcionamiento normal.
100M

Borrar

Comunicación entre nodos



Segunda comunicación entre el controlador de nivel y la pantalla Red lion G306 de nivel

Ver las estadísticas de Ethernet

Dirección MAC	00 80 F4 81 1
Dirección IP	192.168.10.3
Pasarela predeterminada	192.168.10.3
Máscara de subred	255.255.255.0
Estado de canal 1	
Estado de canal 2	Servidor pasivo
Estado de canal 3	Servidor pasivo
Estado de canal 4	Servidor inactivo
Paquetes recibidos	2852866
Paquetes enviados	2852868
Paquetes erróneos recibidos	0
Paquetes enviados sin respuesta	0
Estado Ethernet	Funcionamiento normal
Velocidad de la conexión actual	100M

< [] >

Borrar

Ver las estadísticas de Ethernet

00 80 F4 81 1B D5
192.168.10.3
192.168.10.3
255.255.255.0
Servidor pasivo. Conectado con 192.168.10.1.
Servidor pasivo. Conectado con 192.168.10.13.
Servidor inactivo.
2860665
2860667
0
0
Funcionamiento normal.
100M

< [] >

Borrar

Comunicación entre nodos



Tercera comunicación, es la existente entre los dos autómatas que controlan las estaciones, con el autómata master que concentra los datos para enviarlo inalámbricamente

Ver las estadísticas de Ethernet

Dirección MAC	00 80 F4 81 1
Dirección IP	192.168.10.1
Pasarela predeterminada	192.168.10.1
Máscara de subred	255.255.255.0
Estado de canal 1	Servidor pasivo
Estado de canal 2	Servidor pasivo
Estado de canal 3	Servidor pasivo
Estado de canal 4	Servidor inactivo
Paquetes recibidos	3948033
Paquetes enviados	3948034
Paquetes erróneos recibidos	0
Paquetes enviados sin respuesta	0
Estado Ethernet	Funcionamiento normal
Velocidad de la conexión actual	100M

< [] >

Borrar

Ver las estadísticas de Ethernet

00 80 F4 81 1B BA
192.168.10.1
192.168.10.1
255.255.255.0

Servidor pasivo. Conectado con 192.168.10.2.
Servidor pasivo. Conectado con 192.168.10.3.
Servidor inactivo.
4020028
4020029
0
0
Funcionamiento normal.
100M

< [] >


Borrar

Comunicación entre nodos

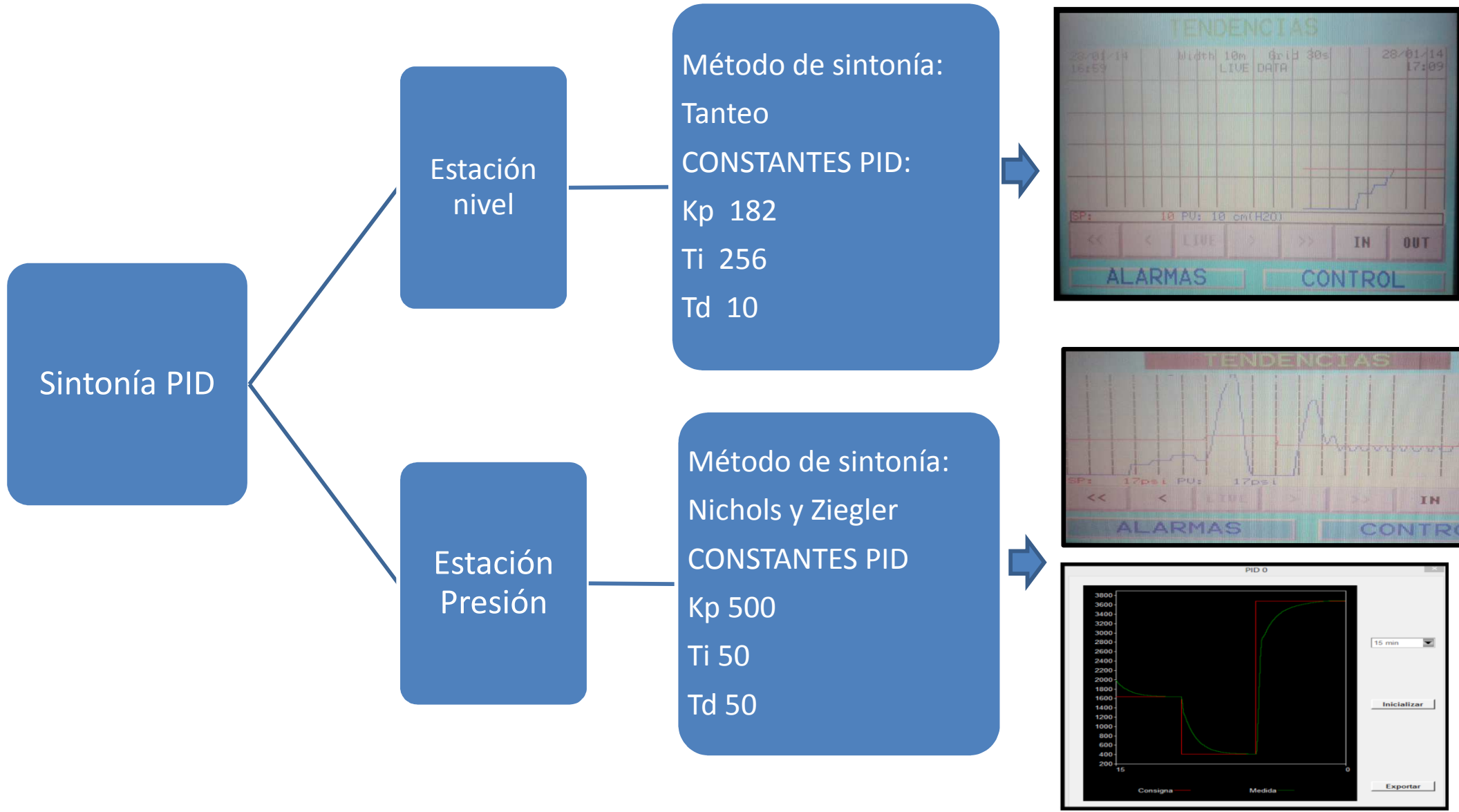


En la última conexión, se indica la tabla de gestión de datos que tiene el servidor en la que se detalla la lectura de los datos de las dos estaciones de control

TABLA DE DATOS DEL CONTROLADOR MASTER

	Us	Dirección	Símbolo	Actual	Guardado	Formato
1	<input type="checkbox"/>	%MW0		0	0	Decimal
2	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW1		0	0	Decimal
3	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW2		0	0	Decimal
4	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW3		0	0	Decimal
5	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW4	C_RDNW_ADDR1	0	0	Decimal
6	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW5		0	0	Decimal
7	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW6		0	0	Decimal
8	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW7		0	0	Decimal
9	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW8	C_RDNW_VAL1_	24	0	Decimal
10	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW9		1903	0	Decimal
11	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW10		0	0	Decimal
12	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW41		262	0	Decimal
13	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW42		768	0	Decimal
14	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW43		515	0	Decimal
15	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW44	C_RDNW_ADDR1	55	0	Decimal
16	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW45		3	0	Decimal
17	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW46		515	0	Decimal
18	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW47		6	0	Decimal
19	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW48	C_RDNW_VAL1_	15	0	Decimal
20	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW49		0	0	Decimal
21	<input checked="" type="checkbox"/>	%MW50		7047	0	Decimal

Sintonía de los lazos de control



Sintonía PID

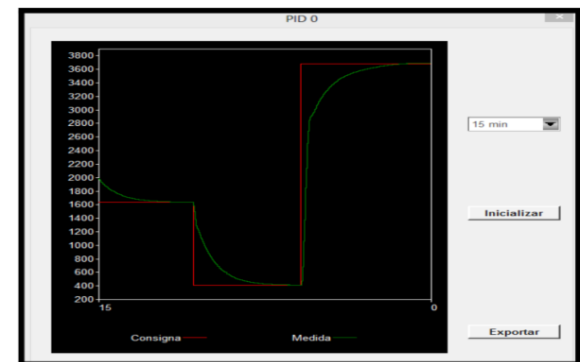
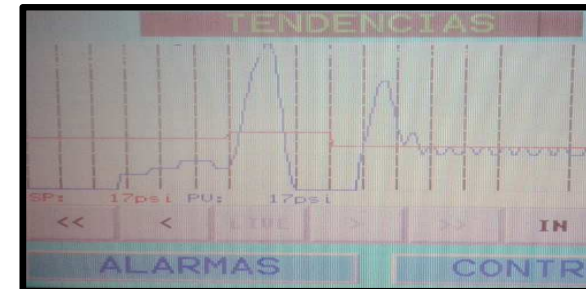
Estación nivel

Método de sintonía:
Tanteo
CONSTANTES PID:
Kp 182
Ti 256
Td 10

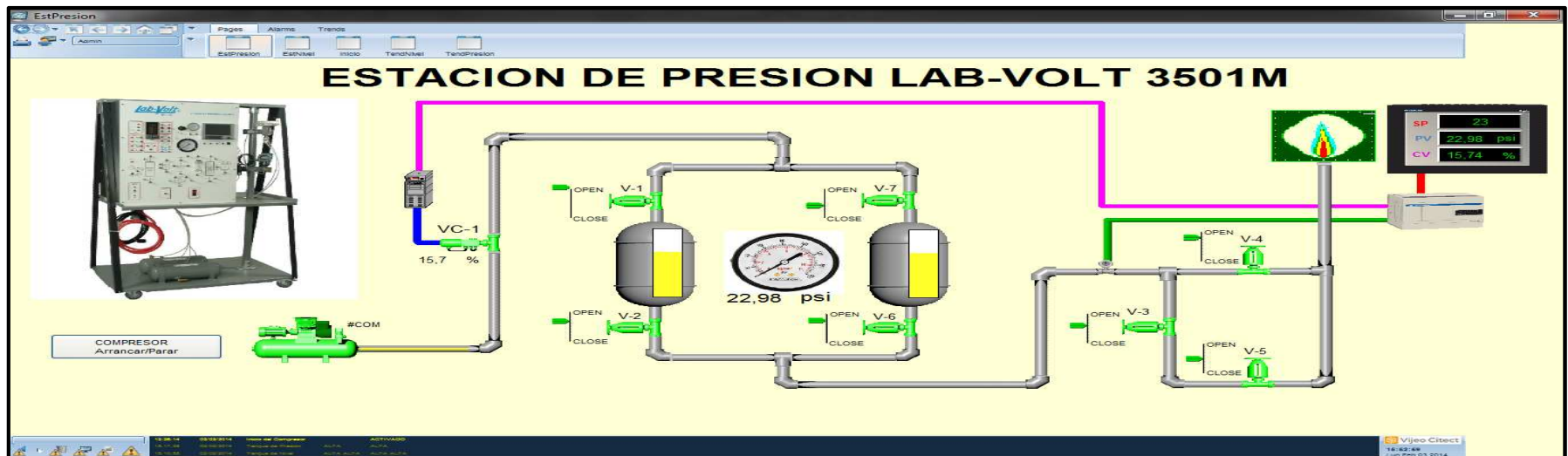
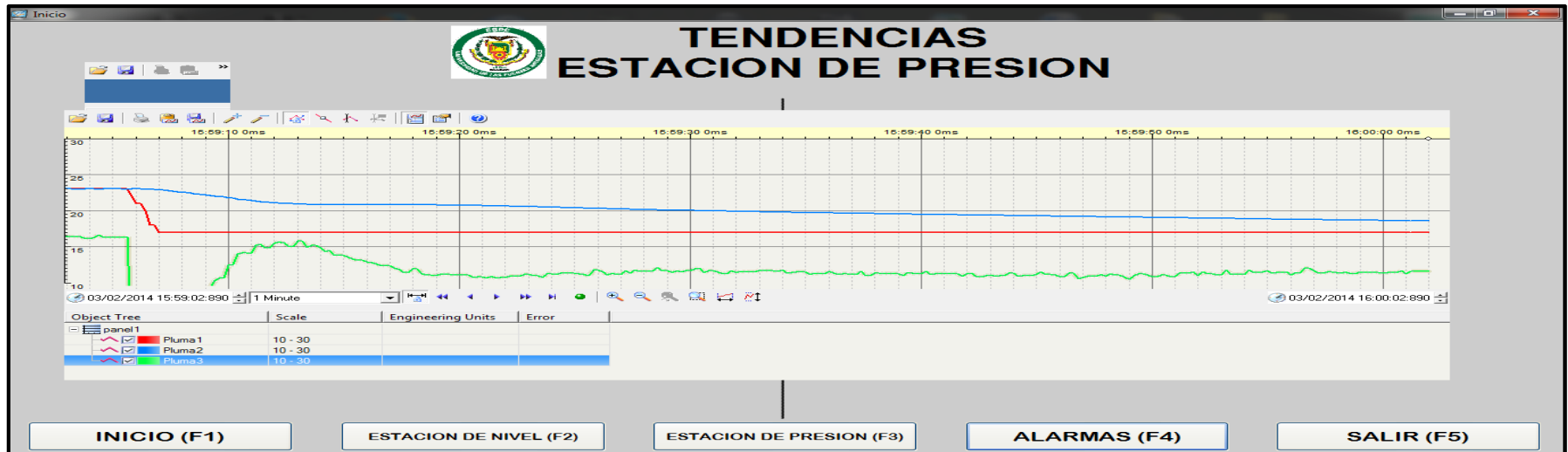


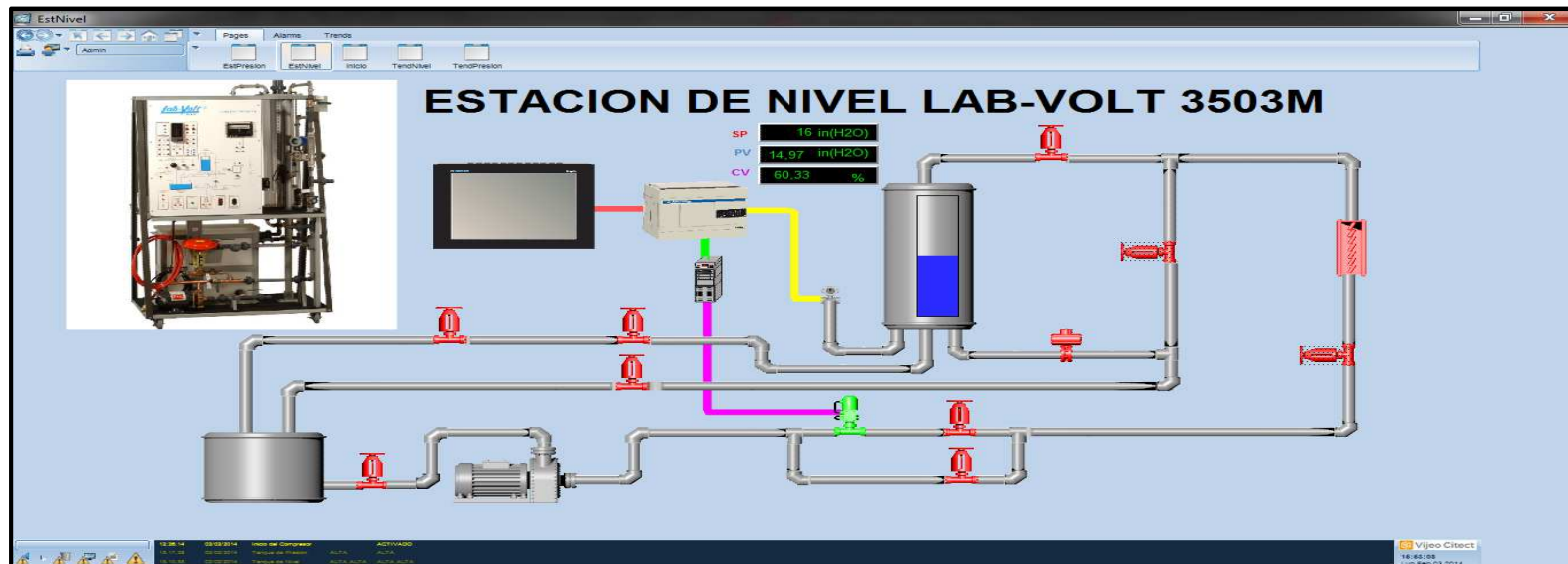
Estación Presión

Método de sintonía:
Nichols y Ziegler
CONSTANTES PID
Kp 500
Ti 50
Td 50



Funcionamiento HMI remoto





Funcionamiento modulo Bluetooth



Datos experimentales Bluetooth

Dispositivo	Alcance máximo	Velocidad de transmisión	Potencia máxima permitida
Modbus Bluetooth VW3A8114	15 m	700 kb/s	2.5 MW

ALCANCES Y LIMITACIONES



- Es posible la visualización y monitoreo en tiempo real de las variables inmersas en los procesos de nivel y presión por interconexión inalámbrica Bluetooth utilizando tecnología Schneider Electric.
- Es posible tener seguridades de ingreso utilizando prioridades para cada usuario.
- Acceso a la visualización de alarmas y de tendencias para todos los usuarios donde se pueda tomar acciones cuando haya alcanzado sus límites máximos y mínimos a través de sus alarmas en alto y bajo ayudadas de una sirena de alerta.

ALCANCES Y LIMITACIONES



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

- Interconectar toda una red Ethernet con 5 dispositivos tres controladores lógicos programables y dos pantallas de HMI Red Lion G306.
- Es posible escribir y leer datos hacia el servidor utilizando las macros de comunicación.
- Manipulación del PID TwidoSuite en todos sus modos.

ALCANCES Y LIMITACIONES



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Las limitaciones encontradas en el proyecto son:

- No disponer de Pantallas Touch de la tecnología Schneider Electric.
- No contar con licencias de funcionamiento de software para TwidoSuite y Vijeo Citect.
- No interconectar el sistema SCADA con otro dispositivo móvil como una Tablet o celular con aplicación bluetooth.
- No realizar una red piconet.

CONCLUSIONES



- El sistema monitorea en forma remota y controlar localmente el estado de las estaciones de nivel y presión en tiempo real.
- La tecnología Bluetooth se encuentra en constante investigación a nivel industrial, se está desarrollando seguridad, alcance y por perdidas de conexión.
- La tecnología inalámbrica Bluetooth del proyecto es Clase II, tiene un alcance óptimo de trabajo de 15m.

CONCLUSIONES



- En la red Ethernet para el monitoreo y control de las estaciones de control, se redujo en gran cantidad, la utilización de cables dando una solución a este problema que tienen las redes de datos cableadas.
- El estándar IEEE 802.15.1 (Bluetooth) se encuentra difundido a nivel industrial, mediante Schneider Electric que presenta soluciones inalámbricas en sus equipos industriales mediante el uso de esta tecnología WPAN.

CONCLUSIONES



- La combinación Ethernet Industrial y Bluetooth es una nueva alternativa para bajar costos para procesos industriales.
- Las pantallas táctiles Red Lion G306 poseen gran flexibilidad por su interconexión con varios dispositivos industriales de diferentes marcas ya que es compatible con más de 200 protocolos industriales.
- El Método de Sintonización por Ziegler y Nichols con ajuste en bucle cerrado es eficaz en la estación de control de presión al obtener una respuesta rápida y estable.

RECOMENDACIONES



- Utilizar equipos móviles para nuevas aplicaciones con tecnología Bluetooth en el laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos.
- Implementar una red Piconet colocando como maestro al módulo Modbus Bluetooth VW3A8114.
- Para tener una buena calibración de los transmisores inteligentes es recomendable tener instrumentos patrones en el laboratorio.

RECOMENDACIONES



- Para el intercambio de datos Ethernet se recomienda utilizar en la programación las macros de comunicación y las instrucciones Exchange del TwidoSuite.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN