



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA AUTOMATIZACION Y CONTROL

“REPOTENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL Y SCADA DE LOS
MOLINOS DEDINI DEL INGENIO AZUCARERO DEL NORTE IANCEM”.

AUTORES: DANIEL ALEXANDER GUEVARA SANCHEZ
DARWIN ALEXIS TERÁN CHANCUSIG

DIRECTOR: ING. ORTIZ TULCAN, HUGO RAMIRO, MGS.



Sumario



1. Introducción



2. Diseño Y Repotenciación de los Sistemas de Control y SCADA



3. Simulación e Implementación



4. Pruebas y resultados



5. Conclusiones y recomendaciones



Introducción

Antecedentes

Molinos Dedini



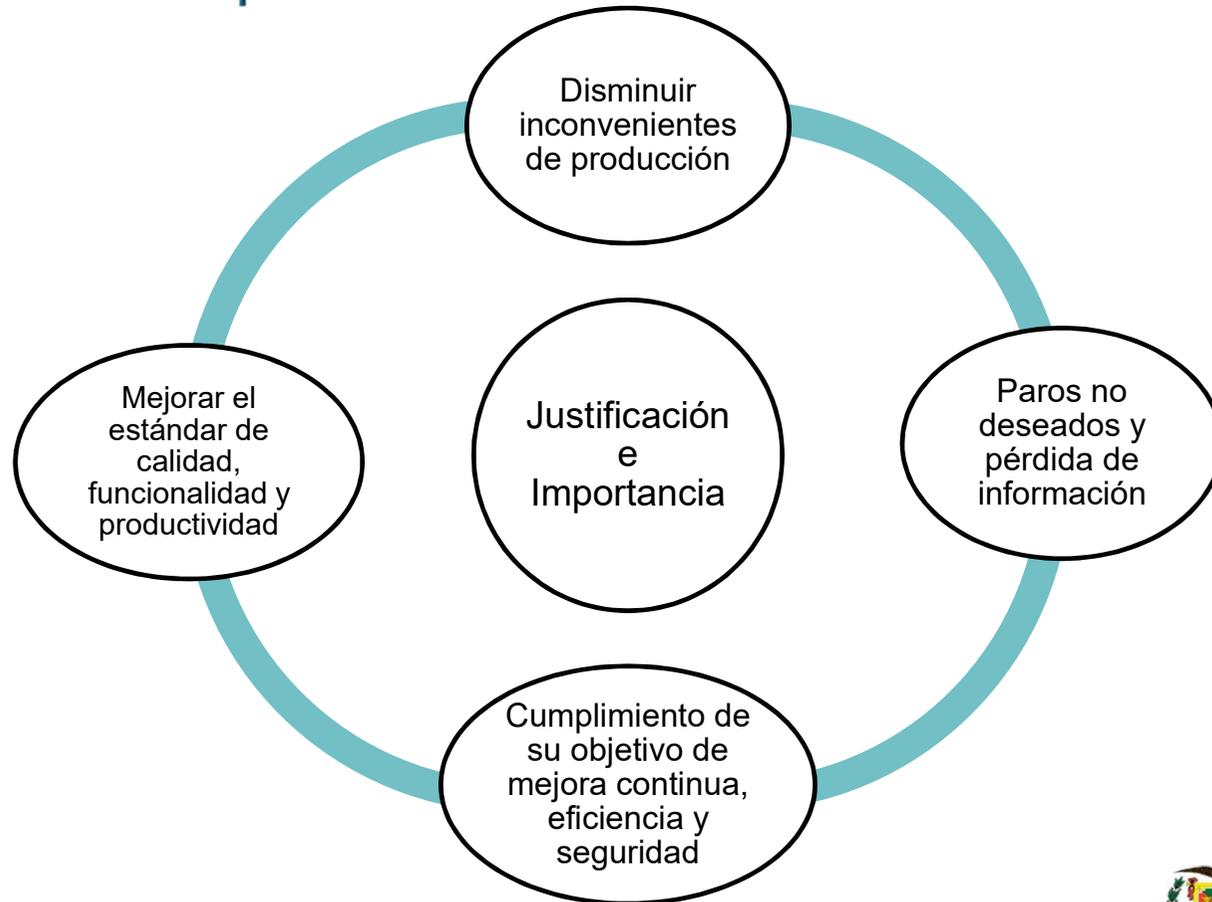
Equipos y componentes de la cabina de control



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Introducción

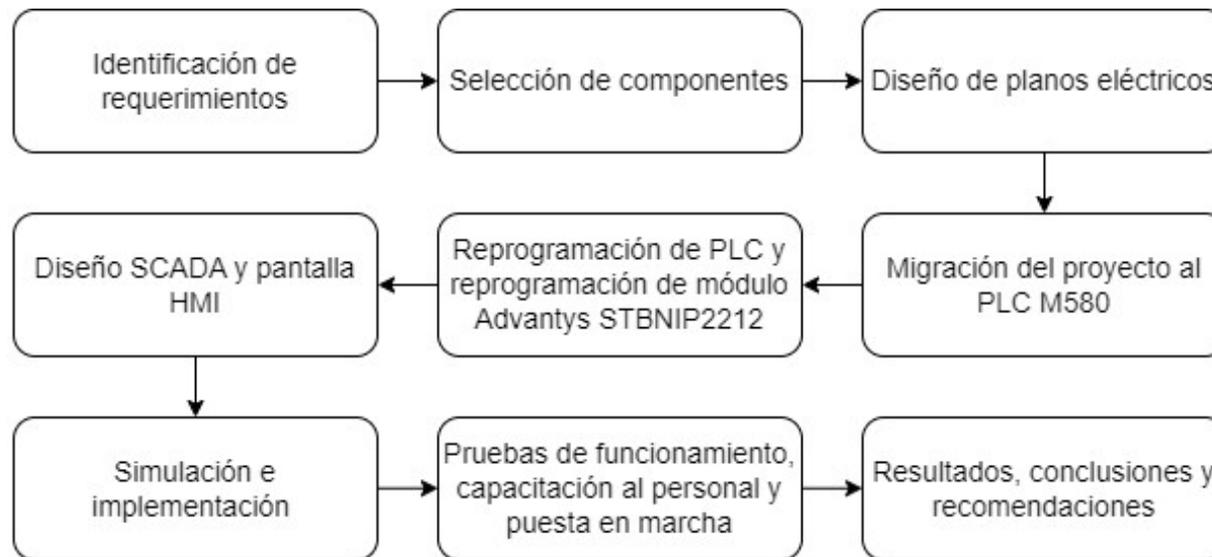
Justificación e Importancia



Introducción

Alcance

En la actualización de los sistemas se tendrá cambios de hardware y software. La arquitectura de red actualizada se basará en el protocolo Modbus TCP/IP y el medio físico de Ethernet. Para cumplir con el nuevo sistema SCADA y pantalla HMI se diseñará bajo la Norma ISA 101, Guía y guías internas dadas a conocer por la empresa.



(Intech, 2019).



Introducción

Objetivos

Objetivo General:

Repotenciar los sistemas de Control y SCADA del proceso de molienda de caña de azúcar de la empresa IANCEM mediante la renovación del controlador principal y la reprogramación y rediseño del sistema SCADA.

Objetivos Específicos

- Mejorar la confiabilidad en la operación del proceso de molienda mediante el diseño e implementación de un nuevo sistema de monitoreo y control basada en las normas ISA101 e IEC además de guías internas de la empresa.
- Mejorar la productividad del proceso de molienda mediante la actualización del Hardware y Software del controlador principal.



Introducción

Objetivos

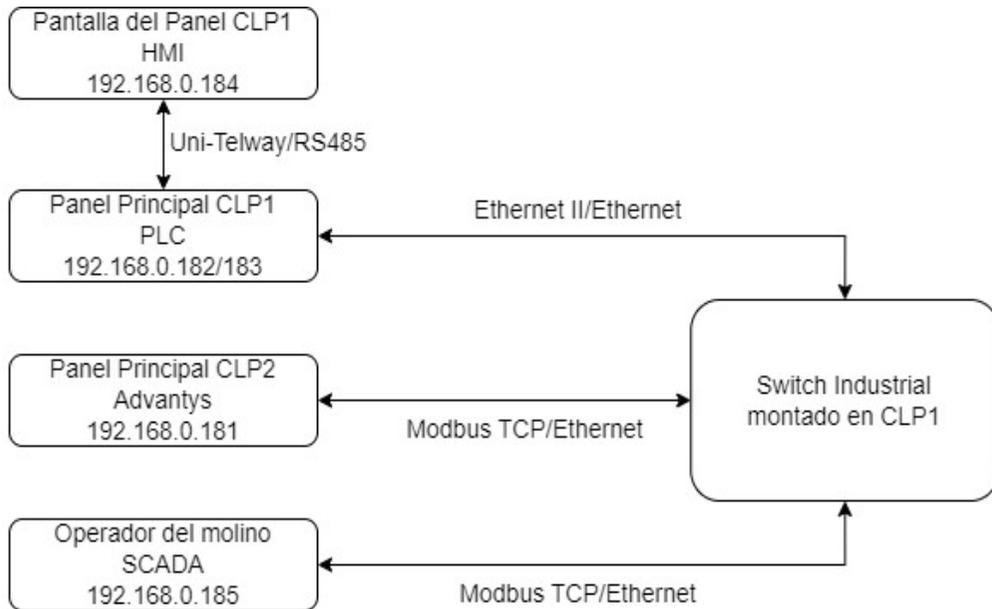
- Facilitar el mantenimiento para el operador del sistema de molienda mediante una interfaz clara y legible en idioma español, que disminuya el riesgo de accidentes del personal en mantenimiento.
- Prolongar la utilización de los equipos de los sistemas de control y SCADA del sistema de molienda mediante una sustitución por equipos de última generación en lugar de los equipos que están en estado “Legacy”.
- Facilitar la utilización del sistema de molienda mediante el uso de planos eléctricos para los operadores y personal de mantenimiento.



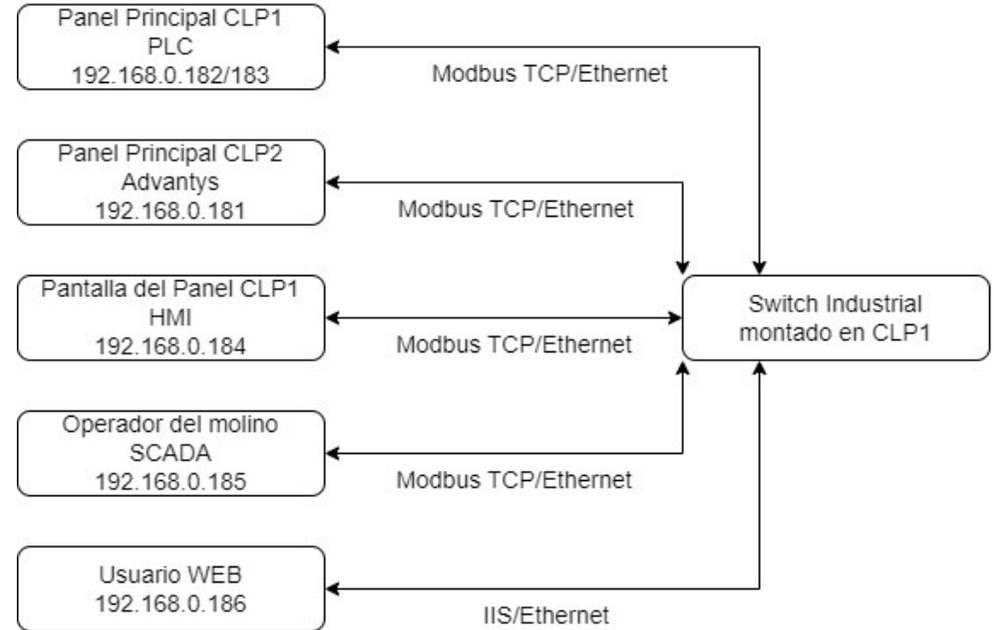
Diseño

Arquitectura de red

Modelo de red anterior

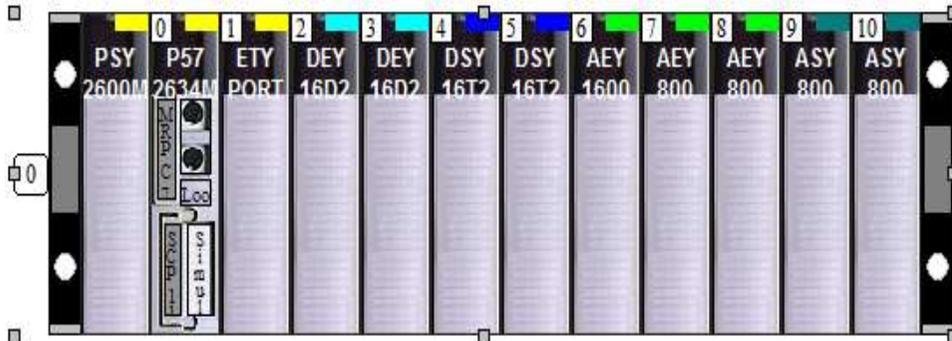


Modelo de red actual



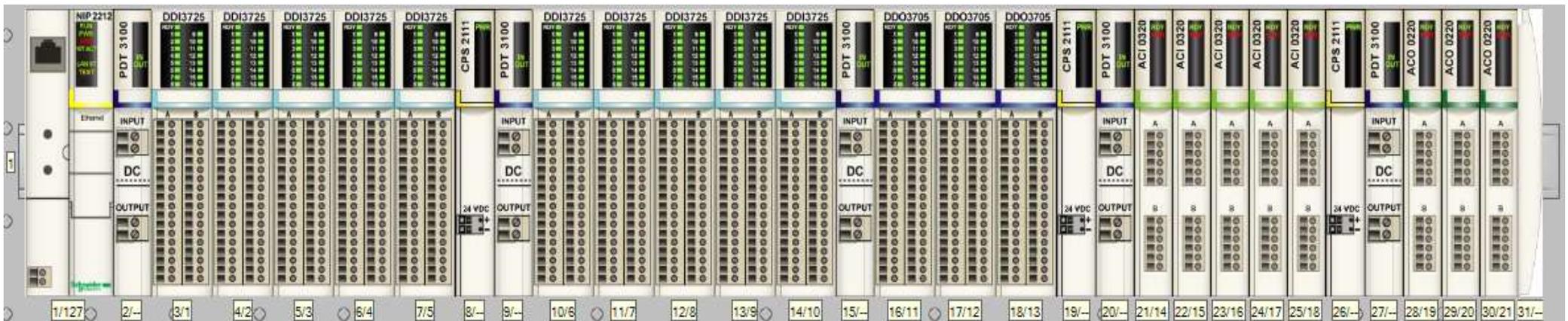
Diseño

Identificación de equipos



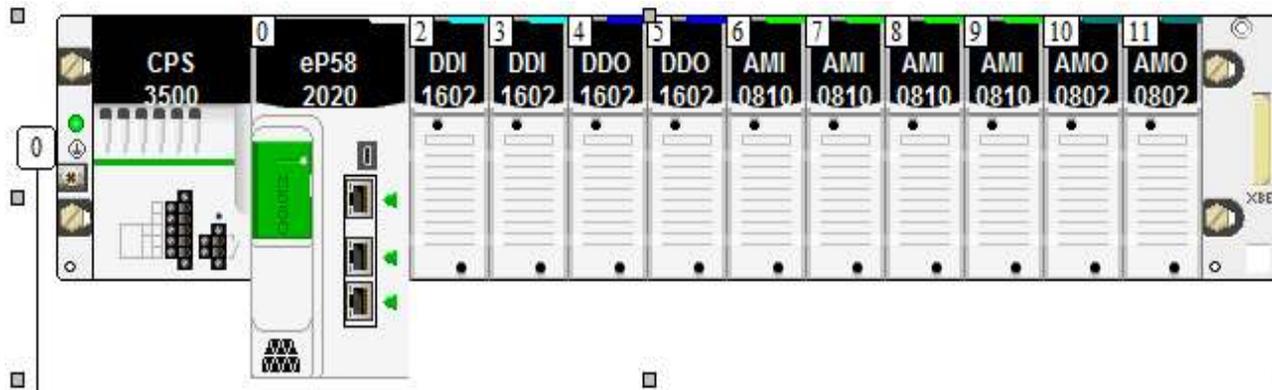
PLC Premium PSX P57 y módulos E/S

Módulo Advantys STB



Diseño

Selección de componentes



PLC Modicon M580 y módulos E/S

Compatibilidad

- Modelos existentes
- Requerimientos identificados

Escalabilidad

- Lenguajes de programación
- Migración del programa actual

Economía

- Se mantienen otros controladores
- Simplifica horas de trabajo

Productividad

- Mejor tiempo de respuesta
- Sin paros o reinicios

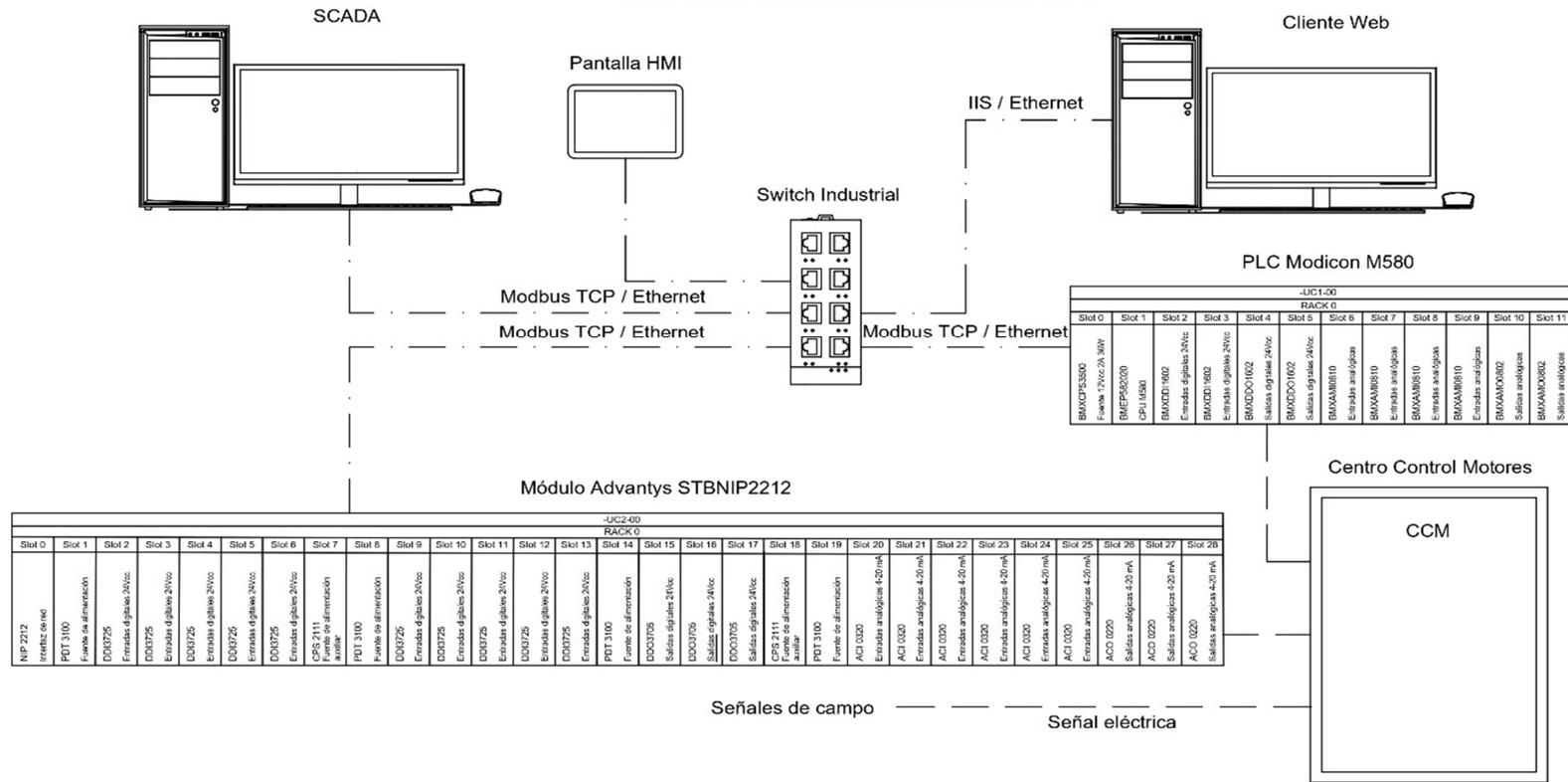
Seguridad

- Cifrado y autenticación de dispositivos



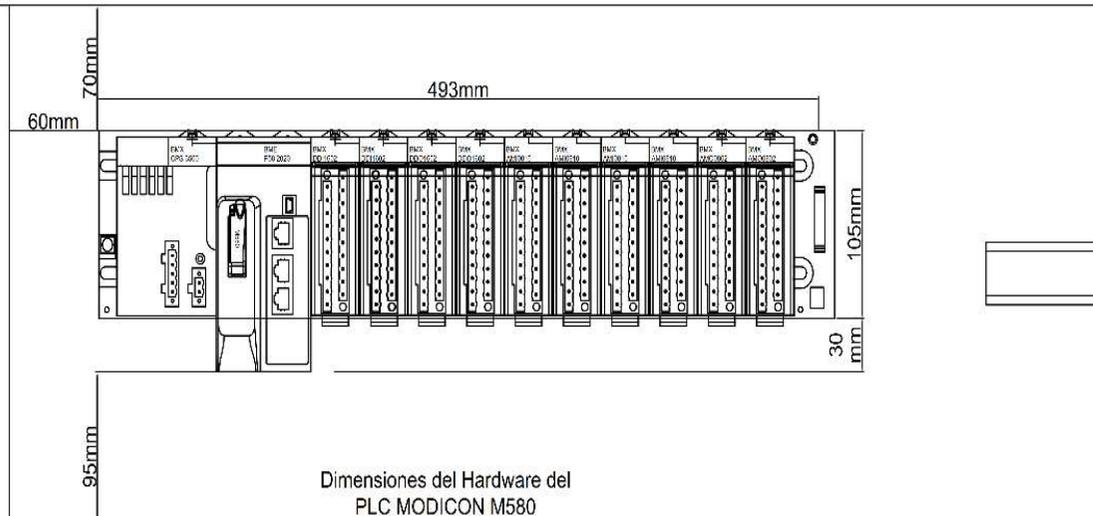
Diseño

Integración del hardware



Diseño

Conexión del nuevo hardware

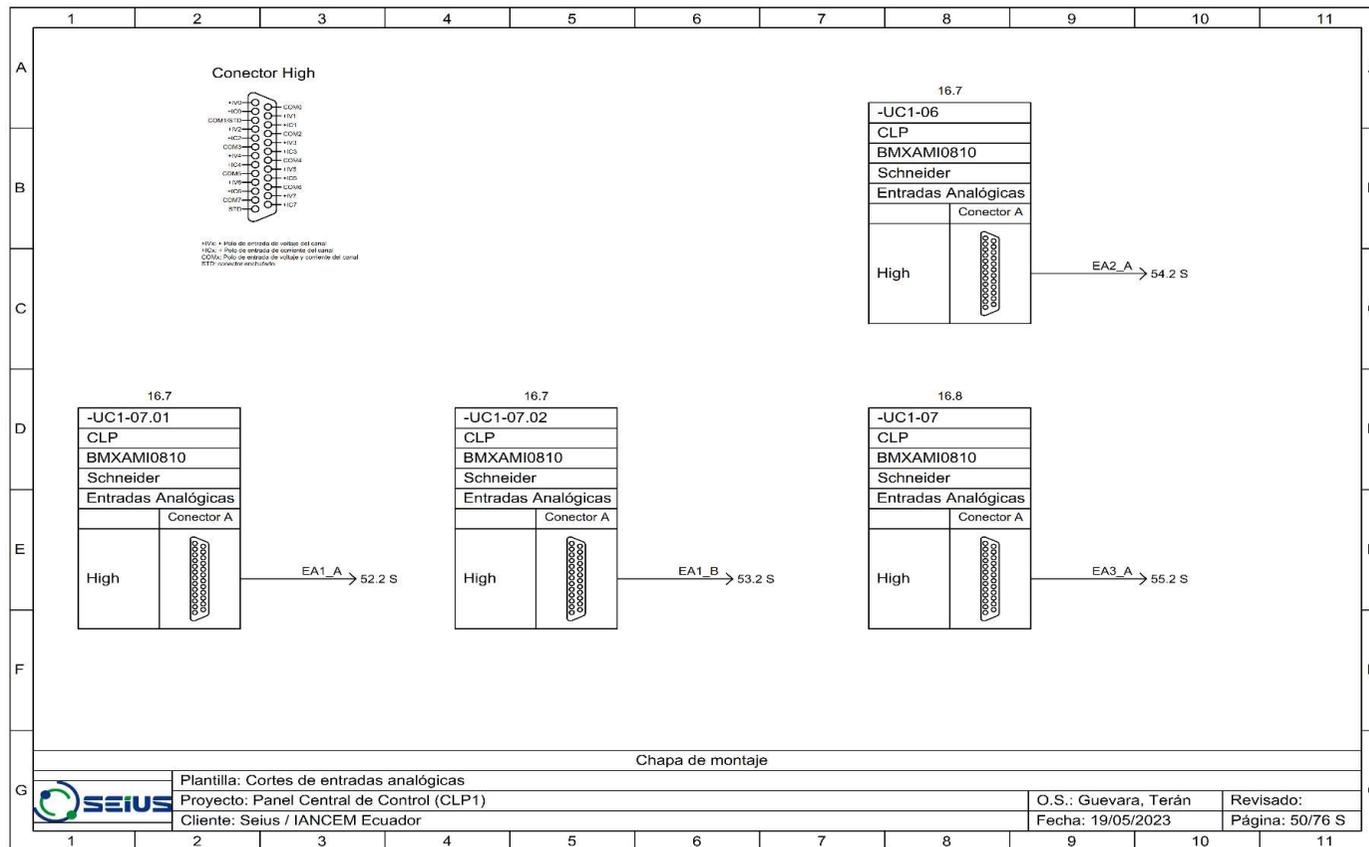


El dimensionamiento del hardware para instalación del PLC Modicon M580, se realizó con las distancias indicadas por la norma IEC 60364.



Diseño

Conexión del nuevo hardware

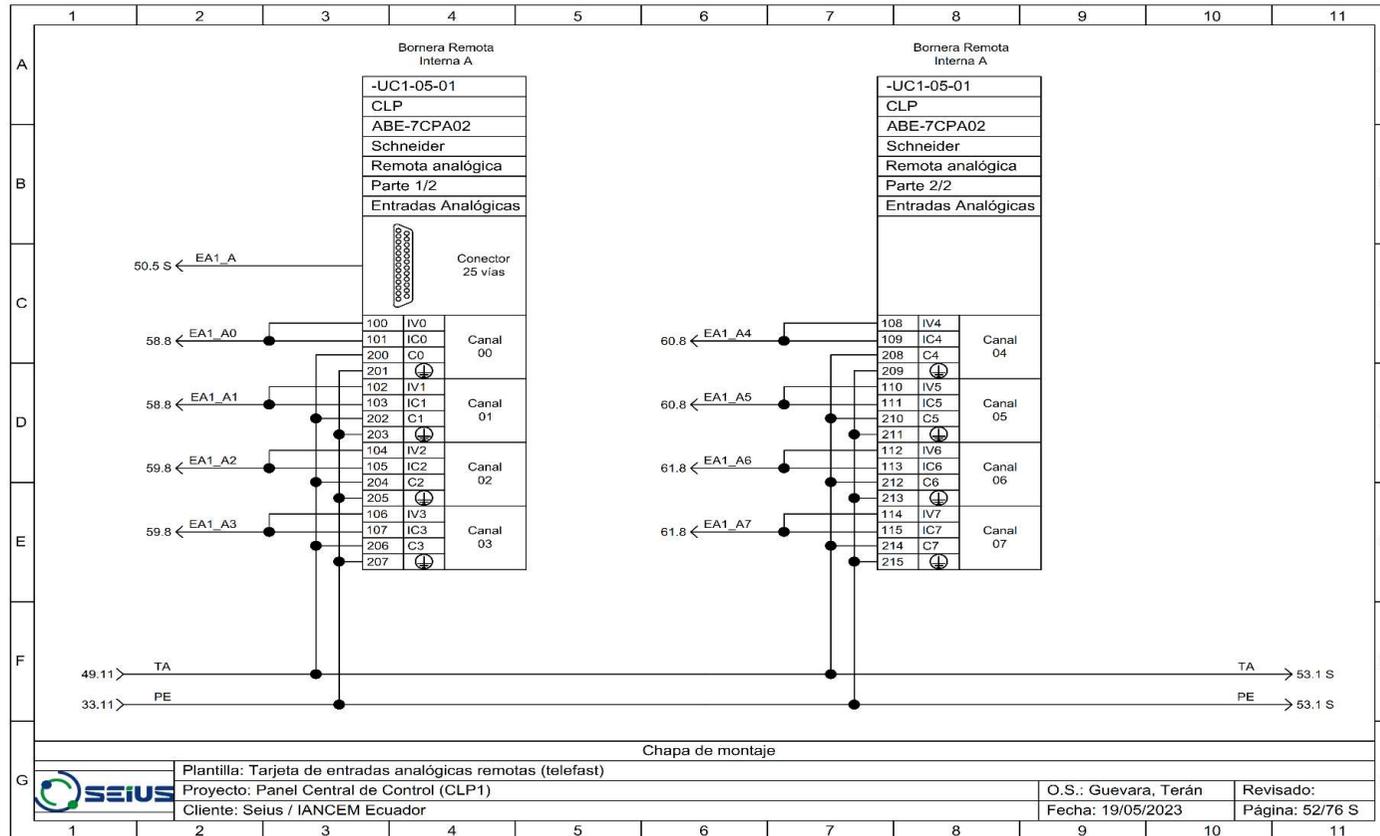


Para la conexión de los módulos Telefast ABE7, debido al tipo de conexión interna que tienen los nuevos módulos analógicos de entrada y salida del PLC se realizó la modificación correspondiente en los planos en base a las hojas de datos del fabricante.



Diseño

Conexión del nuevo hardware



El tipo de conexión se modificó en los módulos analógicos tanto de entrada como de salida, en los de entrada agregando un puente y para los de salida reubicando en el terminal subsiguiente.



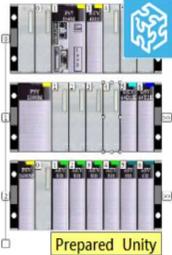
Diseño

Migración del proyecto del PLC

El PLC M580 cuenta con características más avanzadas en comparación con el PLC Premium, como mayor capacidad de procesamiento, mayor capacidad de memoria y mayor velocidad de comunicación, estas características resultan beneficiosas para mejorar la eficiencia y la productividad del sistema.

Unity M580 Application Converter
Version 3.0.6.1 (Standard)



1 - Seleccionar	2 - Preparar	3 - Analizar	4 - Convertir
			
	<p>Prepara tu proyecto de Unity Premium para convertirlo a un proyecto de M580:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Abre el proyecto de Premium en Unity.2. Incrementa el número de racks locales después del rack 0 (si existe). Si la configuración original solo contempla un rack, cambia el rack 0 a un rack ampliable.3. Inserta el nuevo rack 1 después del rack 0.4. Mantén la CPU Premium y los módulos de comunicaciones en el rack 0. Arrastra los módulos de alimentación del rack 0 al nuevo rack 1. Arrastra los módulos de E/S del rack 0 a cualquier ranura en el nuevo rack 1.5. Analiza y crea el proyecto de Unity.6. Exporta el proyecto de Unity en formato .zef (o .xef) para crear la aplicación de origen para la conversión. <p>Nota: Unity M580 limita el número de módulos de comunicación Ethernet compatibles en la configuración. Tu aplicación de origen podría superar ese número. Realiza los cambios apropiados en la aplicación de origen o destino en Unity Pro.</p>		



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño

Reprogramación del PLC Modicon M580

En primera instancia se configura el PLC nuevo M580 y su respectivo hardware.

The screenshot displays the Modicon M580 configuration software interface. On the left, the 'Explorador de proyectos' (Project Explorer) shows a project structure with 'Configuración' (Configuration) expanded, listing '0 : Bus PLC', '0 : BME XBP 1200', and '2 : Bus EIO'. Below it, the 'Catálogo de hardware' (Hardware Catalog) shows 'Estación local Modicon M580' expanded with various modules like 'Alimentación', 'Análogo', 'Bastidor', 'Binario', 'Comunicación', 'Conteo', 'Movimiento', 'Pesaje', and 'Productos de terceros'. The main window shows the 'Módulo de comunicaciones DIO' (DIO Communication Module) configuration for '0.0 : EIO : CommHeadDIOL2'. The 'Configuración de direcciones IP' (IP Address Configuration) section is active, showing the following settings:

Parameter	Value	Notes
Dirección IP principal	192 . 168 . 0 . 182	
Main IP address +1	0 . 0 . 0 . 0	(Utilizado en Hot Standby)
Dirección IP A	192 . 168 . 0 . 183	
Dirección IP B	0 . 0 . 0 . 0	(Utilizado en Hot Standby)
Máscara de subred	255 . 255 . 255 . 0	
Dirección de pasarela	192 . 168 . 0 . 1	

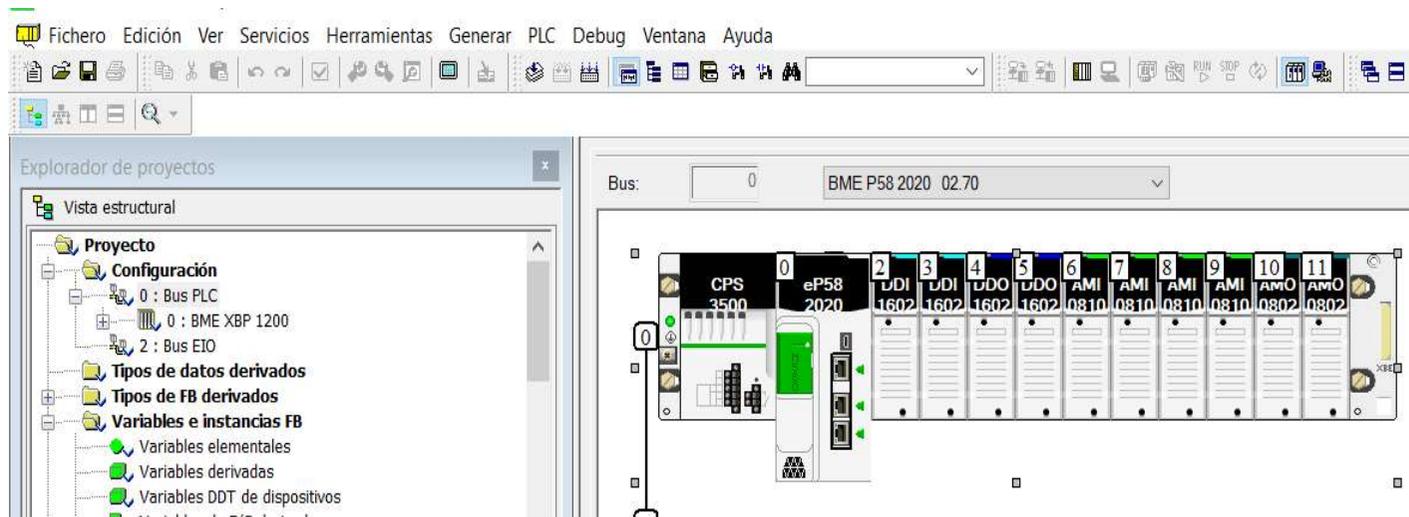
Below the IP configuration, there are sections for 'Configuración de direcciones IP de CRA' (CRA IP Address Configuration) with a link 'Actualizar configuración de direcciones IP de CRA' and 'Configuración avanzada' (Advanced Configuration) with a link 'Configuración de servicios'.



Diseño

Reprogramación del PLC Modicon M580

Arquitectura del hardware para la conexión del PLC M580.



Diseño

Reprogramación del PLC Modicon M580

Corrección de errores de programación y cambios pedidos por parte del jefe de mantenimiento eléctrico .

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for a Modicon M580 PLC. The main window shows a ladder logic program with a 'Type Error' highlighted in red. The error message at the bottom reads: 'Error de convertidor: ' No se puede crear el objeto. No se ha encontrado el tipo "ADDR" en TypeManager.posición = (fila=15, col=2)tamaño = (anchura=2)'. The error list also includes: 'E1536 Conexión no válida' and 'E1189 Error de convertidor: ' No se puede crear el objeto. No se ha encontrado el tipo "ADDR" en TypeManager.posición = (fila=15, col=2)tamaño = (anchura=2)'. The error list also includes: 'E1002 Error de sintaxis'.

The error list details:

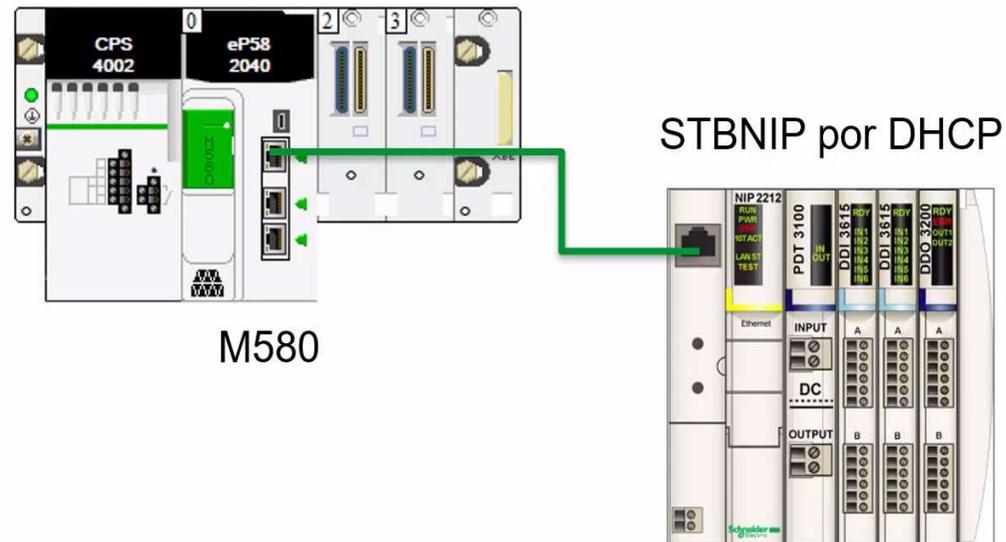
- (Comando_completo_01 <DFB> : [Comando_completo_01]) : 0 errores, 0 advertencias
- (Comando_completo_02 <DFB> : [Comando_completo_02]) : 0 errores, 0 advertencias
- (Conversao_de_Unidades <DFB> : [Conversao_de_Unidades]) : 0 errores, 0 advertencias
- (Linearizao <DFB> : [Linearizao]) : 0 errores, 0 advertencias
- (PID_Completo <DFB> : [PID_Completo]) : 0 errores, 0 advertencias
- (Prot_Sinc <DFB> : [Prot_Sinc]) : 0 errores, 0 advertencias
- (dm <DFB> : [Temp_Dm]) : (f: 13, c: 8) E1536 Conexión no válida
- (dm <DFB> : [Temp_Dm]) : (f: 15, c: 2) E1189 Error de convertidor: ' No se puede crear el objeto. No se ha encontrado el tipo "ADDR" en TypeManager.posición = (fila=15, col=2)tamaño = (anchura=2)
- (dm <DFB> : [Temp_Dm]) : (f: 15, c: 2) E1002 Error de sintaxis



Diseño

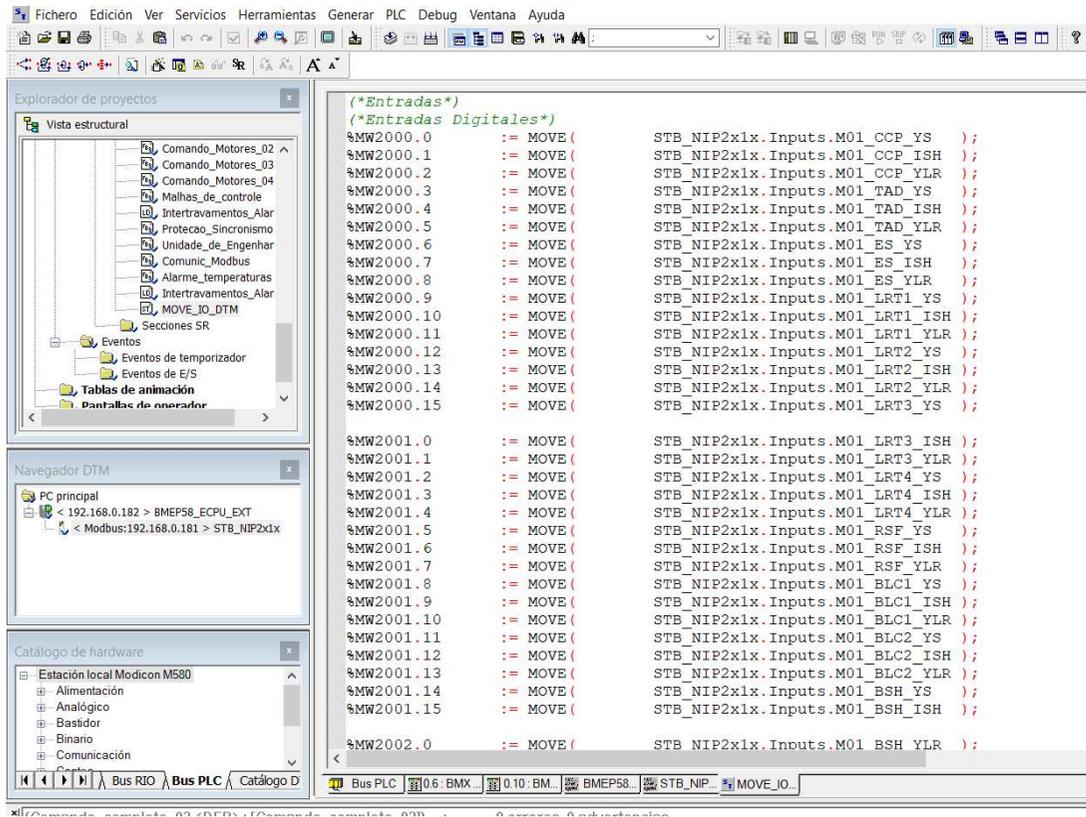
Reprogramación del módulo Advantys STBNIP2212

Aprovechando la nueva tecnología que posee el PLC M580 y la forma de integrarse con otros dispositivos se reprogramó el Advantys mediante la biblioteca DTM, esta se utilizó para configurar y diagnosticar dispositivos de campo conectados al controlador.



Diseño

Reprogramación del módulo Advantys STBNIP2212



```
(*Entradas*)
(*Entradas Digitales*)
%MW2000.0 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_CCP_YS );
%MW2000.1 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_CCP_ISH );
%MW2000.2 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_CCP_YLR );
%MW2000.3 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_TAD_YS );
%MW2000.4 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_TAD_ISH );
%MW2000.5 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_TAD_YLR );
%MW2000.6 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_ES_YS );
%MW2000.7 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_ES_ISH );
%MW2000.8 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_ES_YLR );
%MW2000.9 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT1_YS );
%MW2000.10 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT1_ISH );
%MW2000.11 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT1_YLR );
%MW2000.12 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT2_YS );
%MW2000.13 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT2_ISH );
%MW2000.14 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT2_YLR );
%MW2000.15 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT3_YS );

%MW2001.0 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT3_ISH );
%MW2001.1 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT3_YLR );
%MW2001.2 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT4_YS );
%MW2001.3 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT4_ISH );
%MW2001.4 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_LRT4_YLR );
%MW2001.5 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_RSF_YS );
%MW2001.6 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_RSF_ISH );
%MW2001.7 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_RSF_YLR );
%MW2001.8 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_BLC1_YS );
%MW2001.9 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_BLC1_ISH );
%MW2001.10 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_BLC1_YLR );
%MW2001.11 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_BLC2_YS );
%MW2001.12 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_BLC2_ISH );
%MW2001.13 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_BLC2_YLR );
%MW2001.14 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_BSH_YS );
%MW2001.15 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_BSH_ISH );

%MW2002.0 := MOVE ( STB_NIP2x1x.Inputs.M01_BSH_YLR );
```

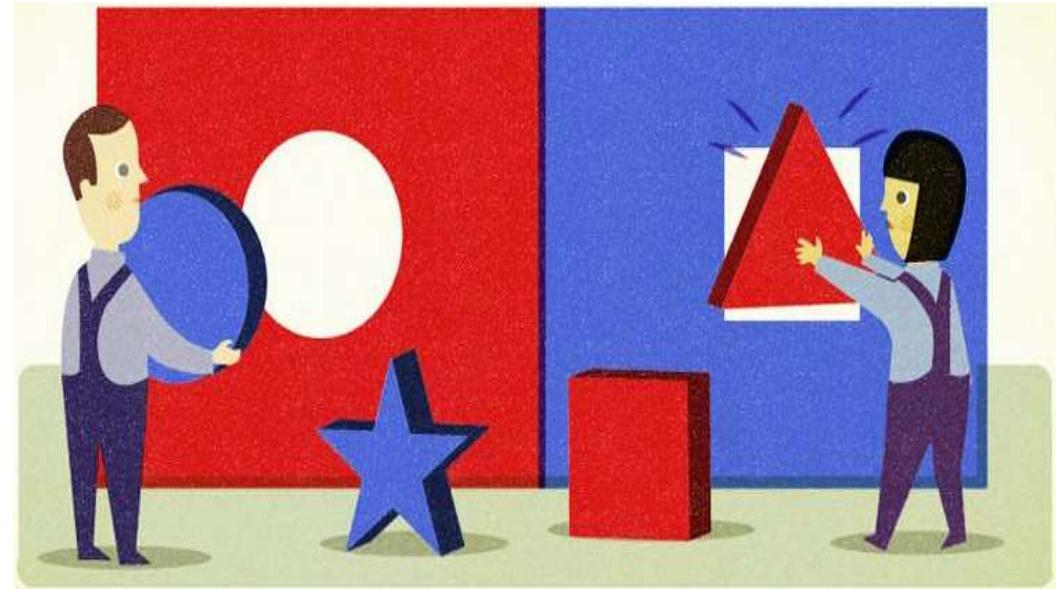


Diseño

SCADA – Filosofía



Diseño
centrado en
el humano



A prueba
de errores

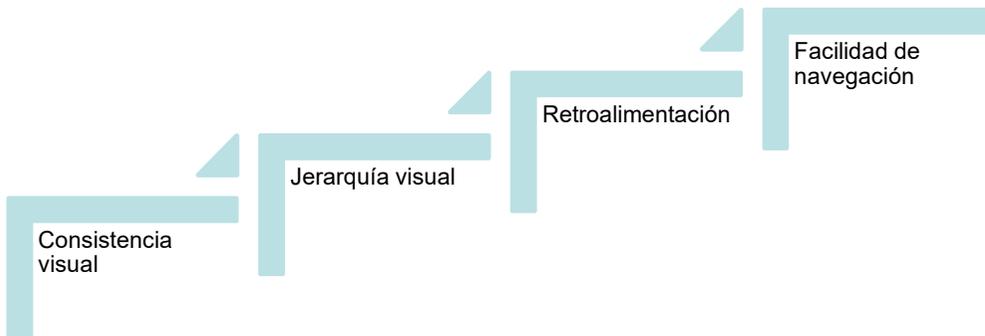


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño

SCADA – Guía de estilo

La norma ANSI/ISA 101 establece principios de diseño que incluyen:



Jerarquía de pantallas

Nivel 1

-Vista general
-Resumen de valores importantes

Nivel 2

-Vista de unidad
-Más detalles que nivel 1

Nivel 3

-Lazos de control y estados
-No rutinarias

Nivel 4

-Procedimientos operativos, diagnóstico
-Permite el control



Diseño

SCADA

En el software de AVEVA Edge se realizó el diseño y configuración de los accionamientos



Importación de tags



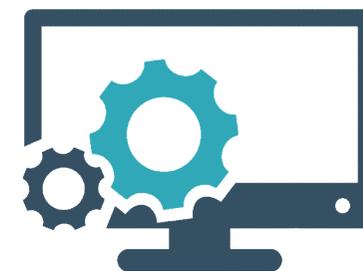
Generación de alertas y mensajes



Creación de historiadores



Diseño de pantallas



Configuración de pantallas

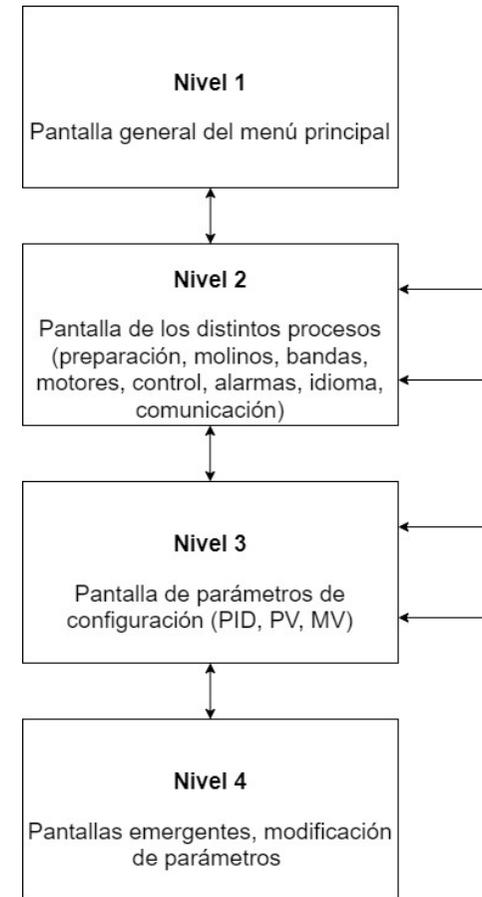


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño

Rediseño de la pantalla HMI

En el rediseño de la HMI se incluyeron cambios en cuanto a la disposición de los elementos gráficos como botones, indicadores, colores, medio de comunicación, para mejorar la claridad y navegación.



Diseño

Rediseño de la pantalla HMI

Se agregó y configuró el protocolo de comunicación Modbus TCP/IP. Antes del rediseño del HMI se tenía el protocolo de comunicación Uni-Telway pero ahora se ha cambiado debido a que Modbus TCP/IP es un protocolo abierto y ampliamente utilizado, tiene como ventajas mayor velocidad de comunicación, posee una comunicación fiable y permite la transmisión de datos entre un dispositivo maestro y uno o varios dispositivos esclavos.



Configuración del controlador

Fabricante: Schneider Electric Industries SAS Controlador: Modbus TCP/IP

Dirección de la máquina de destino

Asignar la siguiente dirección IP

Dirección IP: 192 . 168 . 0 . 181

Máscara Subnet: 255 . 255 . 0 . 0

Puerta enlace predeterminada: 0 . 0 . 0 . 0

Puede definir la dirección de la máquina de destino en el editor o en runtime:
* Editor -- en el nodo destino en la ventana del Navegador; Descargue adecuadamente
* Run Time -- en la ficha fuera de línea del menú de configuración, botón Red.

Aceptar Cancelar Ayuda

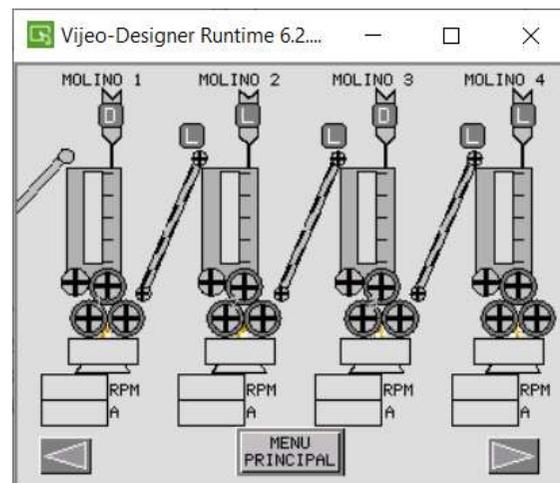


Diseño

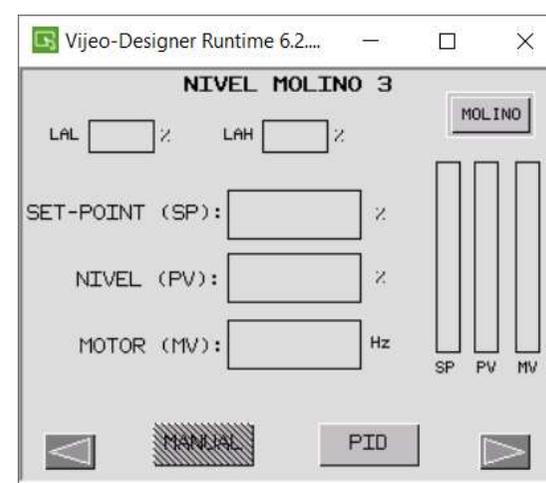
Rediseño de la pantalla HMI



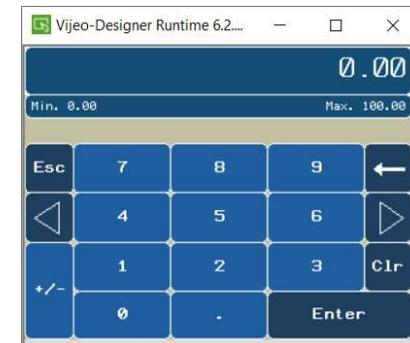
Pantalla nivel 1



Pantalla nivel 2



Pantalla nivel 3



Pantalla nivel 4



Simulación e Implementación

Conexión entre PLC – SCADA – HMI

Prueba de comunicación
entre PLC y SCADA
simulado

```
Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Ingenieria 1>ping 192.168.0.182

Haciendo ping a 192.168.0.182 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.182: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.182: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.182: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.

Estadísticas de ping para 192.168.0.182:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 3, perdidos = 1
              (25% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
```

Prueba de comunicación
entre PLC y HMI
simulado

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Usuario>ping 192.168.0.182

Haciendo ping a 192.168.0.182 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.182: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.0.182:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms

C:\Users\Usuario>
```

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\DELL>ping 192.168.0.185

Haciendo ping a 192.168.0.185 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.185: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.0.185:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
```

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\DELL>ping 192.168.0.184

Haciendo ping a 192.168.0.184 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.184: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

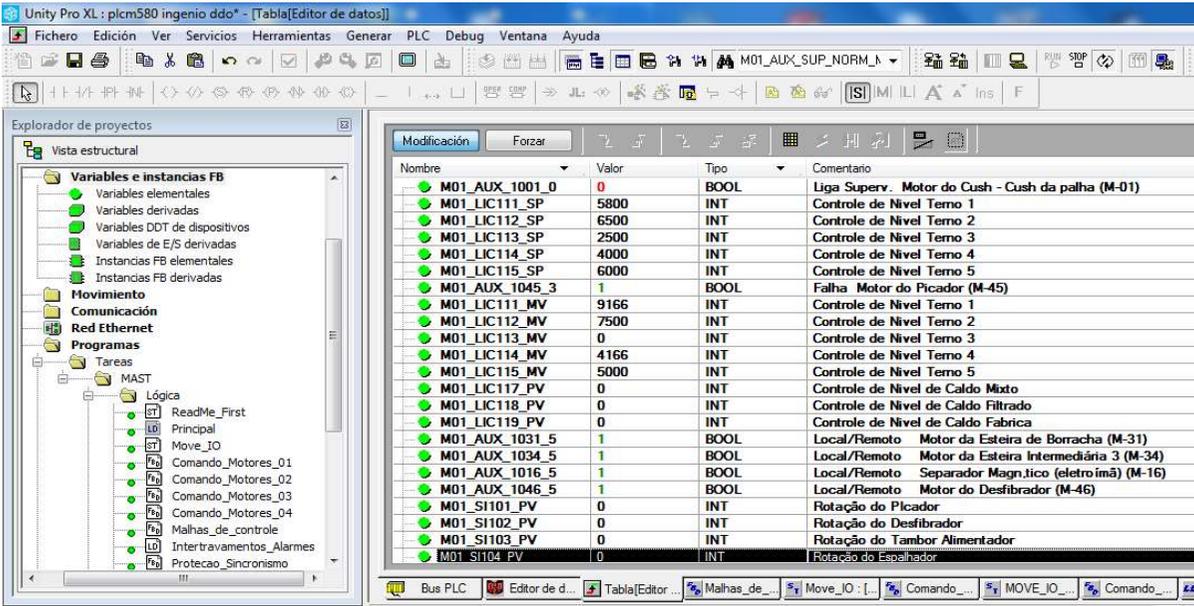
Estadísticas de ping para 192.168.0.184:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms
```



Simulación e Implementación

Simulación entre PLC – SCADA – HMI

En el software Control Expert se generó una tabla de animación con variables aleatorias para realizar la comprobación de lectura y escritura entre el PLC, SCADA y HMI. En la tabla de animación ciertos valores fueron modificados desde el PLC, otros desde el SCADA y también desde la pantalla HMI.



The screenshot shows the Unity Pro XL software interface. On the left is the 'Explorador de proyectos' (Project Explorer) showing a tree structure with folders like 'Variables e instancias FB', 'Movimiento', 'Comunicación', 'Red Ethernet', and 'Programas'. The main window displays a table with the following data:

Nombre	Valor	Tipo	Comentario
M01_AUX_1001_0	0	BOOL	Liga Superv. Motor do Cush - Cush da palha (M-01)
M01_LIC111_SP	5800	INT	Controle de Nivel Temo 1
M01_LIC112_SP	6500	INT	Controle de Nivel Temo 2
M01_LIC113_SP	2500	INT	Controle de Nivel Temo 3
M01_LIC114_SP	4000	INT	Controle de Nivel Temo 4
M01_LIC115_SP	6000	INT	Controle de Nivel Temo 5
M01_AUX_1045_3	1	BOOL	Falha Motor do Picador (M-45)
M01_LIC111_MV	9166	INT	Controle de Nivel Temo 1
M01_LIC112_MV	7500	INT	Controle de Nivel Temo 2
M01_LIC113_MV	0	INT	Controle de Nivel Temo 3
M01_LIC114_MV	4166	INT	Controle de Nivel Temo 4
M01_LIC115_MV	5000	INT	Controle de Nivel Temo 5
M01_LIC117_PV	0	INT	Controle de Nivel de Caldo Mxto
M01_LIC118_PV	0	INT	Controle de Nivel de Caldo Filtrado
M01_LIC119_PV	0	INT	Controle de Nivel de Caldo Fabrica
M01_AUX_1031_5	1	BOOL	Local/Remoto Motor da Esteira de Borracha (M-31)
M01_AUX_1034_5	1	BOOL	Local/Remoto Motor da Esteira Intermediária 3 (M-34)
M01_AUX_1016_5	1	BOOL	Local/Remoto Separador Magnético (eletroímã) (M-16)
M01_AUX_1046_5	1	BOOL	Local/Remoto Motor do Desfibrador (M-46)
M01_S1101_PV	0	INT	Rotação do Picador
M01_S1102_PV	0	INT	Rotação do Desfibrador
M01_S1103_PV	0	INT	Rotação do Tambor Alimentador
M01_S1104_PV	0	INT	Rotação do Espalhador



Simulación e Implementación

Simulación entre PLC – SCADA – HMI

The screenshot displays the SEIUS SCADA/HMI interface for a sugar mill. The main area shows a complex process flow diagram with various components like tanks, filters, and motors. On the left, there is a navigation menu with icons for Inicio, Preparación, Molinos, Tanques, Motores, Temperatura, Conexión, Históricos, Alarmas, Derivar, Reconocer, and Reconocer Todo. At the top, there are several protection status indicators for different parts of the system. Below the main diagram, there are several data panels for different levels of the mill (Molino 1 to Molino 5) and a table of alarm messages.

Protección Cuchilla	Protección Tambor	Protección Desfibrador	Protección Esparcidor
0 RPM	0 RPM	0 RPM	0 RPM
Deshabilitado	Deshabilitado	Deshabilitado	Deshabilitado

Nivel Molino 1	Nivel Molino 2	Nivel Molino 3	Nivel Molino 4	Nivel Molino 5
SP: 58 %	SP: 65 %	SP: 25 %	SP: 40 %	SP: 60 %
PV: 0 %				
MV: 55 Hz	MV: 45 Hz	MV: 0 %	MV: 25 %	MV: 30 %
Manual	Manual	Manual	Manual	Manual

Tempo de Activación	Nombre de Tag	Mensaje
06/19/2023 14:35:49	MD1_AUX_1034_Local	Conando en Mantenimiento
06/19/2023 14:36:11	MD1_AUX_1034_Local	Local Motor de la Banda Intermedia 3
06/19/2023 14:36:09	MD1_AUX_1016_Local	Local Motor del Electroimán
06/19/2023 14:35:11	MD1_AUX_1046_Local	Local Motor del Desfibrador
06/19/2023 14:35:09	MD1_AUX_1031_Local	Local Motor de la Banda de Caucho

The screenshot shows the Vijeo-Designer Runtime 6.2... window for 'NIVEL MOLINO 1'. It features a control panel with several input fields and a bar chart. The fields are: LAL (0.00 %), LAH (0.00 %), SET-POINT (SP) (58.00 %), NIVEL (PV) (0.00 %), and BANDA DE CAUCHO (MV) (55.00 Hz). The bar chart shows three bars for SP, PV, and MV. At the bottom, there are buttons for 'MANIAI', 'PTN', and 'TEMPERATURA ALTA DA FASE "R" DEL MOTOR DE'.

The screenshot shows the Vijeo-Designer Runtime 6.2... window for 'NIVEL MOLINO 2'. It features a control panel with several input fields and a bar chart. The fields are: LAL (0.00 %), LAH (0.00 %), SET-POINT (SP) (65.00 %), NIVEL (PV) (0.00 %), and MOTOR (MV) (45.00 Hz). The bar chart shows three bars for SP, PV, and MV. At the bottom, there are buttons for 'MANIAI', 'PTN', and 'TEMPERATURA ALTA DEL MANCAL'.



Simulación e Implementación

Desmontaje de los equipos antiguos

En primera instancia se receptaron los equipos de la cabina de control, las normas de seguridad e indicaciones generales por parte del jefe del departamento eléctrico. Se realizó la identificación y marquillado de los cables que van a ser sustituidos y desconectados. Se desmontó la arquitectura del hardware del PLC Premium



Simulación e Implementación

Montaje de los equipos nuevos

Perforaciones para el
nuevo rack



Montaje del hardware
del PLC M580



Conexión de los
cables a Telefast



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Simulación e Implementación

Cambio y conexión del medio físico Ethernet

Inspección del cableado y cambio del medio físico de comunicación



Cambio del medio físico de la pantalla HMI



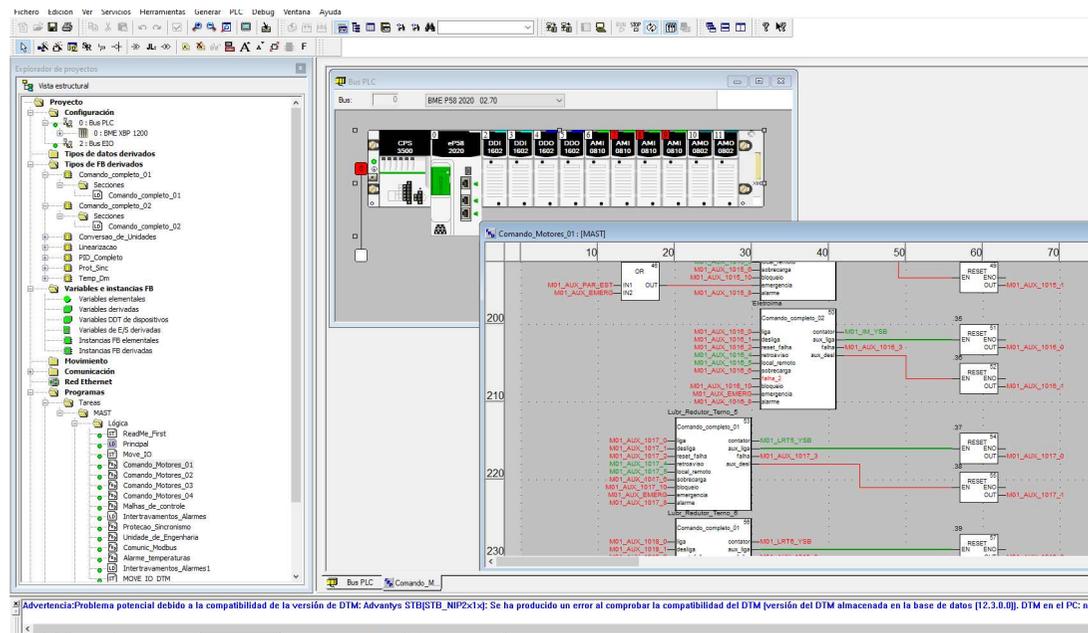
Montaje e implementación de la arquitectura del hardware del PLC M580 en el tablero CLP 1



Simulación e Implementación

Descarga del proyecto al PLC M580

Para descargar el programa en el PLC M580 por primera vez se utiliza el cable de programación USB, para establecer las configuraciones como la dirección IP. Una vez descargado el proyecto se puede observar el estado de conexión de los módulos en tiempo real.



Simulación e Implementación

Configuración de los servicios IIS y descarga del SCADA

- .NET Framework 3.5 (incluye .NET 2.0 y 3.0)
- .NET Framework 4.8 Advanced Services
- Características multimedia
- Cliente de Carpetas de trabajo
- Cliente Telnet
- Cliente TFTP
- Compatibilidad con el protocolo para compartir archivos SMB 1.0/CIFS
- Compatibilidad de API para compresión diferencial remota
- Componentes heredados
- Escritor de documentos XPS de Microsoft
- Imprimir en PDF de Microsoft
- Internet Explorer 11
- Internet Information Services
 - Herramientas de administración web
 - Servicios World Wide Web
 - Características de desarrollo de aplicaciones
 - .NET Extensibility 4.8
 - ASP
 - ASP.NET 3.5
 - ASP.NET 4.8
 - CGI
 - Extensibilidad de .NET 3.5
 - Extensiones ISAPI
 - Filtros ISAPI
 - Inclusiones del lado servidor
 - Inicialización de aplicaciones
 - Protocolo WebSocket
 - Características de rendimiento
 - Características HTTP comunes
 - Estado y diagnóstico
 - Seguridad
 - Servidor FTP
- Microsoft Message Queue (MSMQ) Server
- Núcleo de web hospedable de Internet Information Services
- Plataforma de máquina virtual
- Plataforma del hipervisor de Windows
- Servicio WAS (Windows Process Activation Service)
- Servicios de impresión y documentos
- Servicios de TCPIP simple (por ej: echo, daytime etc)

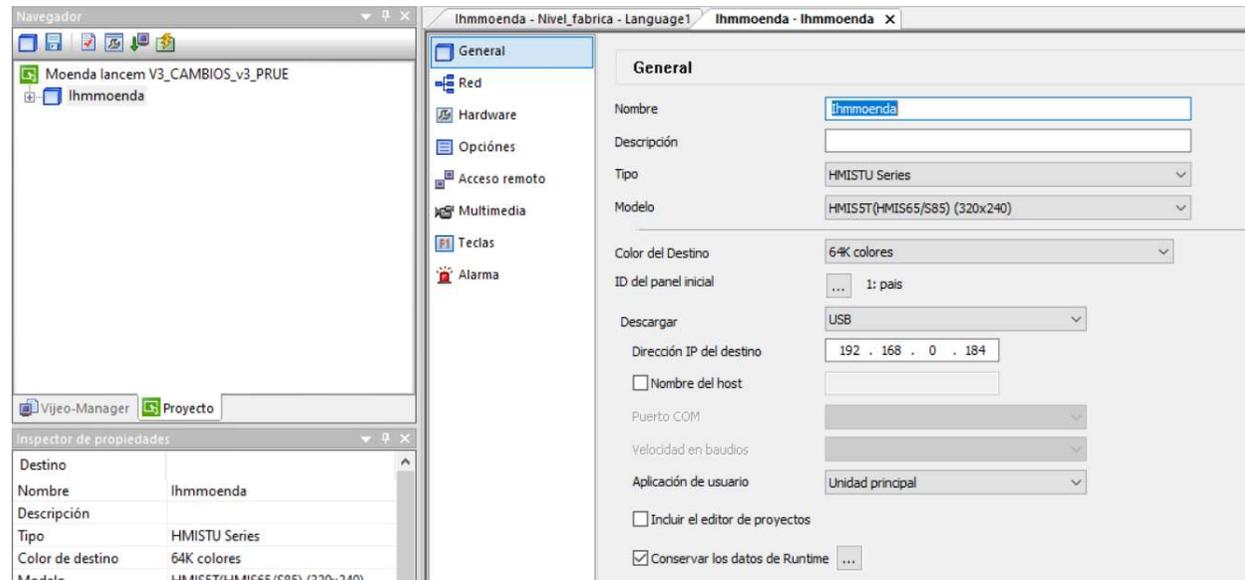
Es necesario activar los servicios IIS en el equipo. La activación de estos servicios permite que el software de AVEVA Edge pueda desplegar las aplicaciones en diferentes plataformas, incluyendo dispositivos móviles. La instalación y configuración adecuada de los servicios IIS es fundamental para el correcto funcionamiento del software de AVEVA Edge



Simulación e Implementación

Descarga del proyecto a la pantalla HMI

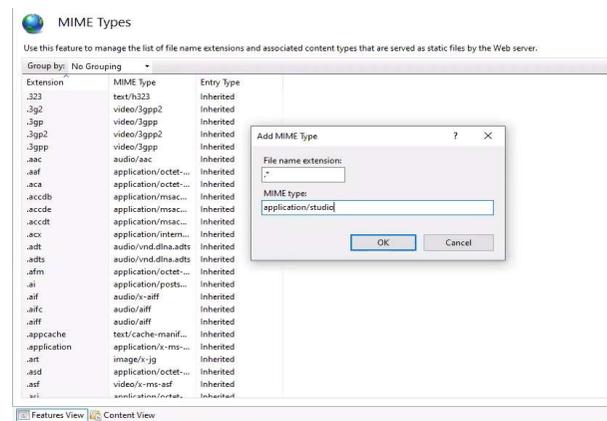
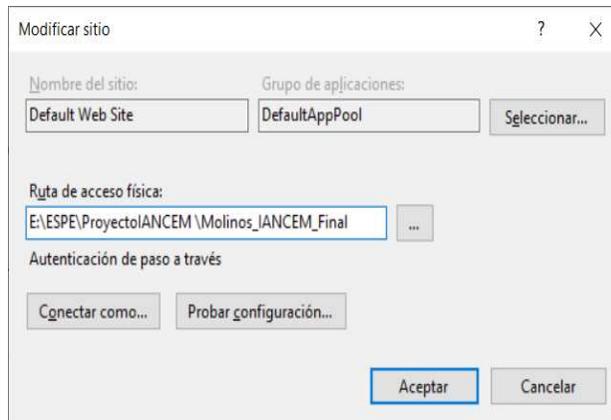
Para descargar el programa rediseñado a la pantalla HMI S5T, primero se da un nombre al proyecto, se elige el tipo y la serie de la HMI, este proceso se lo hace mediante cable UTP



Simulación e Implementación

Creación de un usuario Web

El cliente web es una interfaz de usuario basada en web que permite a los usuarios acceder y controlar sistemas de control desde cualquier navegador web compatible. Esto significa que no se requiere la instalación de software adicional en los dispositivos de los usuarios, ya que pueden acceder al cliente web a través de una URL específica.



192.168.0.185/AVEVAEdge2020/Inde
x.html?screen=PantallasInicio.SG



Simulación e Implementación

Capacitación teórica y práctica a los operadores

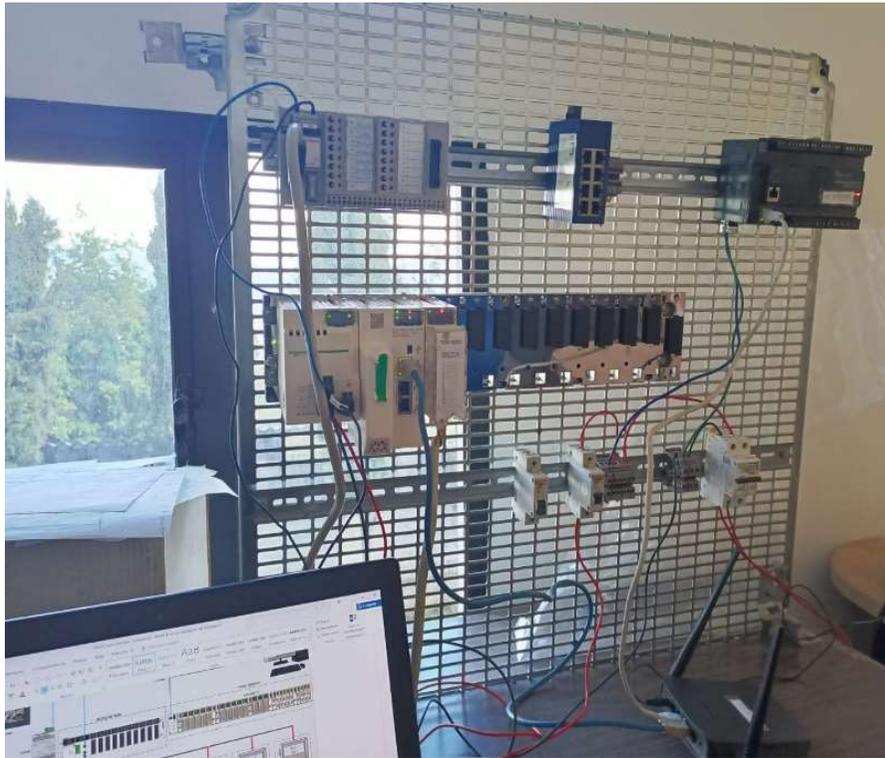
Se impartió en primer lugar una capacitación teórica acerca de las ventajas, características el PLC M580, sus módulos, arquitectura de red, SCADA, HMI, entre otros. En la segunda parte de la capacitación se impartió una capacitación más práctica para que los operadores se familiaricen con los nuevos software y solventar dudas e inquietudes.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Pruebas y resultados

Pruebas FAT



Las pruebas de aceptación de fábrica (FAT, *Factory Acceptance Test*) son un conjunto de pruebas que se realizan en el sitio del proveedor, es decir, en la fábrica, para demostrar que el equipo cumple con las especificaciones de usuario, diseño, producción, seguridad y mantenimiento

Equipo

Inspección
física

Encendido

Corte de
energía

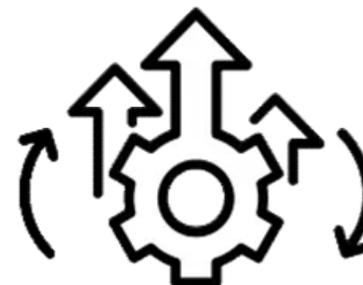
Comprobación de canal
de entrada o salida



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Pruebas y resultados

Pruebas SAT



Las pruebas SAT (*Site Acceptance Test*) se realizan en el sitio donde se instalará el equipo para verificar que cumple con las especificaciones de usuario, diseño aprobado, funcionamiento, producción, seguridad y mantenimiento.

Equipo	Inspección física	Encendido	Corte de energía	Comprobación de canal de entrada o salida
--------	-------------------	-----------	------------------	---



Pruebas y resultados

Comisionado de señales

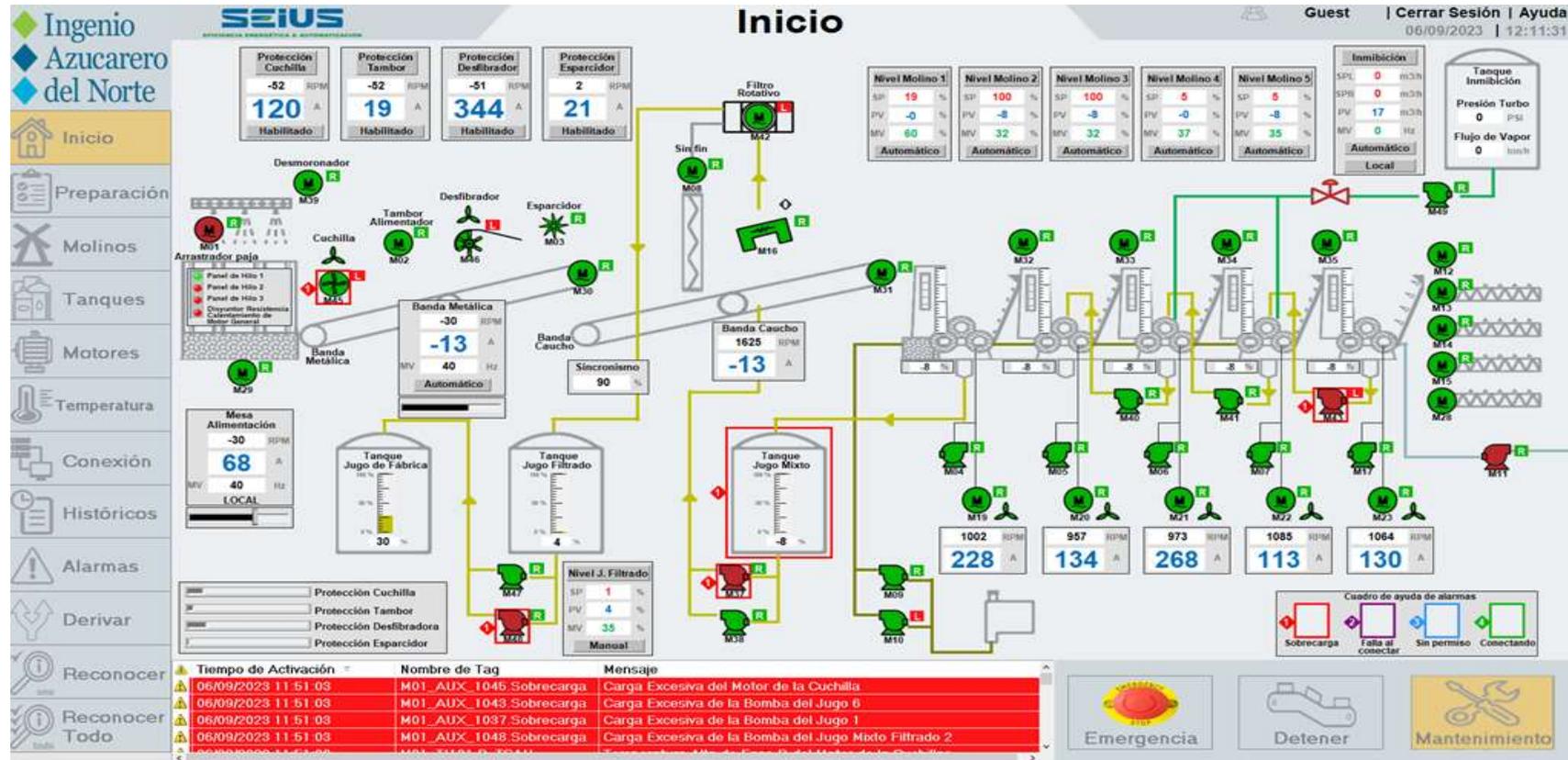
Las pruebas se realizan en las señales de varios de los sensores de campo, realizando verificaciones visuales en algunos casos como los sensores de nivel y comprobando con el calibrador de procesos los niveles de voltaje y corriente que llegan a las entradas de los módulos. Los mismos valores se verifican en el SCADA y pantalla HMI.

Existió inconsistencias en algunas señales de sensores de campo, por lo que se verificó en los planos de los tableros CLP 1 y CLP 2 el trayecto de las mismas. Basándose en los planos se verificó que el inconveniente fue a raíz de un fusible del bus de campo, el cual fue sustituido correspondientemente a los valores establecidos en la guía técnica



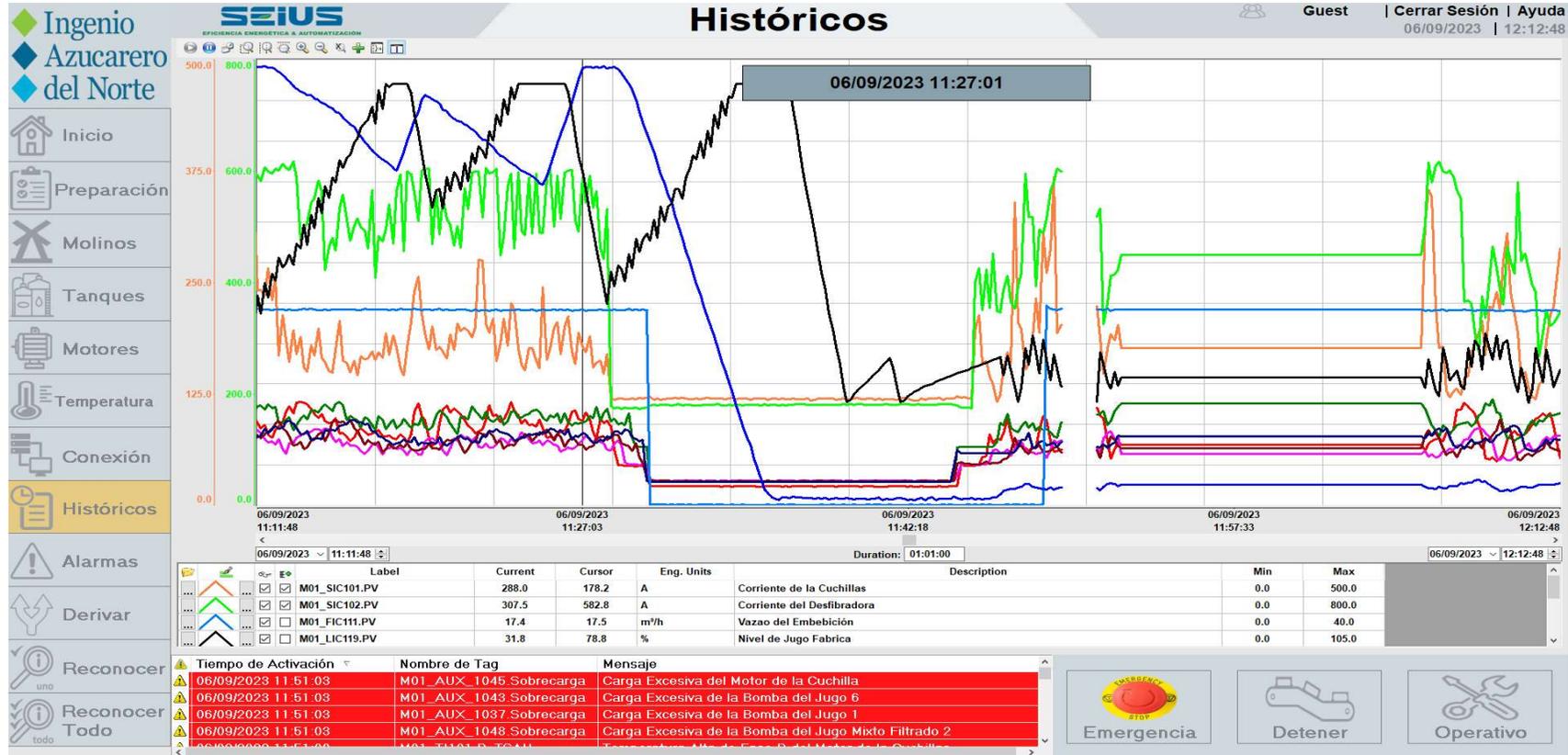
Pruebas y resultados

SCADA – En tiempo real



Pruebas y resultados

SCADA – Forzado de apagado

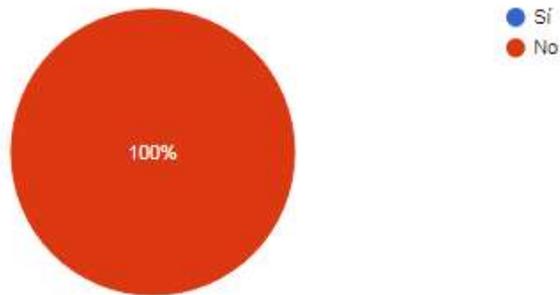


Pruebas y resultados

Encuesta de satisfacción

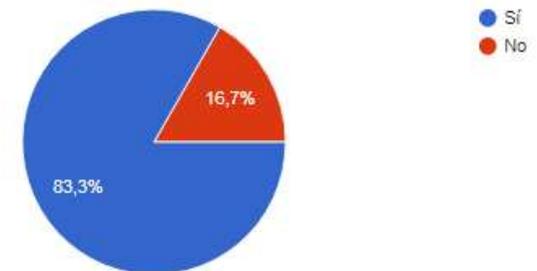
¿Durante la operación del proceso de molienda, ha sufrido algún reinicio, paro o mal funcionamiento del PLC M580, o del sistema SCADA?

6 respuestas



¿Considera usted que el monitorear el estado de las variables del PLC en tiempo real, facilita la detección y solución de errores, así como la reducción de tiempo en etapas de mantenimiento?

6 respuestas

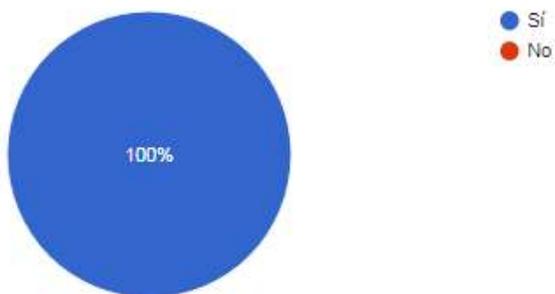


Pruebas y resultados

Encuesta de satisfacción

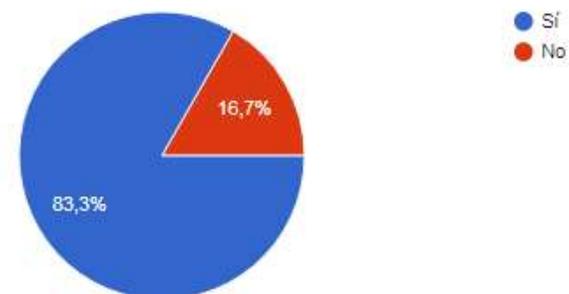
¿Considera usted que se han solucionado los inconvenientes presentados en el anterior PLC?

6 respuestas



¿La nueva pantalla de inicio del SCADA le permitió realizar el monitoreo y control de todo el proceso de molienda?

6 respuestas

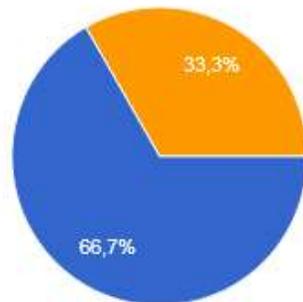


Pruebas y resultados

Encuesta de satisfacción

¿Está de acuerdo con los colores usados en la pantalla HMI S5T y considera que ha disminuido la carga visual?

6 respuestas



● Totalmente de acuerdo
● Medianamente de acuerdo
● Nada de acuerdo

¿Está de acuerdo con los nuevos iconos de representación de los accionamientos en el SCADA?

6 respuestas



● Totalmente de acuerdo
● Medianamente de acuerdo
● Nada de acuerdo



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Pruebas y resultados

Encuesta de satisfacción

¿Está de acuerdo con los colores usados en el nuevo sistema SCADA?

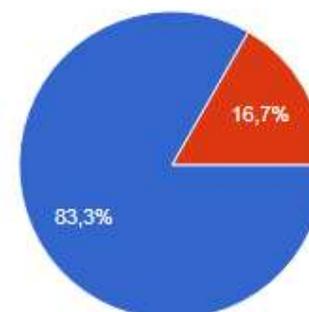
6 respuestas



● Totalmente de acuerdo
● Medianamente de acuerdo
● Nada de acuerdo

¿Considera usted que el área de navegación entre pantallas y de seguridad, ha mejorado la operación en comparación con el sistema anterior del SCADA?

6 respuestas



● Sí
● No



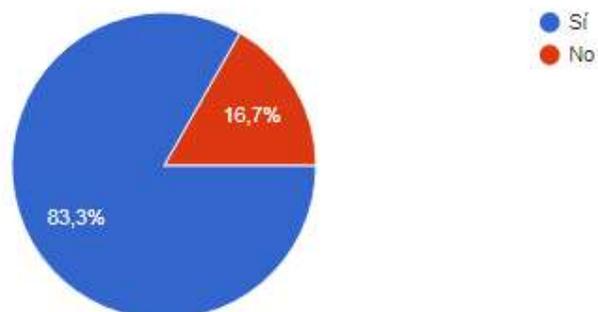
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Pruebas y resultados

Encuesta de satisfacción

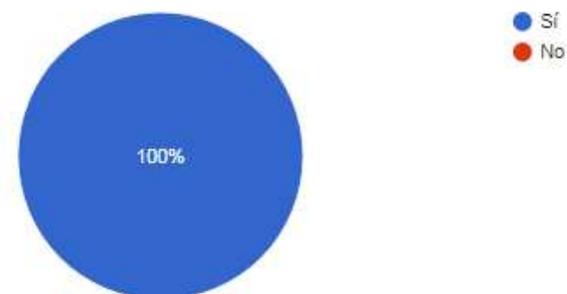
¿Considera usted que la carga visual del SCADA ha disminuido, con respecto al sistema anterior?

6 respuestas



¿La organización de los equipos en las pantallas del SCADA refleja semejanza con el proceso real?

6 respuestas

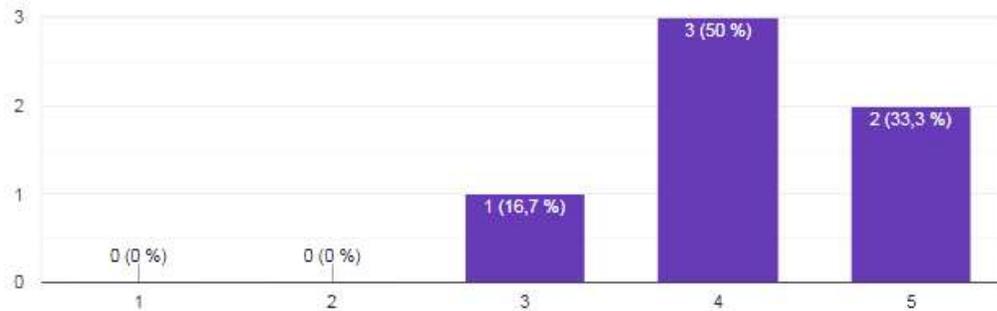


Pruebas y resultados

Encuesta de satisfacción

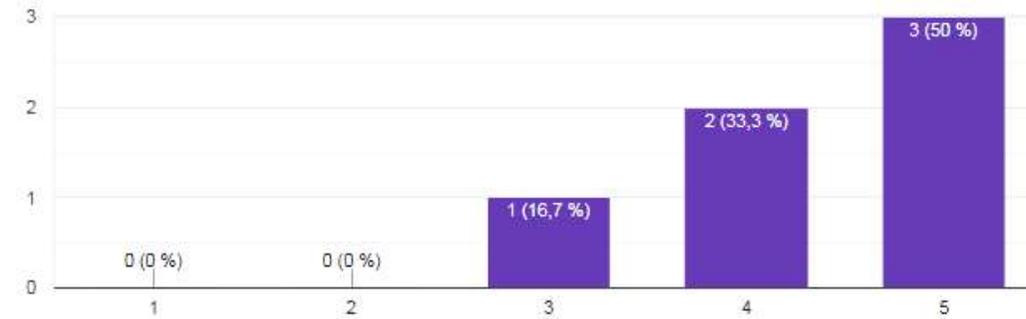
¿Qué calificación le daría a la nueva interfaz de la pantalla HMI S5T? Siendo 5 la mejor calificación

6 respuestas



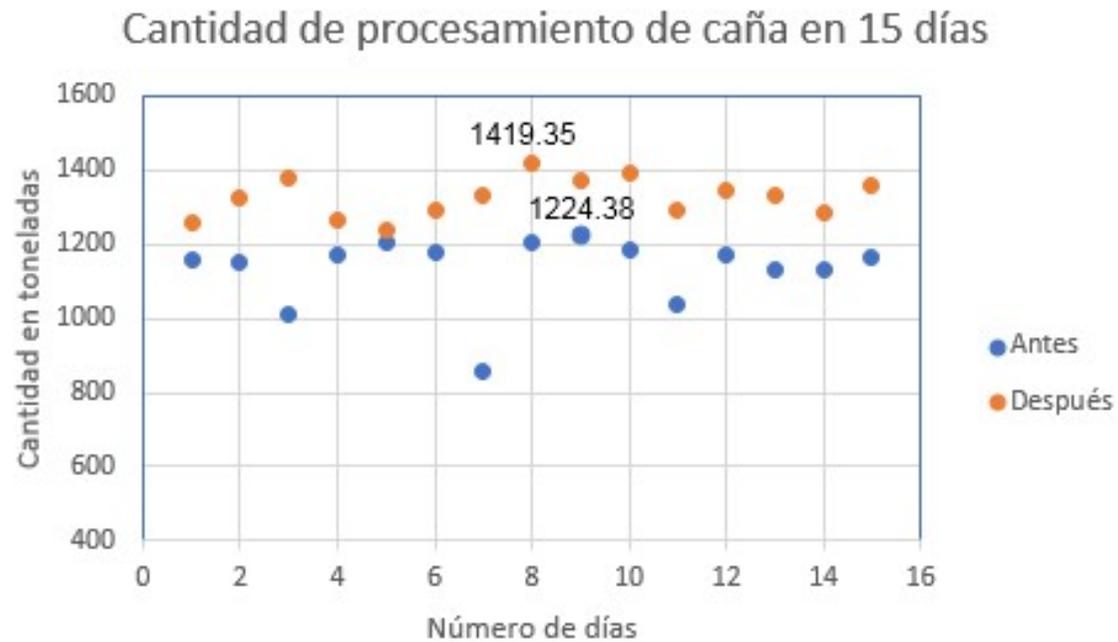
¿Qué calificación le daría al nuevo sistema SCADA? Siendo 5 la mejor calificación

6 respuestas



Pruebas y resultados

Resultados de producción



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La selección de equipos de última generación presenta ventajas como la comunicación, compatibilidad, escalabilidad, economía, productividad, soporte de la toma de decisiones, mayor seguridad cibernética entre otras. Esto mejora la productividad, la seguridad y la confiabilidad del sistema de control al optimizar su funcionamiento y resultados.
- La eliminación de errores en la programación del PLC y SCADA en los nuevos equipos instalados, ha evitado el tener reinicios, paros o mal funcionamiento durante la operación del proceso de molienda, como lo confirman el 100% de los usuarios en la encuesta de satisfacción. Esto ha permitido reducir los tiempos de paro de producción además de una operación más fluida en el SCADA, lo que se refleja en un aumento de la producción diaria que se aproxima a 150 toneladas es decir un aumento por turno de 50 toneladas de caña procesada.



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La empresa IANCEM realiza mantenimientos del proceso de molienda aproximadamente cada mes, debido a que el sistema trabaja de manera ininterrumpida 24 horas, 7 días a la semana. Desde el área de seguridad del SCADA se puede ingresar en modo mantenimiento lo que significa encender o apagar los distintos actuadores, recibir señales de los sensores, transductores, ajustes necesarios, cambios de piezas, limpieza en general, entre otros. El 83.3% de los operadores han manifestado que se ha mejorado la operación de la interfaz, siendo esta clara y legible en idioma español permitiendo una mejor comprensión de las instrucciones y procedimientos de mantenimiento, los operadores pueden acceder rápidamente y directamente a los manuales, diagramas y datos técnicos. Esto mejora el proceso de mantenimiento y minimiza el riesgo del personal creando un entorno de trabajo más seguro y protegiendo la integridad física de los trabajadores.



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La sustitución de equipos antiguos por equipos con tecnología de última generación tiene un impacto significativo en la eficiencia y el rendimiento del sistema de molienda. Los equipos modernos ofrecen mejoras en términos de capacidad, velocidad de procesamiento, precisión y confiabilidad. Esto se traduce en una mayor productividad, una mejor calidad de los productos finales y una reducción de los tiempos de inactividad no planificados debido a fallos o averías. Además, los equipos de última generación poseen un mayor nivel de seguridad, el respaldo del soporte técnico, actualizaciones de software más sólidos por parte de Schneider Electric. Esto facilita la resolución de problemas, el mantenimiento y la implementación de mejoras en el sistema a lo largo del tiempo.



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- El uso de planos eléctricos proporciona una representación visual clara y detallada para el operador, lo que permite comprender mejor la estructura y funcionamiento del sistema. Por ejemplo, en una etapa de mantenimiento sino llegara una señal se puede apoyar en los planos eléctricos para identificar el trayecto de dicha señal o para nuevos operadores que se integran al equipo brindarles este apoyo, para que puedan identificar rápidamente y poder precisar el o los elementos involucrados en una posible reparación. Además, la utilización de planos eléctricos promueve un mayor nivel de seguridad en el entorno de trabajo. Los operadores pueden identificar rápidamente los circuitos de seguridad, los dispositivos de protección y las señalizaciones relevantes, lo que les permite tomar precauciones adecuadas y minimizar el riesgo de accidentes eléctricos.



Conclusiones y recomendaciones

Recomendaciones

- Para operadores nuevos o personal de reemplazo por horas en la operación del sistema de molienda, se recomienda realizar una autoinducción con la lectura de los manuales de usuario, del SCADA principalmente y de manera opcional del manual de usuario del PLC, esta lectura puede ayudar a renovar conocimientos debido a los cambios inherentes a la repotenciación y modernización de los sistemas SCADA y PLC.
- Ante la presencia de un error de lectura de alguna variable, se puede descartar en los tableros revisando los planos eléctricos para determinar los puntos de medición con el calibrador de procesos, determinando rápidamente si el error estaría aguas arriba o aguas abajo del tablero de control, considerando siempre los dispositivos de protección como fusibles que pueden impedir que las señales de campo sean recibidas en el tablero.



Conclusiones y recomendaciones

Recomendaciones

- Se recomienda realizar las actividades de mantenimiento correctivo en los display's indicadores colocados en las puertas de los tableros, esto debido a que en caso de que se encuentre fuera de línea el PC del SCADA se pueda operar desde la pantalla HMI o de forma manual con base en estos indicadores.
- Brindar a los operadores un entorno de trabajo cómodo y ergonómico, considerando los siguientes puntos:
 - Sillas ergonómicas
 - Escritorio confortable
 - Mouse ergonómico
 - Teclado ergonómico

La ergonomía es fundamental para el bienestar de los operadores, contribuir a aumentar su productividad y reducir lesiones relacionadas al trabajo.



Conclusiones y recomendaciones

Recomendaciones

- Al momento de realizar la operación de mantenimiento se debe tener mucho cuidado si se accede a verificar alguna variable directamente en el programa del PLC, ya que se puede forzar erróneamente cualquier actuador y este puede activarse atentando contra la integridad de algún operador.





¡Gracias!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA