



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control

Tema:

Integración de controladores de la estación de transferencia Repsol SSFD al DCS Foxboro EVO e implementación de interfaces humano máquina HMI.

Autor:

Fabián Ronaldo Robalino Torres

Director:

Ing. Hugo Ortiz T. Mgs

Sangolquí - 2022

Justificación del proyecto

Objetivos

Arquitectura Foxboro Repsol

Arquitectura de Red Estación SSFD

Integración Sistema Terceros (SIS y E1613C)

Integración Sistema Tercero OCP

Sistema HMI

Pruebas y Resultados

Conclusiones



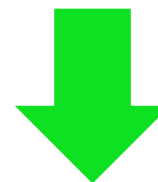
Justificación del Proyecto

El hardware de control en la estación Shushufindi (SSFD) Experion PKS R311 de Honeywell, ya no presenta soporte por fábrica y desde el 2015 sus equipos se encuentran en estado “Legacy”.

La actualización del sistema permitirá una comunicación multiplataforma entre todas las estaciones de Repsol con el DCS Foxboro EVO mediante la red Foxboro Control Network.

La comunicación incluye a los sistemas terceros OCP, SIS y E1613C con controladores Allen-Bradley que se integran al DCS de la estación.

Honeywell Experion PKS



Foxboro®

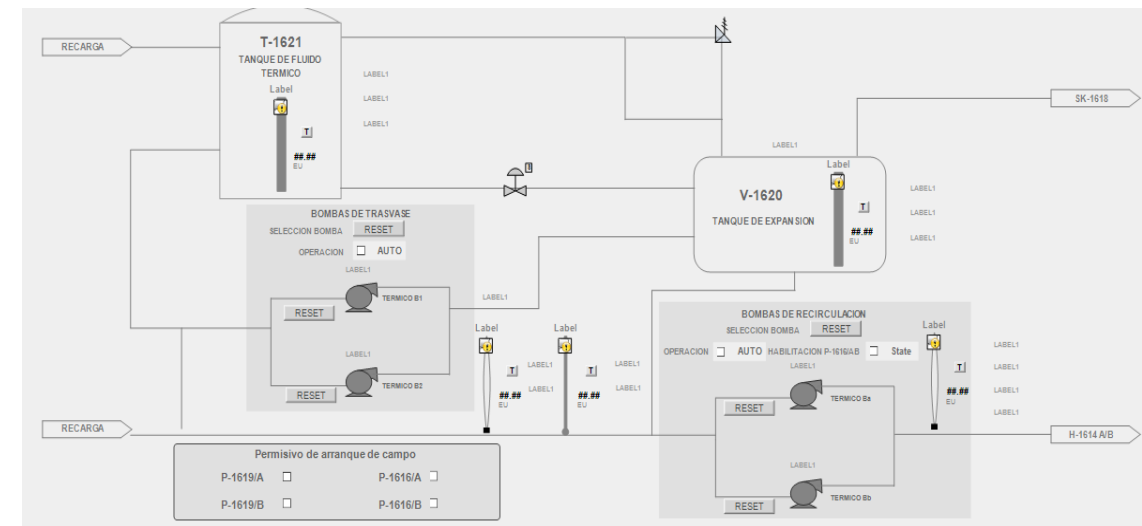
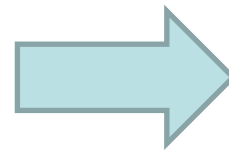
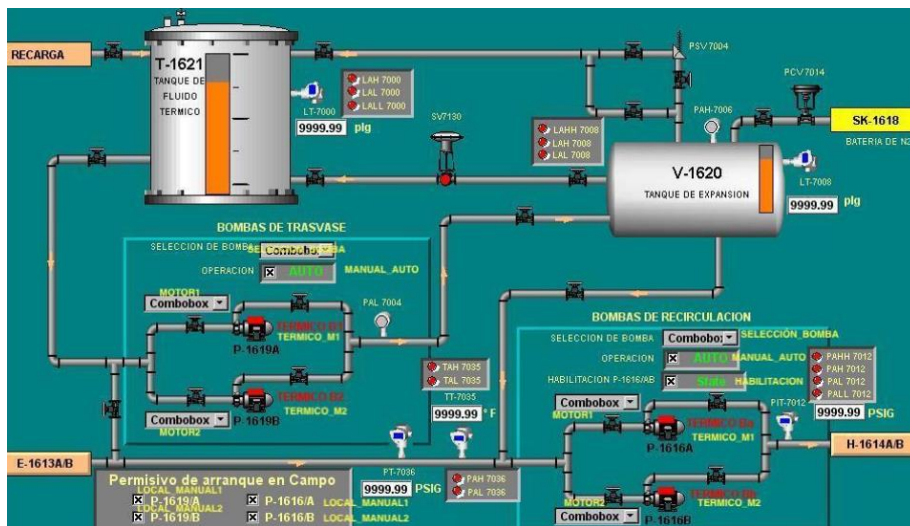
by **Schneider** Electric



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Justificación del Proyecto

La implementación de los esquemáticos se va realizar bajo el estándar ANSI/ISA-101.01-2015, los objetivos del estándar son: establecer una guía para el diseño, construcción y operación de las interfaces Humano máquina, con el propósito de tener un sistema seguro, eficiente para toda situación de operación y mejorar las habilidades del usuario para detección y respuesta adecuada a anomalías en el proceso.



Objetivo General

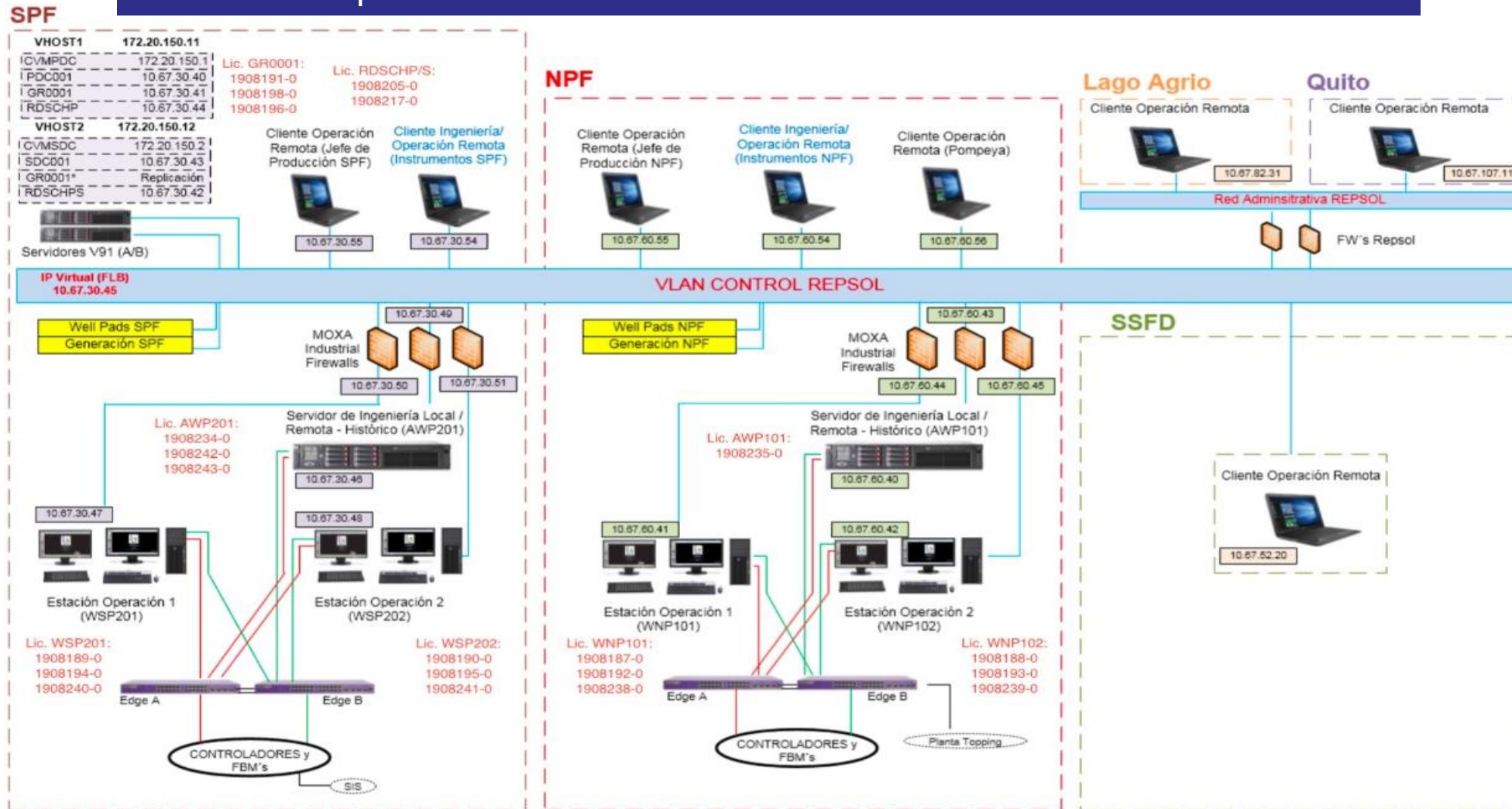
Actualizar el sistema de la estación de transferencia SSFD Repsol mediante la integración de los controladores de los sistemas terceros y la implementación del sistema HMI bajo el estándar ANSI/ISA-101.01 con la finalidad de unificar el sistema a una misma plataforma.

Objetivos Específicos

- Desarrollar la base de datos de señales de cableado del DCS y de comunicación necesarias para el sistema HMI.
- Diseñar cada uno de los esquemáticos para las pantallas del sistema bajo el estándar ANSI/ISA-101.01-2015 tomando en cuenta los diagramas y especificaciones necesarias.
- Implementar, animar y direccionar cada uno de los elementos en los esquemáticos planteados en el sistema HMI
- Obtener una base de datos de cada una de las señales de los sistemas terceros a ser integrados al DCS.
- Configurar y comunicar la interface FBM232/233 con los controladores Allen-Bradley de los sistemas terceros mediante el driver FDSI.
- Realizar pruebas de funcionamiento que permitan validar cada una de las etapas del sistema.

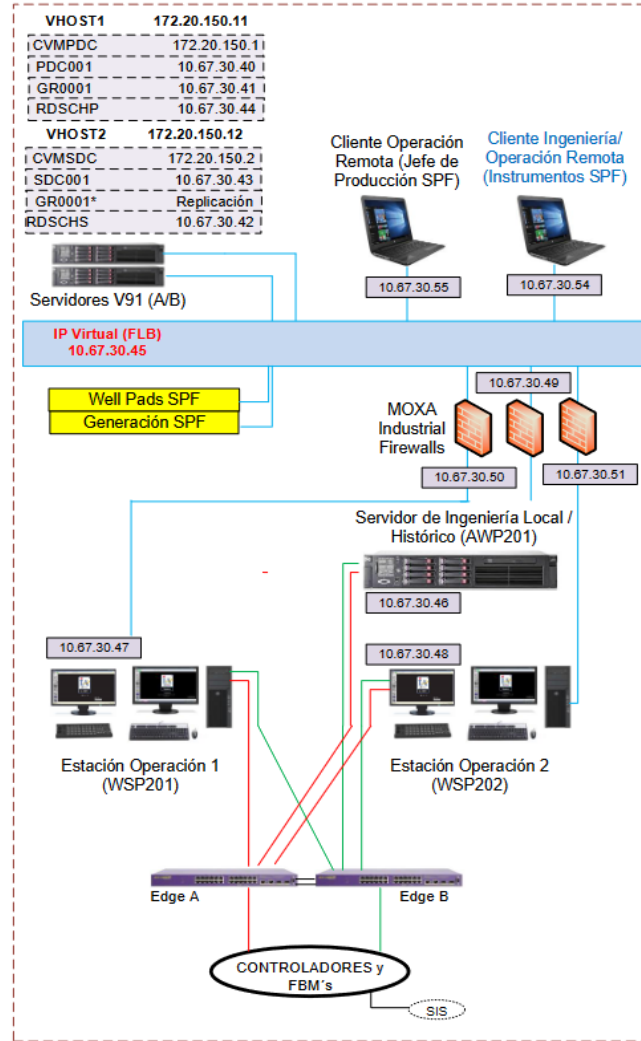
Arquitectura Foxboro Repsol

Previo a la implementación del DCS Foxboro Evo en la estación SSFD



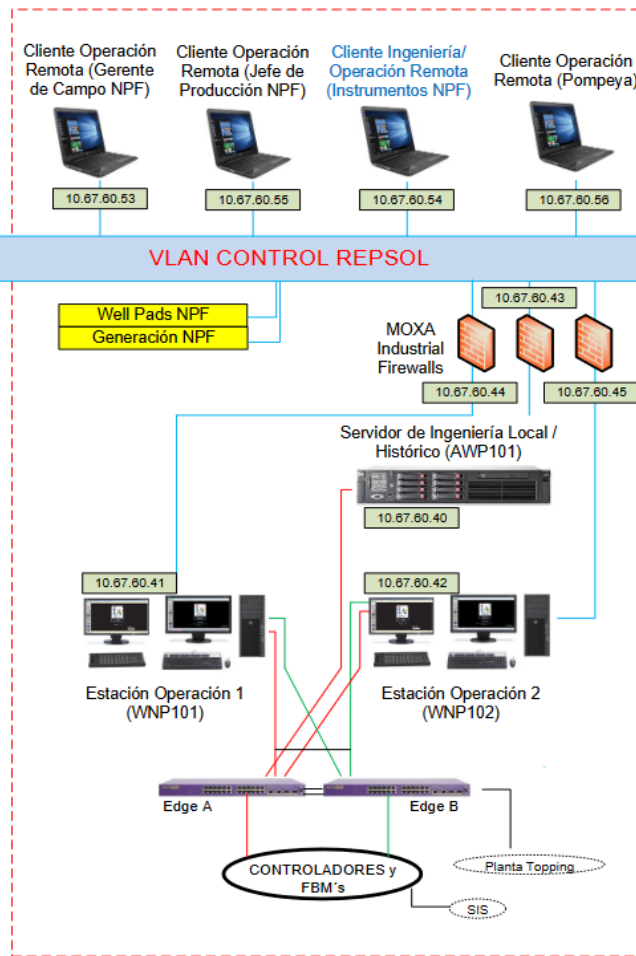
Arquitectura Foxboro Repsol

SPF



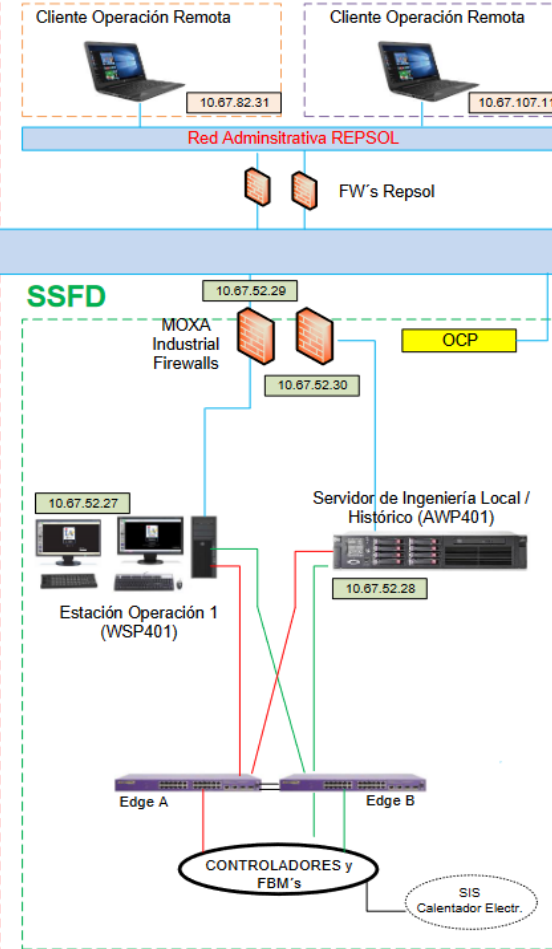
Con el DCS Foxboro Evo implementado en la estación SSFD

NPF

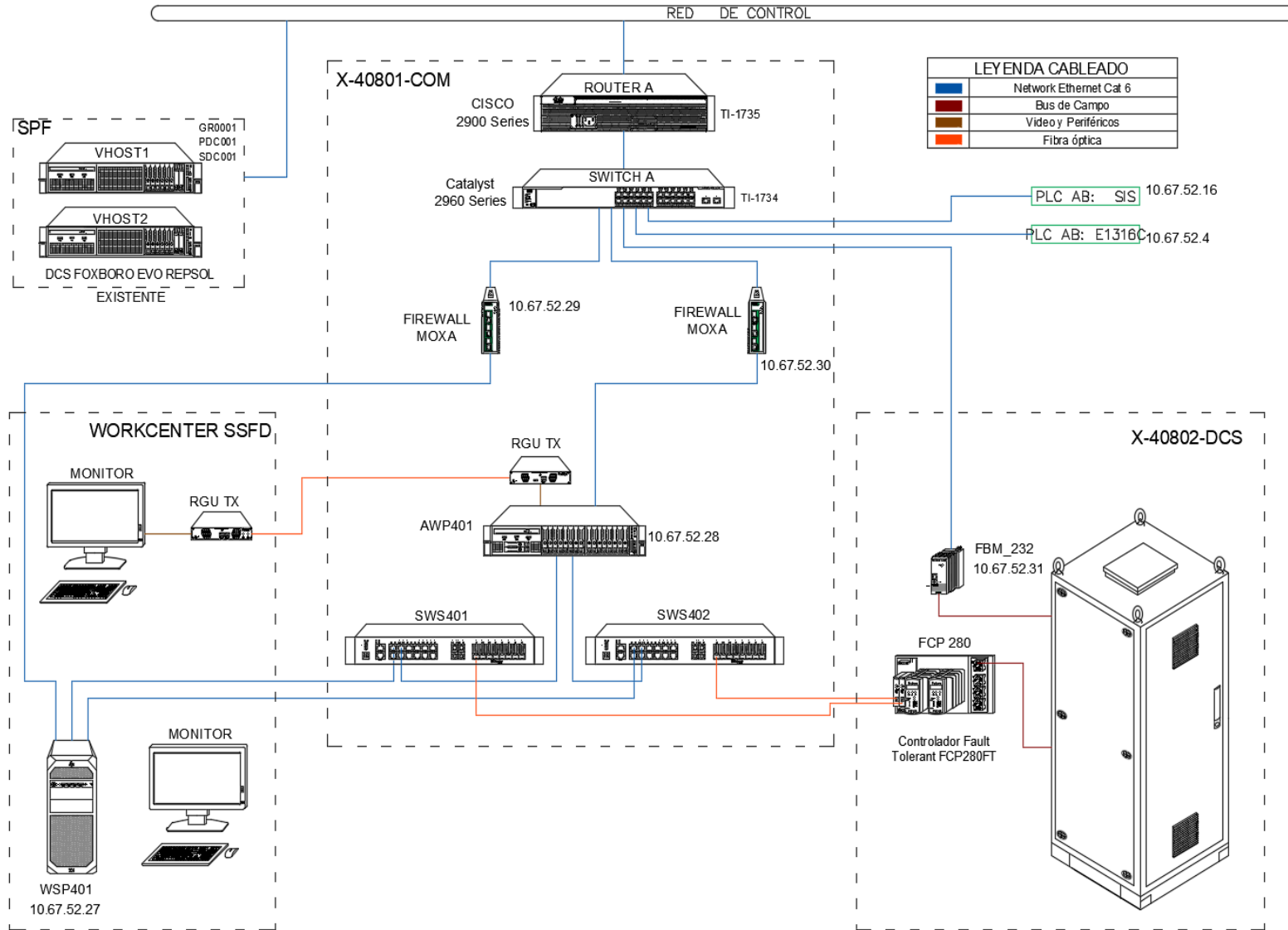


Lago Agrio

Quito



Arquitectura de Red Estación SSFD



Estación SPF
(Servidores de Virtualización)

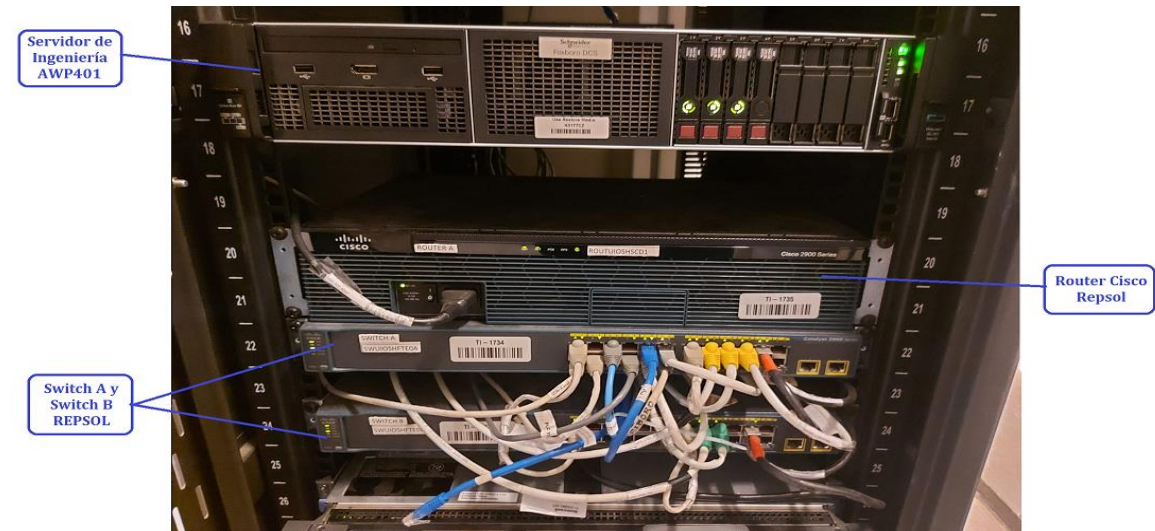
Control Room Estación SSFD
(Workcenter)

Control Cabinet Estación SSFD
(Gabinete X-40801-COM)

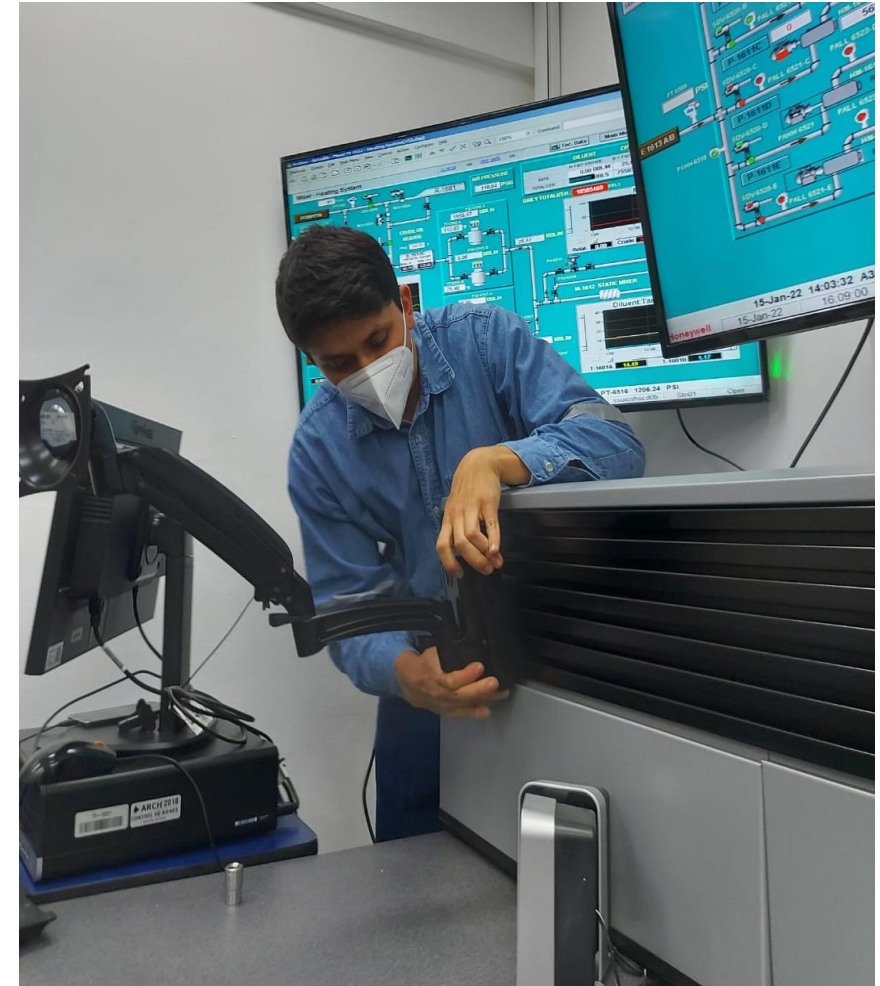
Control Cabinet Estación SSFD
(Gabinete X-40802-DCS)



Montaje Equipos



Montaje de Equipos

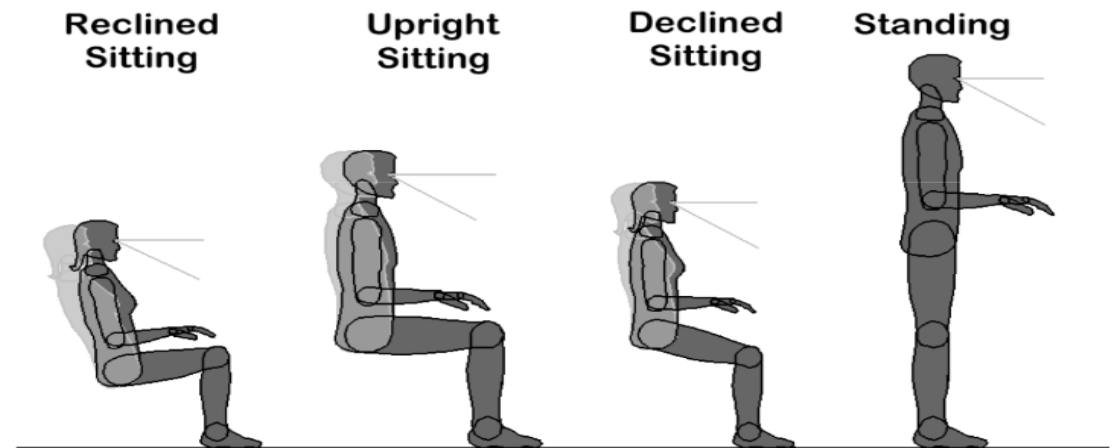


Control Room



La distribución de equipos dentro del Workcenter de la estación SSFD se realizó siguiendo las recomendaciones establecidas por la norma ISO 11064 sobre el Diseño ergonómico de centros de control

Reference Postures



Configuración Firewall

Configuración de red

Serial NO.	TBAFB1162435	Firmware	V5.6 build 20092212.
WAN2 MAC	00-90-e8-99-95-ca	LAN MAC	00-90-e8-99-95-ca
WAN2 IP	0.0.0.0	LAN IP	192.168.127.254

Mode Configuration

Network Mode

Router Mode (Router, Firewall, VPN, NAT)

Bridge Mode (Bridge Mode Firewall)

Address Information for Bridge Mode

IP Address Subnet Mask Gateway

Políticas de acceso

Layer 3 Policy

Global Setting

Firewall Event Log

Malformed Packets Severity Flash Syslog SNMP Trap

Policy Setting

Name

Enable

Severity Flash Syslog SNMP Trap

Interface From To

Automation Profile

Filter Mode

Action

Source IP

Source IP-MAC Binding

Source Port

Destination IP

Destination Port



Integración Sistema Terceros (SIS y E1613C)

Sistema Tercero	Dirección IP	PLC
SIS	10.67.52.16	CompactLogix Logix5573
E1613C	10.67.52.4	CompactLogix Logix 5324ER
OCP	10.67.50.20	CompactLogix

El sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) y el sistema del calentador Eléctrico (E1613C) se encuentran dentro del segmento de red de la estación SSFD 10.67.52.XX, por lo que se integran mediante la interface FBM 232.

El sistema de Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) se encuentra en un segmento de red diferente de la estación SSFD, por lo que se integra mediante la Galaxia y la Foxboro Control Network.



Integración Sistema Terceros (SIS y E1613C)

El levantamiento de información de las señales se realiza en el software del DCS Experion Quick Builder.

La información obtenida de cada señal es:

- Tipo de Dato
- Dirección de etiqueta en el PLC Allen Bradley
- Descripción de la señal
- Rango de la señal (Señal análoga)
- Constantes de escalamiento (Señal análoga)
- Límites de alarmas de la señal
- Unidades de la señal

The screenshot shows the configuration window for a point in the DCS Experion Quick Builder. The window has tabs for Main, Display, Alarms, Control, History, Scripts, and User Defined. The main configuration area includes fields for Point ID (100-SDV-6209), Enterprise Model (100-SDV-6209), Item Name, Description (Estado Valvula SDV-6209), Parent Asset (A3), PV Source Address (PLC-SHUSHU I1:10), PV Scan Period (2), Number of States (4), and PV Algo (NONE). On the right side, there is a section for State Descriptors with fields for State 7, State 6, State 5, State 4, State 3 (TRAVEL), and State 2 (OPEN).

The screenshot shows the configuration window for alarms in the DCS Experion Quick Builder. The window has tabs for Main, Display, Alarms, Control, History, Scripts, and User Defined. The main configuration area includes a table for alarm settings and several checkboxes for external change alarms.

Enable	Priority	Sub Priority	External Change Alarms
<input type="checkbox"/> State 7 Alarm	Journal	0	<input type="checkbox"/> PV
<input type="checkbox"/> State 6 Alarm	Journal	0	<input type="checkbox"/> OP
<input type="checkbox"/> State 5 Alarm	Journal	0	<input type="checkbox"/> MD
<input type="checkbox"/> State 4 Alarm	Journal	0	
<input type="checkbox"/> TRAVEL Alarm	Urgent	0	
<input type="checkbox"/> OPEN Alarm	Urgent	0	
<input checked="" type="checkbox"/> CLOSE Alarm	Urgent	0	
<input type="checkbox"/> FAULT Alarm	Urgent	0	
Control Fail Alarm	Urgent	0	

Additional settings include Alarm Message Index (0), Ack Destination Address, and checkboxes for Fire Point (Alarms at highest priority), Re-alarm on state transition, and Disable Alarming.



Configuración FBM 232 y driver FDSI

En el driver FDSI se configura las especificaciones de red de la FBM 232, donde se encuentran los devices respectivos de cada controlador

Note : Fields with * mark are mandatory

FBM General Properties | FBM Advanced Properties

Ethernet

FBM Type

FBM 232 (Non-Redundant)

FBM Properties

DHCP Enabled

Main

IP Address: *

Subnet Mask: *

Default Gateway: *

Equipment Status

Name	CLXSIS	Type	DEV 232
Communications	Enabled	Alarm Enabled State	Enabled
Device State	On Scan	Warning Conditions Exist	No
Failed Acknowledged State	Not Acknowledged	DB Download State	Not Downloading
EEPROM Update State	Not Updating		

Equipment Information

Compound Name	CP2901_ECB	Block Name	CLXSIS
Hardware Type	232	Software Type	232
Bus ID	1	Manufacture Date	000000
Primary Status	0x0	FBM Diag Status 2	0x0
FBM Cmd Status	0x0	FBM Diag Status 3	0x0
FBM IOM Status	0x4	FBM Diag Status 4	0x0
File Revision	110	Port Number	1
Device Protocol	EtherNet/IP	Protocol Version	1.2
File ID		Manufacturer	AB
Model	Logix	Device Name	10.67.52.16
Device Address	10.67.52.16	Device Options	EIP/CLX
Master Address	0	Identification Number	0x0000

Device de la FBM 232 para el controlador del SIS

Equipment Status

Name	E1613C	Type	DEV 232
Communications	Enabled	Alarm Enabled State	Enabled
Device State	On Scan	Warning Conditions Exist	No
Failed Acknowledged State	Not Acknowledged	DB Download State	Not Downloading
EEPROM Update State	Not Updating		

Equipment Information

Compound Name	CP2901_ECB	Block Name	E1613C
Hardware Type	232	Software Type	232
Bus ID	0	Manufacture Date	000000
Primary Status	0x0	FBM Diag Status 2	0x0
FBM Cmd Status	0x0	FBM Diag Status 3	0x0
FBM IOM Status	0x4	FBM Diag Status 4	0x0
File Revision	110	Port Number	1
Device Protocol	EtherNet/IP	Protocol Version	1.2
File ID		Manufacturer	AB
Model	Logix	Device Name	10.67.52.4
Device Address	10.67.52.4	Device Options	EIP/CLX
Master Address	0	Identification Number	0x0000

Device de la FBM 232 para el controlador del E1613C

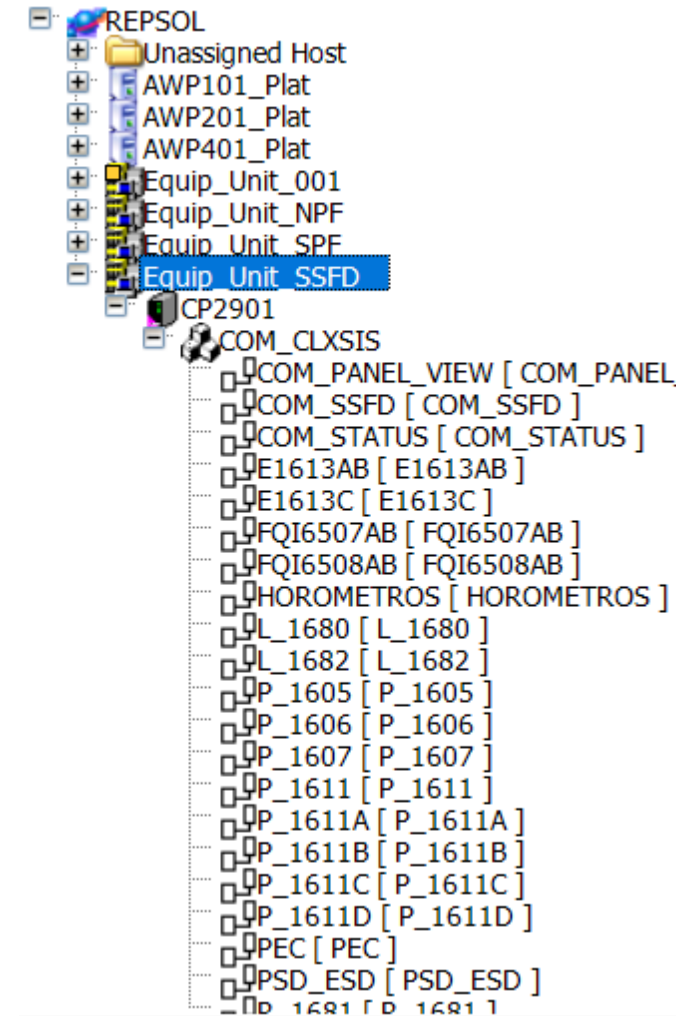
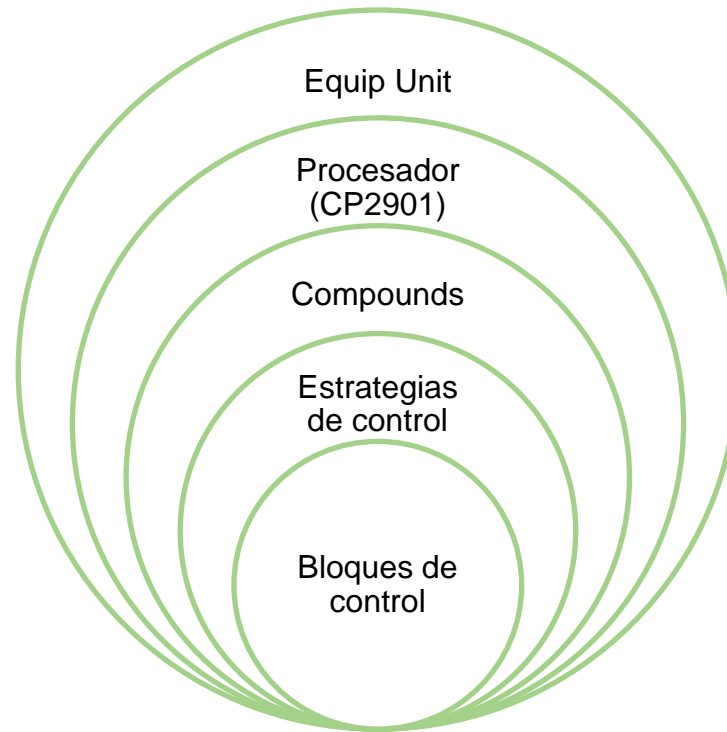


Integración Sistema Terceros (SIS y E1613C)

Las estrategias de control se crean y configuran dentro de la Galaxia REPSOL en el entorno de desarrollo Archsetra IDE versión 4.2

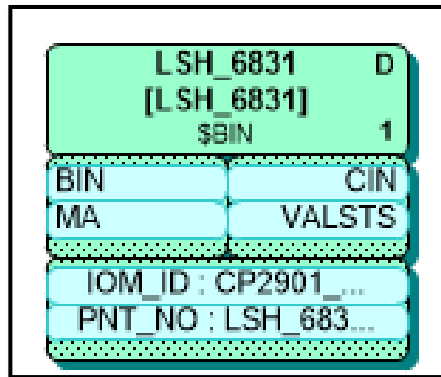


Jerarquía

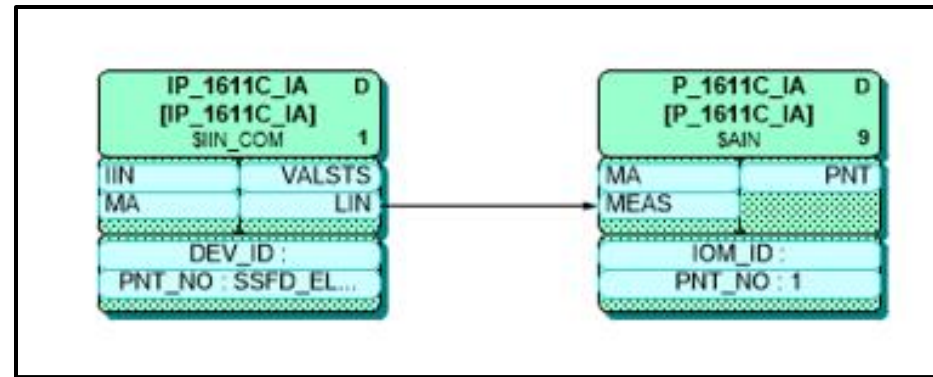


Integración Sistema Terceros (SIS y E1613C)

Discretas



Análogas



Direccionamiento Bloque

FBM Specifications

ECB Identifier: CP2901_ECB:CLXSIS

Point Number: LSHH_6831.DI

Update Period: 10000

Scripts Configuración Bloques de Control

```
<CreateBlock Template="$IIN_COM" Block="IE1613C_TE1A" Strategy="E1613C"/>
<UpdateBlockAttribute Strategy="E1613C" Block="IE1613C_TE1A" ParmName="PNT_NO" ParmValue="TE1A.Scaled_Value"/>
<UpdateBlockAttribute Strategy="E1613C" Block="IE1613C_TE1A" ParmName="IOM_ID" ParmValue="CP2901_ECB:E1613C"/>

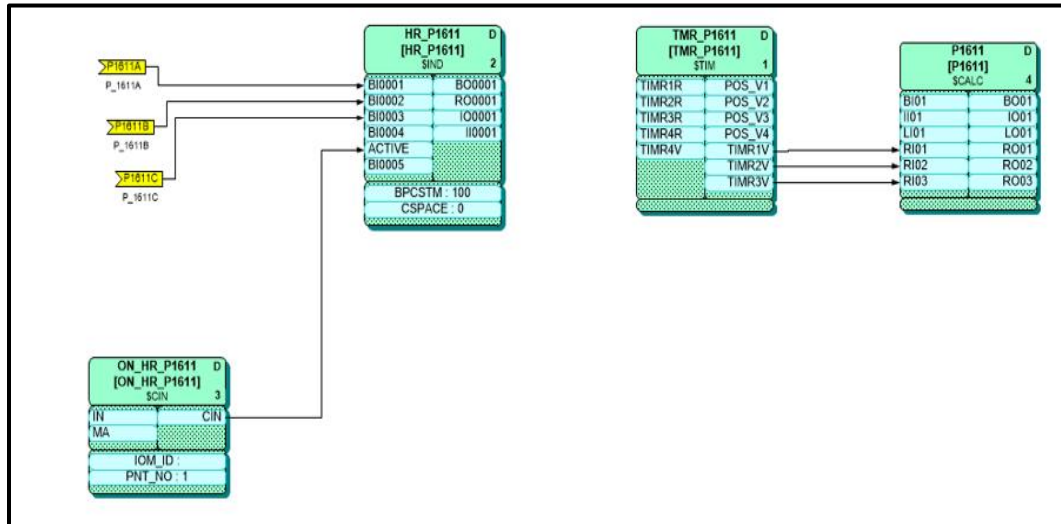
<CreateBlock Template="$AIN" Block="E1613C_TE1A" Strategy="E1613C"/>
<CreateBlockAddressCxn Strategy="E1613C" Sink="E1613C_TE1A" SinkParm="MEAS" SinkValue="IE1613C_TE1A.LIN"/>

<UpdateBlockAttribute Strategy="E1613C" Block="E1613C_TE1A" ParmName="DESCRP" ParmValue="TERMOPAR UNO CALENTADOR E-1613C"/>
<UpdateBlockAttribute Strategy="E1613C" Block="E1613C_TE1A" ParmName="IOMOPT" ParmValue="2"/>
<UpdateBlockAttribute Strategy="E1613C" Block="E1613C_TE1A" ParmName="LSC01" ParmValue="0"/>
<UpdateBlockAttribute Strategy="E1613C" Block="E1613C_TE1A" ParmName="HSC01" ParmValue="500"/>
<UpdateBlockAttribute Strategy="E1613C" Block="E1613C_TE1A" ParmName="E01" ParmValue="F"/>
```

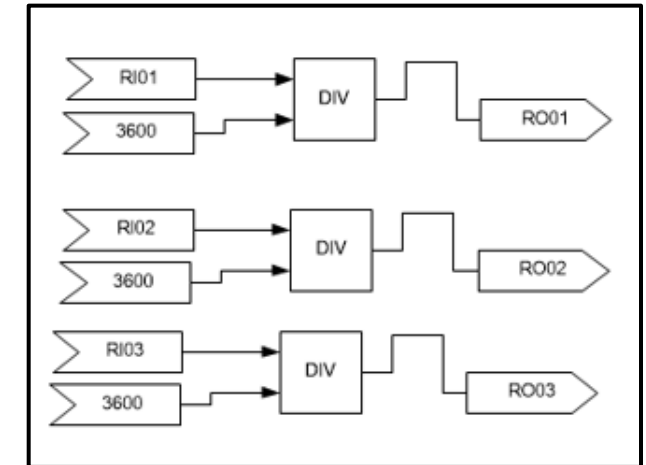
Integración Sistema Terceros (SIS y E1613C)

Horómetros

En la estación SSFD se utilizan 3 horómetros creados en el DCS y representados en el sistema HMI para contabilizar el número de horas de funcionamiento de las bombas P-1611A/B/C.

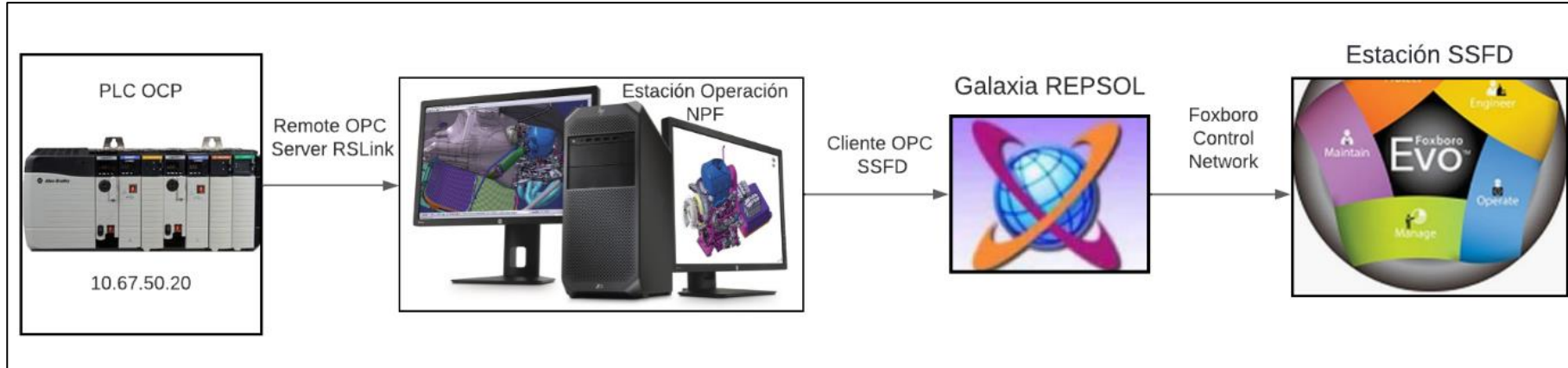


```
STATEMENTS {*****  
                specify the statements here  
                *****}  
<<INICIO>>  
IF STATUS_P1 = TRUE THEN  
    START_TIMER (:COM_CLXSIS:TMR_P1611.TIMR1)  
ELSE  
    STOP_TIMER (:COM_CLXSIS:TMR_P1611.TIMR1)  
ENDIF;  
IF STATUS_P2 = TRUE THEN  
    START_TIMER (:COM_CLXSIS:TMR_P1611.TIMR2)  
ELSE  
    STOP_TIMER (:COM_CLXSIS:TMR_P1611.TIMR2)  
ENDIF;  
IF STATUS_P3 = TRUE THEN  
    START_TIMER (:COM_CLXSIS:TMR_P1611.TIMR3)  
ELSE  
    STOP_TIMER (:COM_CLXSIS:TMR_P1611.TIMR3)  
ENDIF;  
GOTO INICIO  
ENDSEQUENCE
```

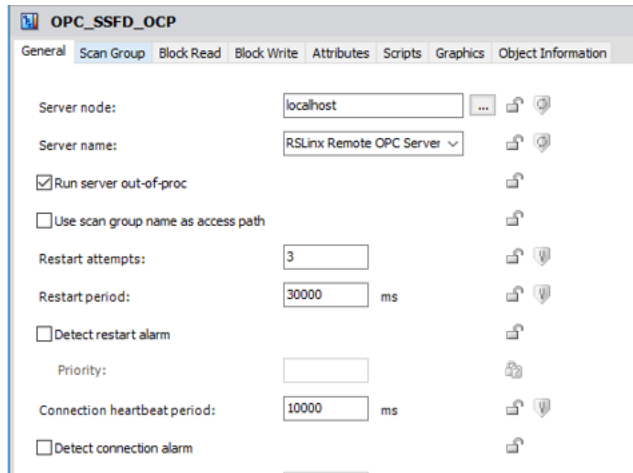


Integración Sistema Tercero OCP

Arquitectura



Configuración Cliente OPC



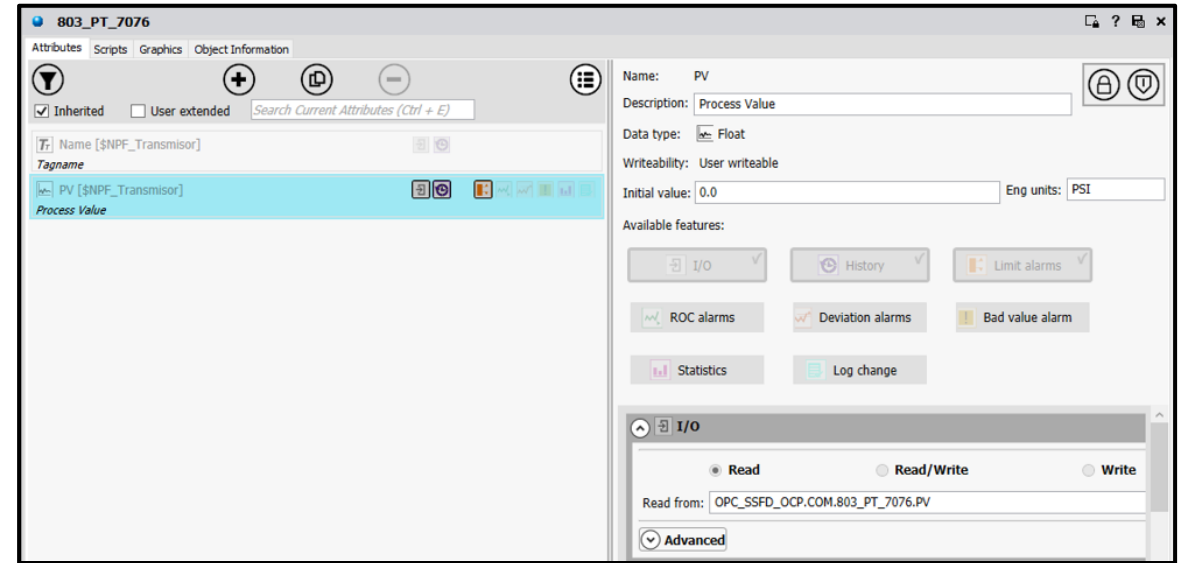
Señales Sistema OCP cliente OPC

Attribute	Item Reference
803_OCP_VISCOSITY.PV	[LAGO_SIS]F8:0
803_OCP_BSW.PV	[LAGO_SIS]F8:36
803_OCP_DENSITY_A.PV	[LAGO_SIS]F8:37
803_OCP_DENSITY_B.PV	[LAGO_SIS]F8:38
803_OCP_DENSITY_C.PV	[LAGO_SIS]F8:39
803_OCP_DENSITY_D.PV	[LAGO_SIS]F8:40
803_OCP_FLOW_RATE_A.PV	[LAGO_SIS]F8:19
803_OCP_FLOW_RATE_B.PV	[LAGO_SIS]F8:20
803_OCP_FLOW_RATE_C.PV	[LAGO_SIS]F8:21
803_OCP_FLOW_RATE_D.PV	[LAGO_SIS]F8:22
803_OCP_GROSS_TOTAL.PV	[LAGO_SIS]F8:5
803_OCP_GROSS_VOL_A.PV	[LAGO_SIS]F8:1
803_OCP_GROSS_VOL_B.PV	[LAGO_SIS]F8:2
803_OCP_GROSS_VOL_C.PV	[LAGO_SIS]F8:3
803_OCP_GROSS_VOL_D.PV	[LAGO_SIS]F8:4
803_OCP_GSTD_TOTAL.PV	[LAGO_SIS]F8:11
803_OCP_GSTD_VOL_A.PV	[LAGO_SIS]F8:7
803_OCP_GSTD_VOL_B.PV	[LAGO_SIS]F8:8
803_OCP_GSTD_VOL_C.PV	[LAGO_SIS]F8:9

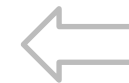


Integración Sistema Tercero OCP

Para la integración al DCS Foxboro Evo de las señales del sistema OPC, se utilizan instancias que apunten al atributo de la señal respectiva del cliente OPC, cada instancia representa una señal en la Galaxia



Attribute Name	Value	Timestamp	Quality	Status	Security...	Category	Locked	Type
AlarmCntsBySeverity	0,0,0,0	1/25/2022 5:06:...	C0:Good	Ok	ReadOnly	Calcula...	UnLoc...	Integer
AlarmCntsBySeverityEnableShe...	0,0,0,0	1/25/2022 5:06:...	C0:Good	Ok	ReadOnly	Calcula...	UnLoc...	Integer
AlarmInhibit	false		C0:Good	Ok	FreeAccess	Writea...	UnLoc...	Boolean
AlarmMode	Enable		C0:Good	Ok	ReadOnly	Calcula...	UnLoc...	CustomEnum
AlarmModeCmd	Enable		C0:Good	Ok	FreeAccess	Writea...	UnLoc...	CustomEnum
AlarmMostUrgentAcked	true	1/25/2022 5:06:...	C0:Good	Ok	ReadOnly	Calcula...	UnLoc...	Boolean
AlarmMostUrgentInAlarm	false	1/25/2022 5:06:...	C0:Good	Ok	ReadOnly	Calcula...	UnLoc...	Boolean
AlarmMostUrgentMode	Enable	1/25/2022 5:06:...	C0:Good	Ok	ReadOnly	Calcula...	UnLoc...	CustomEnum
AlarmMostUrgentSeverity	0	1/25/2022 5:06:...	C0:Good	Ok	ReadOnly	Calcula...	UnLoc...	Integer
AlarmMostUrgentShelved	false	1/25/2022 5:06:...	C0:Good	Ok	ReadOnly	Calcula...	UnLoc...	Boolean
Area	OPC_Lago_Agr...		C0:Good	Ok	ReadOnly	System...	UnLoc...	ReferenceType
ConfigVersion	2		C0:Good	Ok	ReadOnly	Writea...	UnLoc...	Integer
ContainedName			C0:Good	Ok	ReadOnly	System...	UnLoc...	String
Container			C0:Good	Ok	ReadOnly	System...	UnLoc...	ReferenceType
ExecutionRelatedObject			C0:Good	Ok	ReadOnly	Writea...	UnLoc...	ReferenceType
ExecutionRelativeOrder	None		C0:Good	Ok	ReadOnly	Writea...	UnLoc...	CustomEnum
HierarchicalName	803_MOV_7073		C0:Good	Ok	ReadOnly	System...	UnLoc...	String
Host	OPC_Lago_Agr...		C0:Good	Ok	ReadOnly	System...	UnLoc...	ReferenceType
InAlarm	false		C0:Good	Ok	ReadOnly	Calcula...	UnLoc...	Boolean
PV	false	1/25/2022 5:06:...	C0:Good	Ok	Operate	Writea...	UnLoc...	Boolean
PV.Description	Enter attribute ...	1/25/2022 5:06:...	C0:Good	Ok	Operate	Writea...	UnLoc...	String
PV.EnableSwingingDoor	false		C0:Good	Ok	Operate	Writea...	UnLoc...	Boolean

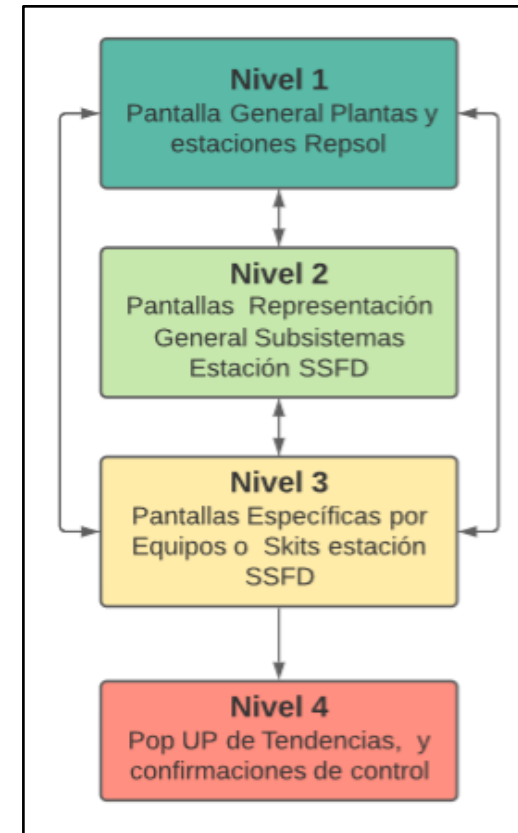


Quick client Object Viwer
OPC_Lago_Agrio



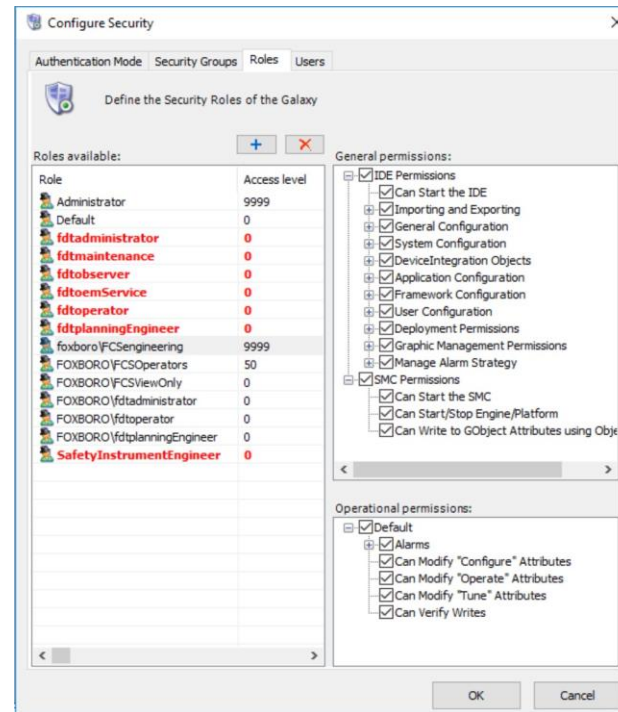
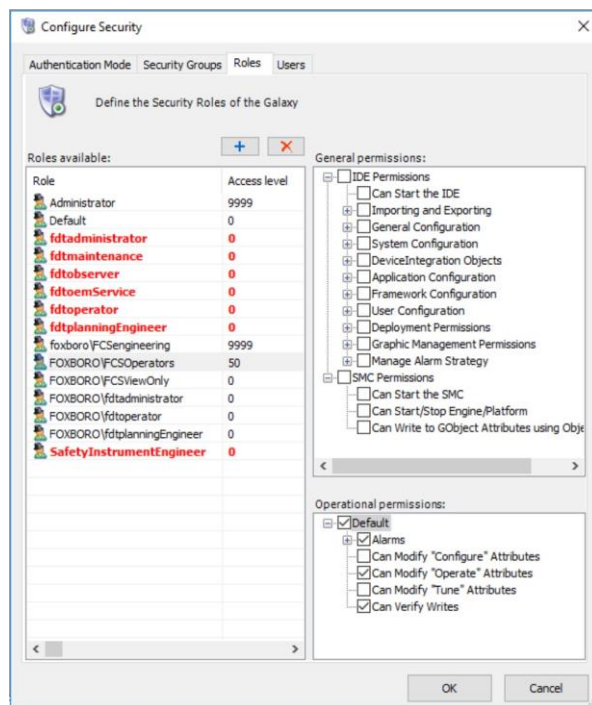
Estándar ANSI/ISA-101.01

- Sistema a prueba de errores
- Ingeniería de factores humanos y ergonomía (Situational Awareness)
- Guía de estilo
- Kit de herramientas
 - ISA 5.1
- Usuarios
 - Ingeniería
 - Operación
 - Supervisión
- Tipo de Pantalla
- Performance

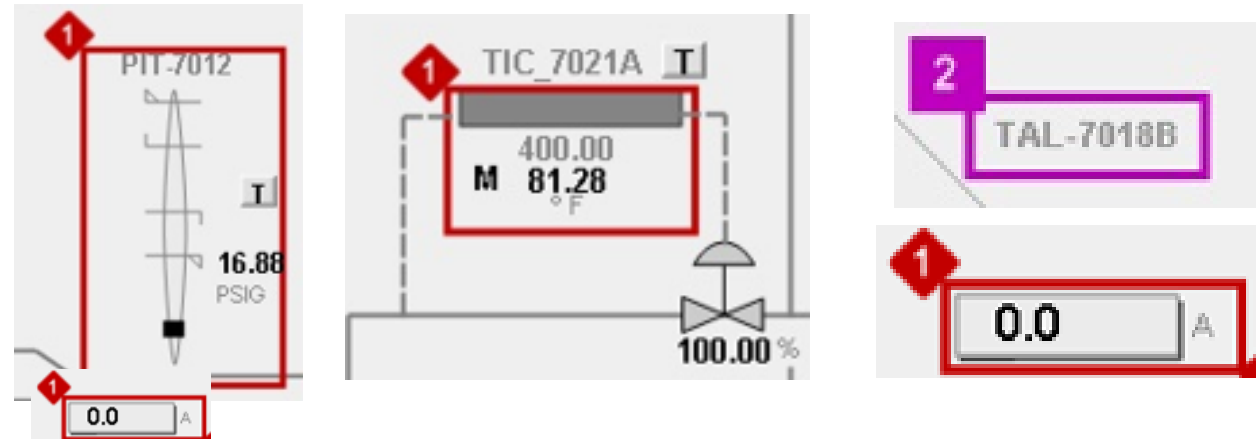


El sistema HMI se configura para que los usuario tome de acuerdo al sistema Operativo utilizando los usuarios dentro del controlador de dominio. Dentro del servicio de Windows Server Active Directory se crean los usuarios de Windows.

En la sección de Seguridad de la Galaxia se configuran los Roles y permisos de los usuarios para definir el nivel de acceso



Las alarmas se muestran en el HMI a través de Alarm Borders mediante sus librerías, adicional en el banner de alarmas se aprecian siguiendo la guía de estilos.



Alarms and Events Configuration

Alarms:

Severity	Description	Shelve	Historize	From Priority Range	To Priority Range	Image
1	Critical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	250	
2	High	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	251	500	
3	Medium	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	501	750	
4	Low	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	751	999	

Direccionamiento de señales

```
{Variables}
{Esta Variable PlatformLocation define la locacion de la plataforma en la que va a correr el ArchestrASymbol}
dim Platform_Location as string;
{Esta Variable IADTEQ sera el prefijo para armar la ruta del dato}
dim IADTEQ as string;

{Se define la locacion de la plataforma en la que va a correr el ArchestrASymbol}
{se toma el nombre del IADI local de la maquina mediante el IADAS}
{Para llamar al IADI local usamos IADAS.Tagname}
if StringMid(IADAS.Tagname,4,1) == "1" then
Platform_Location = "NPF";
endif;
if StringMid(IADAS.Tagname,4,1) == "2" then
Platform_Location = "SFF";
endif;
if StringMid(IADAS.Tagname,1,3) == "RDS" then
Platform_Location = "RDS";
endif;
if (StringMid(IADAS.Tagname,4,1) == "4" and StringMid(IADAS.Tagname,6,1) == "1") then
Platform_Location = "SSFD";
endif;

{Se define el prefijo del dato}
if CBP_Location == Platform_Location then {Si el dato corresponde a la misma locacion de la maquina, usa IADAS}
IADTEQ = "IADAS";
elseif CBP_Location == "NPF" then
IADTEQ = "AWP101_IADI";
elseif CBP_Location == "SFF" then
IADTEQ = "AWP201_IADI";
elseif CBP_Location == "SSFD" then
IADTEQ = "AWP401_IADI";
endif;

SetCustomPropertyValue("STATUS", IADTEQ + "." + Compound_TEQ + "." + Block_TEQ + "." + T_CIN_STATUS, false);

{PARAMETROS ALARM BORDER}
SetCustomPropertyValue("AlrmCB1CRIT", IADTEQ + "." + CompoundAB_TEQ + "." + BlockAB_TEQ + ".CRIT", false);
SetCustomPropertyValue("AlrmCB1INHOPT", IADTEQ + "." + CompoundAB_TEQ + "." + BlockAB_TEQ + ".INHOPT", false);
SetCustomPropertyValue("AlrmCB1INHSTA", IADTEQ + "." + CompoundAB_TEQ + "." + BlockAB_TEQ + ".INHSTA#HB", false);
SetCustomPropertyValue("AlrmCB1PRTYPE", IADTEQ + "." + CompoundAB_TEQ + "." + BlockAB_TEQ + ".PRTYPE", false);
SetCustomPropertyValue("AlrmCB1UNACK", IADTEQ + "." + CompoundAB_TEQ + "." + BlockAB_TEQ + ".UNACK", false);
```

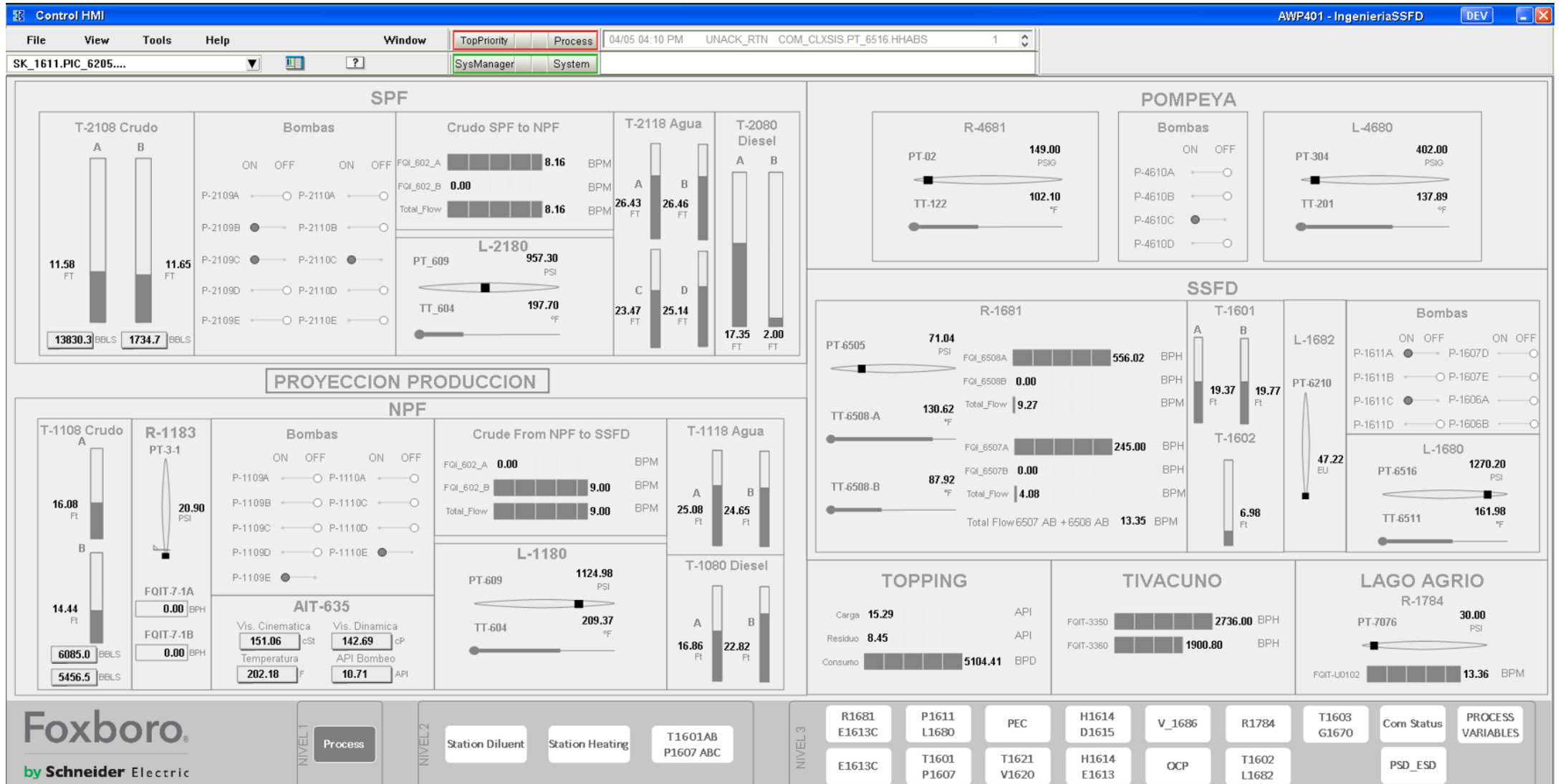
Server.Compound.Bloque.Parametro

En Archestra IDE en todas las librerías de objetos animados se crea una variable tipo String por cada sección de la dirección de la señal: Compound, Bloque de control y parámetro del bloque.

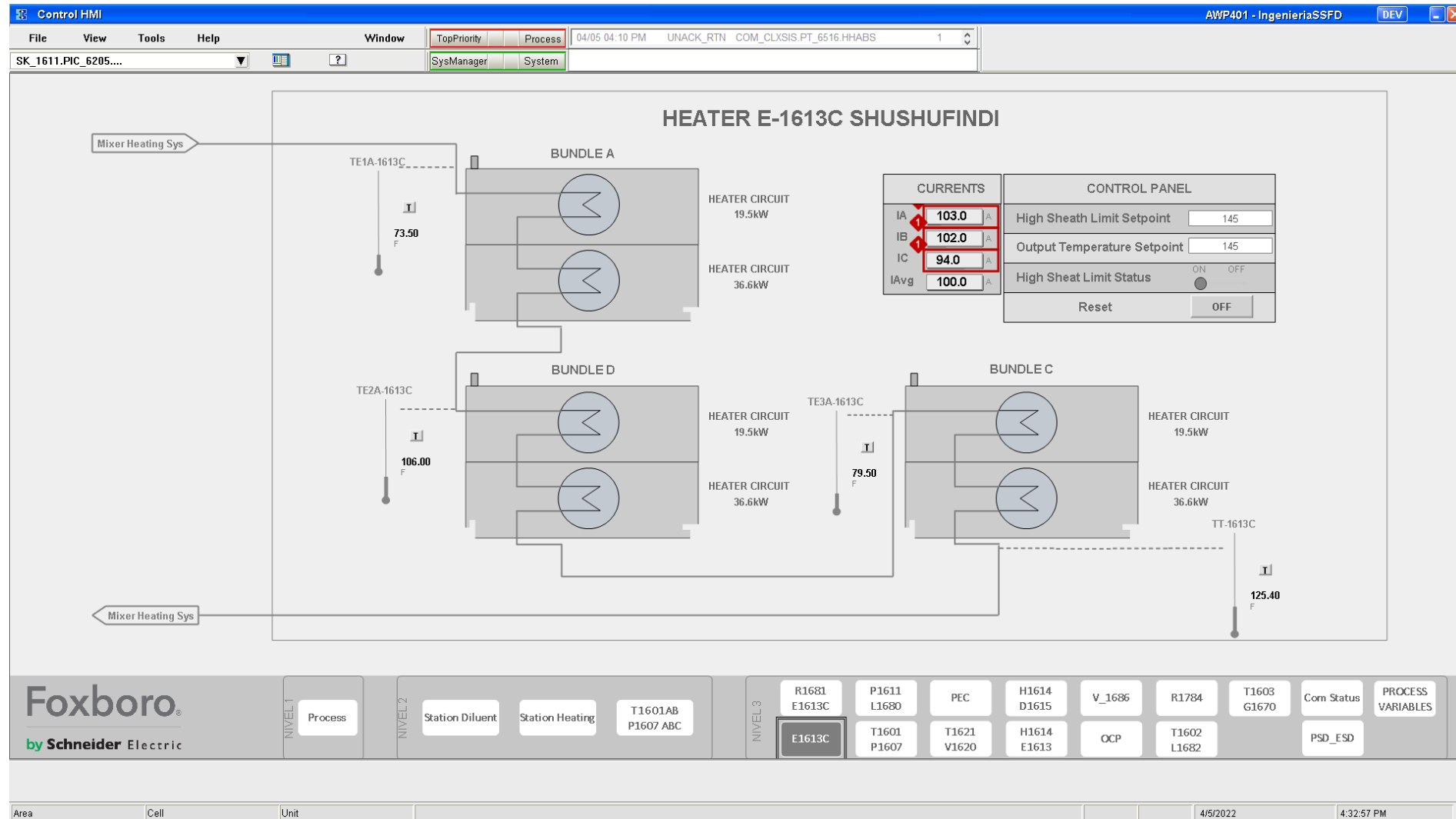
Block TEQ	LT_1603
CBP Location	SSFD
Compound TEQ	COM_CLXSYS
R IN TEQ	PNT



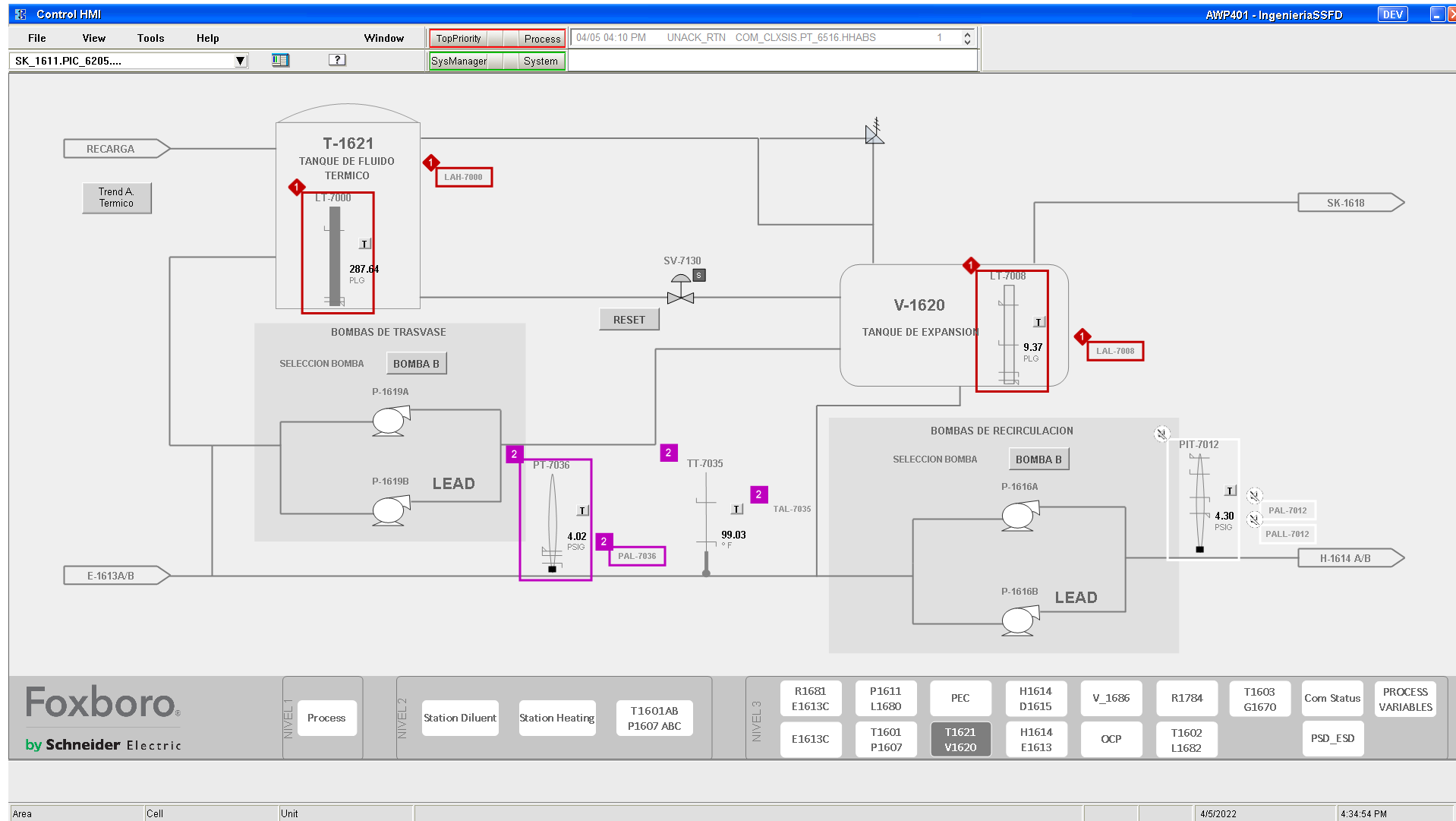
Pantalla Nivel 1



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

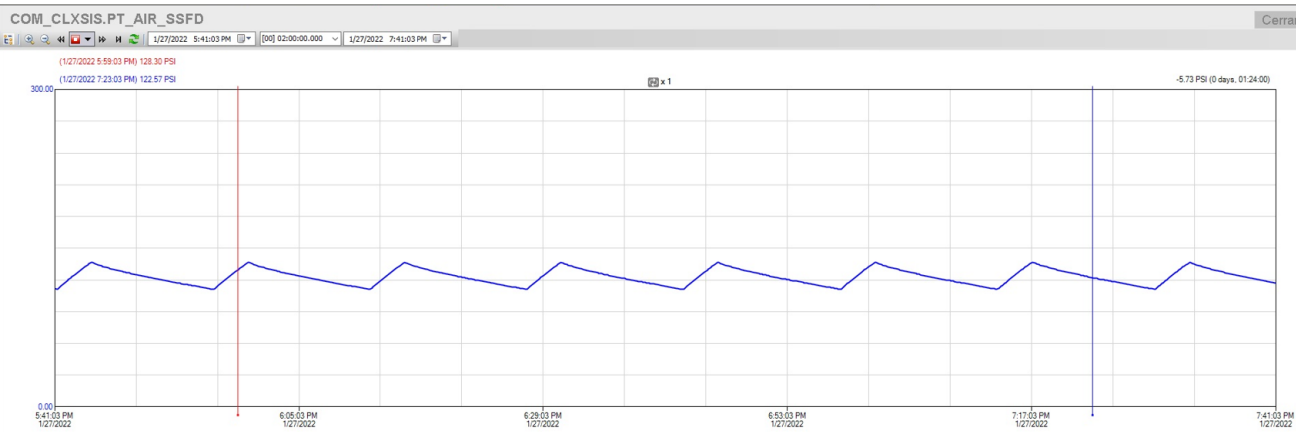


T1621 V1620

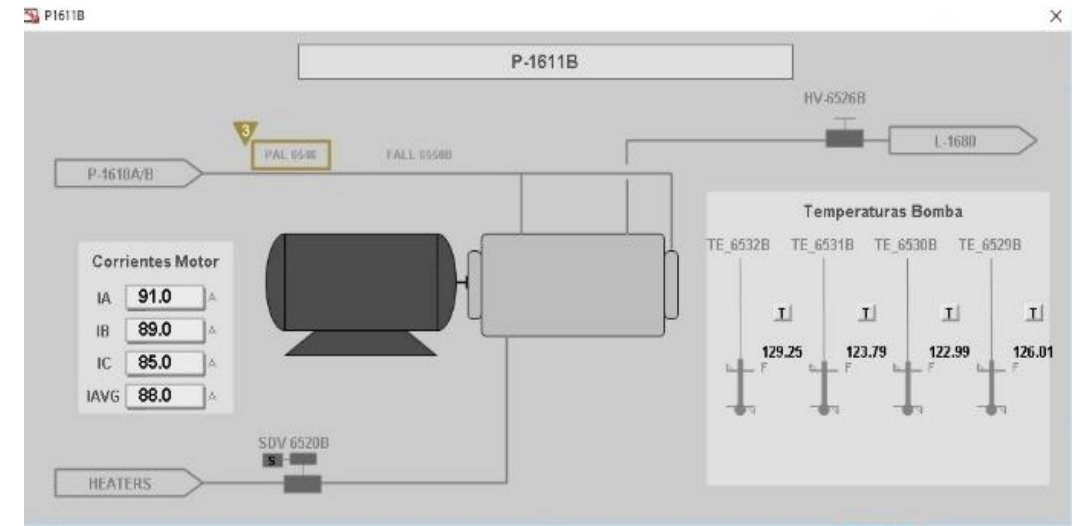


Pantallas Nivel 4

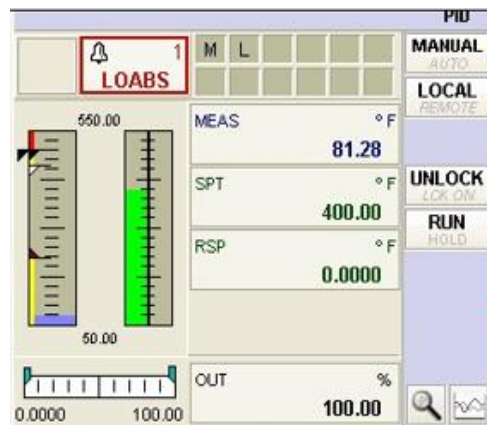
Tendencias



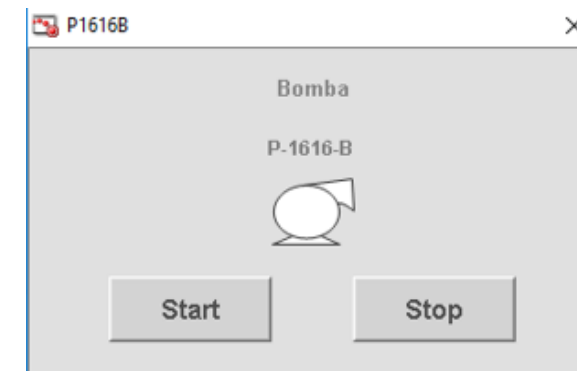
Detalle Bombas P1611



Parámetros Lazos de control



Control Bombas Aceite Térmico



Banner de Alarmas

Control HMI | AWP401 - IngenieríaSSFD | DEV

File View Tools Help | Window | TopPriority | Process | 04/05 04:10 PM | UNACK_RTN | COM_CLXSIS_PT_6516.HHABS | 1

SK_1611.PIC_6205.SPT... | SysManager | System

Alarm Panel - Process

Trend Flujos | Trends OCP

WAP401:04ASeries\System | 1 | 999

Time	State	Name	Description	Alarm Com...	Group	Pri	Value	Limit	Type
04/05/22 04:10:56.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS_PT_6516.HHABS	PRESION ...	HI HI ALAR...	WAP401	1	1,296.85	1,300.00	HHABS
04/05/22 03:05:57.700 PM	UNACK_RTN	E_1613AB_PT_7029.HIABS	HIGH ALAR...	WAP401	2	89.94	90.00	90.00	HIABS
04/05/22 12:11:04.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS_P_1611A_IC.HHABS	P- 1611A C...	HI HI ALAR...	WAP401	1	99.00	116.00	HHABS
04/05/22 12:11:04.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS_P_1611A_IC.HIABS	P- 1611A C...	HIGH ALAR...	WAP401	3	99.00	114.00	HIABS
04/05/22 12:11:04.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS_P_1611A_IB.LLABS	P- 1611A C...	LO LO ALA...	WAP401	1	101.00	70.00	LLABS
04/05/22 12:11:04.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS_P_1611A_IB.LOABS	P- 1611A C...	LOW ALAR...	WAP401	3	101.00	75.00	LOABS
04/05/22 12:11:04.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS_P_1611A_IAVG.HHABS	P- 1611A C...	HI HI ALAR...	WAP401	1	101.00	116.00	HHABS
04/05/22 12:11:04.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS_P_1611A_IAVG.HIABS	P- 1611A C...	HIGH ALAR...	WAP401	3	101.00	114.00	HIABS
04/05/22 12:07:25.100 PM	UNACK	COM_CLXSIS_P_1605A_XS.STATE.0	XS 6113A P...	P_1605A_X...	WAP401	3	0	0	STATE
04/05/22 12:07:18.100 PM	UNACK	COM_CLXSIS.PSL_6546.STATE.0	PSL 6546 ...	PSL_6546 ...	WAP401	3	0	0	STATE
04/05/22 12:02:15.600 PM	UNACK	COM_CLXSIS.E1613C_IC.HHABS	E-4613C ...	HI HI ALAR...	WAP401	1	94.00	90.00	HHABS
04/05/22 12:02:11.600 PM	UNACK	COM_CLXSIS.E1613C_IC.HIABS	E-4613C ...	HIGH ALAR...	WAP401	3	90.00	80.00	HIABS
04/05/22 12:02:11.600 PM	UNACK	COM_CLXSIS.E1613C_IB.HHABS	E-4613C ...	HI HI ALARM CURRENT E1613C_IB.0	WAP401	1	90.00	90.00	HHABS
04/05/22 12:02:11.600 PM	UNACK	COM_CLXSIS.E1613C_IA.HHABS	E-4613C ...	HI HI ALAR...	WAP401	1	98.00	90.00	HHABS
04/05/22 12:02:06.600 PM	UNACK	COM_CLXSIS.E1613C_IB.HIABS	E-4613C ...	HIGH ALAR...	WAP401	3	84.00	80.00	HIABS
04/05/22 12:02:06.600 PM	UNACK	COM_CLXSIS.E1613C_IA.HIABS	E-4613C ...	HIGH ALAR...	WAP401	3	84.00	80.00	HIABS
04/05/22 12:01:52.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.E1613C_IC.LOABS	E-4613C ...	LOW ALAR...	WAP401	3	38.00	30.00	LOABS
04/05/22 12:01:52.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.E1613C_IB.LOABS	E-4613C ...	LOW ALAR...	WAP401	3	41.00	30.00	LOABS
04/05/22 12:01:52.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.E1613C_IAVG.LOABS	E-1613C C...	LOW ALAR...	WAP401	3	41.00	30.00	LOABS
04/05/22 12:01:47.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.E1613C_IC.LLABS	E-4613C ...	LO LO ALA...	WAP401	1	23.00	10.00	LLABS
04/05/22 12:01:47.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.E1613C_IB.LLABS	E-4613C ...	LO LO ALA...	WAP401	1	26.00	10.00	LLABS
04/05/22 12:01:47.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.E1613C_IAVG.LLABS	E-1613C C...	LO LO ALA...	WAP401	1	26.00	10.00	LLABS
04/05/22 12:01:47.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.E1613C_IA.LOABS	E-4613C ...	LOW ALAR...	WAP401	3	28.00	20.00	LOABS
04/05/22 12:01:42.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.E1613C_IA.LLABS	E-4613C ...	LO LO ALA...	WAP401	1	15.00	10.00	LLABS
04/05/22 12:00:59.600 PM	UNACK_RTN	E_1613AB_PT_7029.LOABS	LOW ALAR...	WAP401	2	50.32	50.00	50.00	LOABS
04/05/22 12:00:58.100 PM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.PSL_6571.STATE.0	PSL 6571 ...	WAP401	1	0	0	0	STATE
04/05/22 12:00:43.600 PM	UNACK_RTN	E_1613AB_PT_7029.LLABS	LO LO ALA...	WAP401	1	40.08	40.00	40.00	LLABS
04/05/22 11:59:44.100 AM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS_P_1611C_IC.HHABS	P- 1611C C...	HI HI ALAR...	WAP401	1	103.00	116.00	HHABS
04/05/22 11:59:44.100 AM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS_P_1611C_IC.HIABS	P- 1611C C...	HIGH ALAR...	WAP401	3	103.00	114.00	HIABS
04/05/22 11:59:38.100 AM	UNACK_RTN	COM_CLXSIS.FSLL_6550A.STATE.0	ACTIVE IN ...	WAP401	1	0	0	0	STATE

Displaying 1 to 30 of 30 alarms. | Process | 100 % Complete

T1603 G1670 | Com Status | PROCESS VARIABLES | PSD_ESD

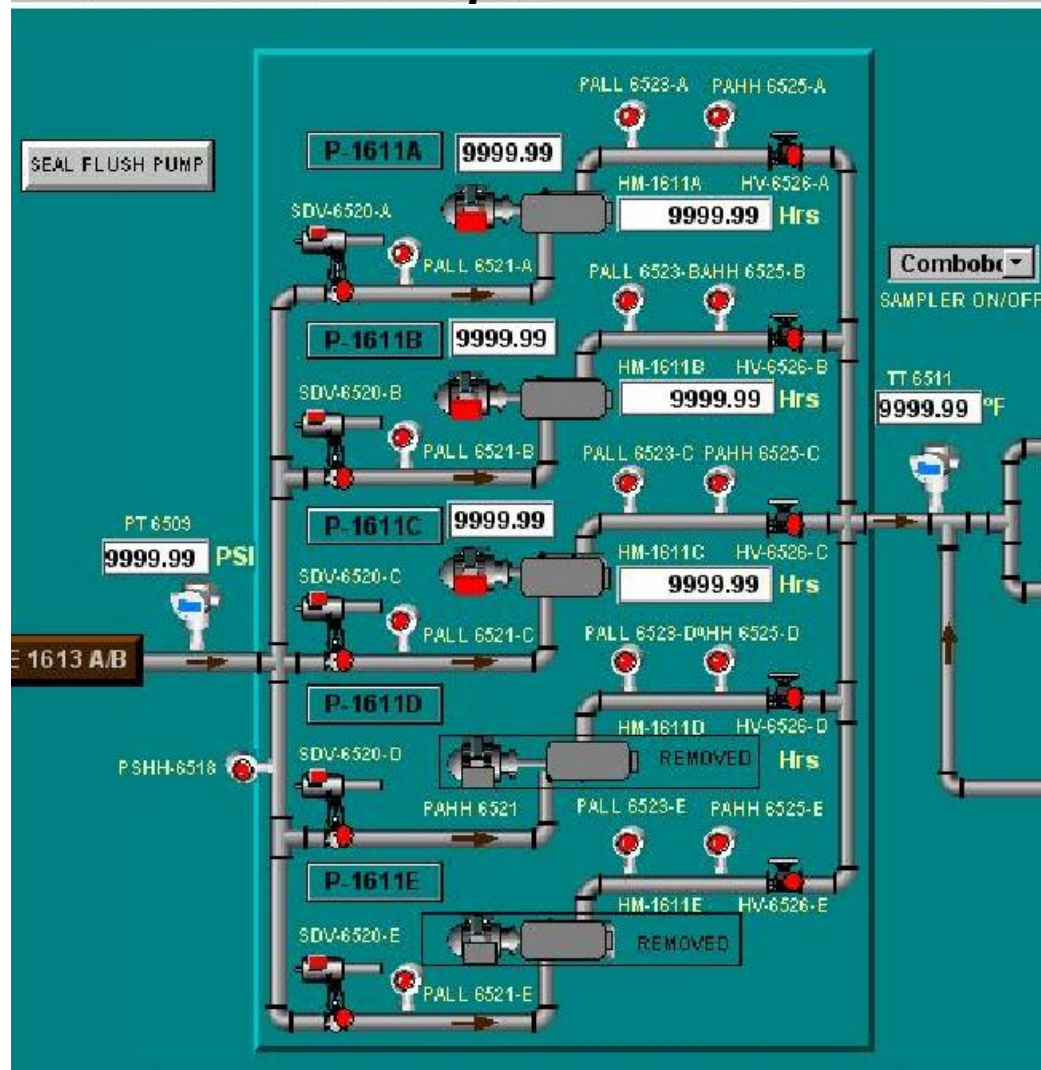
Area | Cell | Unit | 4/5/2022 | 7:21:09 PM

Foxboro by Schneider Electric

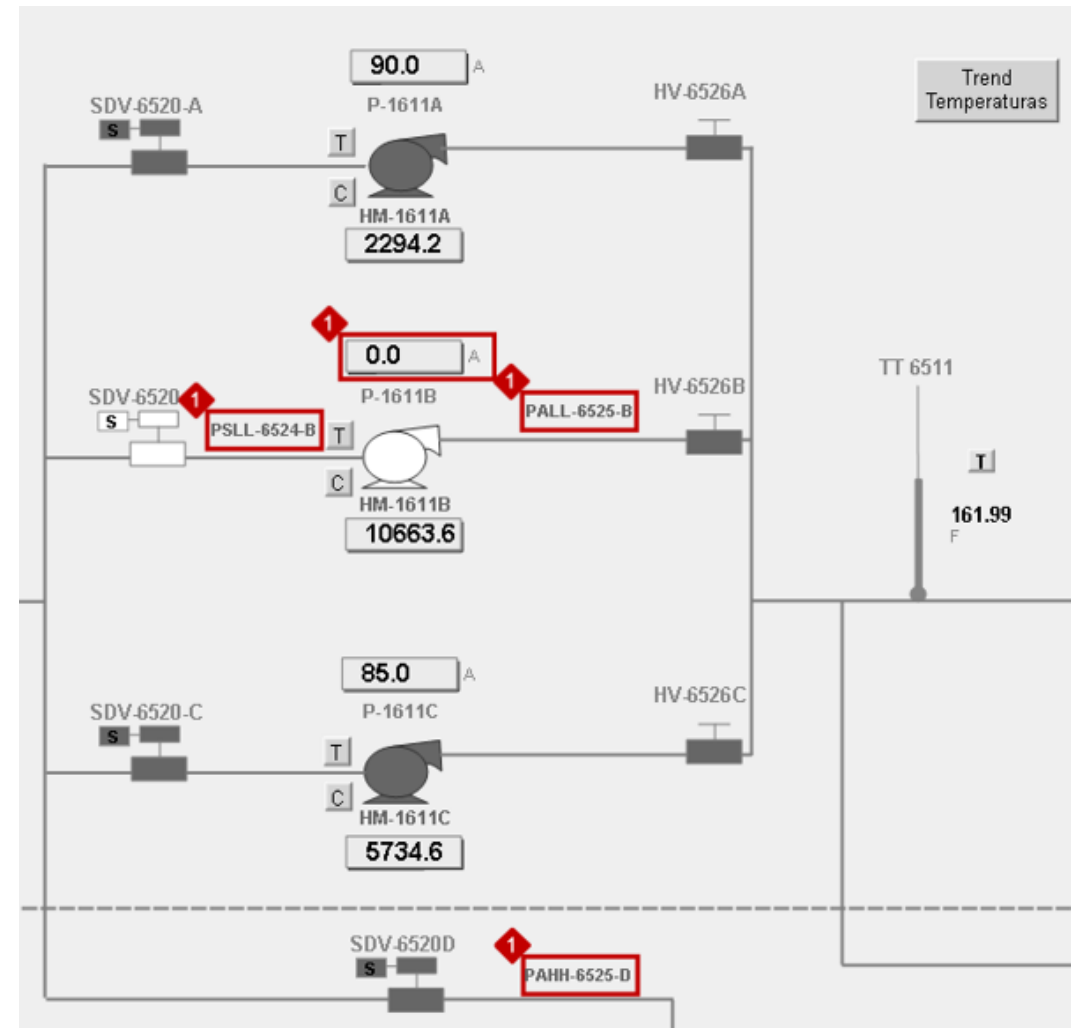


Comparación Pantallas

DCS Experio PKS



DCS Foxboro Evo



Comparación Pantallas

DCS Experio PKS

DCS Foxboro Evo

DCS Experio PKS Interface Details:

- Process Flow:** Shows a complex piping system with components like R-1681, E-1613C CRUDE OIL HEATER, M-1612 STATIC MIXER, and various pumps (FQI-6508-A/B, FQI-6507-A/B).
- Data Tables:**

DILUENT		CRUDE OIL	
A=FQIT 6507A/B	B = FQIT 6508A/B	A + B	
9999.99 BBL/M	9999.99 BBL/M	9999.99 BBL	
TOTALIZER		9999.99 BBL	9999.99 BBL
- Trends:** Includes 'Pressure R-1681' and 'Diluent Tanks Level' graphs.
- Controls:** Features 'Combobox' for sampler control and various valve indicators.

DCS Foxboro Evo Interface Details:

- Process Flow:** Shows a similar piping system to the Experio PKS interface, including R-1681, E-1613C CRUDE OIL HEATER, and M-1612 STATIC MIXER.
- Data Tables:**

DILUENT		CRUDE OIL	
A=FOIT 6507 A/B	B=FOIT 6508 A/B	A + B	
4.1 BBL/M	9.3 BBL/M	13.4 BBL/M	
TOTALIZER		410622.2 BEL	644686.4 BEL
- Trends:** Includes 'Relation' and 'Trend Temperatures' graphs.
- Controls:** Features 'TRENDO FOIT 6506-6507' and various valve indicators.



ESPE
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
 CAMINO A LA EXCELENCIA

Pruebas y Resultados

Protocolos de Pruebas

Las pruebas FAT Y SAT sirven para la verificación del estado y funcionamiento de los equipos antes de la implementación y después del montaje en la estación, se realizan las siguientes pruebas a los equipos.

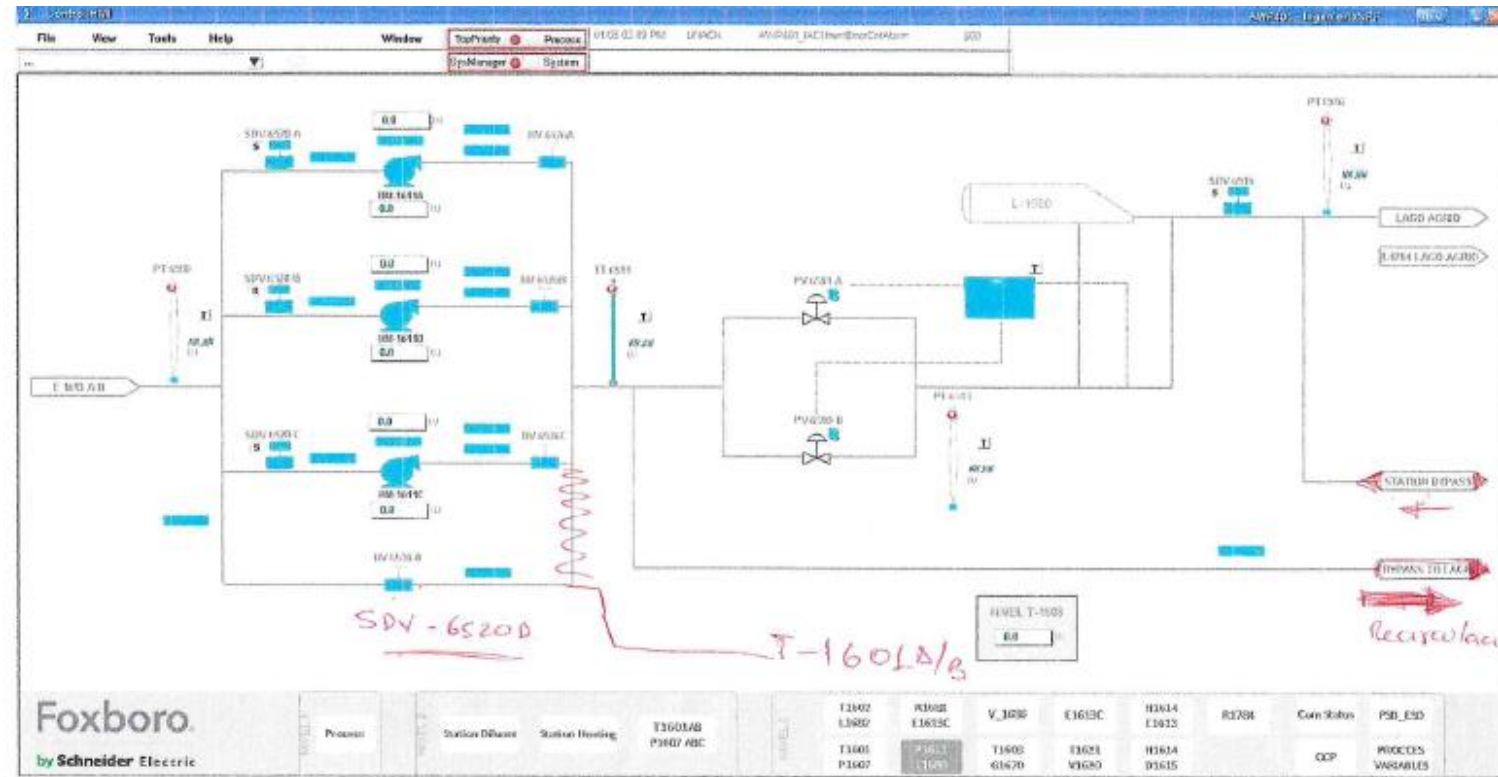
- Verificación de número serial
- Inspección física del Equipo
- Encendido del equipo
- Redundancia de alimentación
- Corte de energía

Equipo	Inspección Física	Encendido	Redundancia Alimentación	Corte de Energía
Servidor de Ingeniería AWP401	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
CPU Estación de Operación WSP401	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Monitores	Aceptado	Aceptado	No posee	Aceptado
Switches Foxboro SWS401 SWS402	Aceptado (ligero rayón SWS 401)	Aceptado	Fuente de alimentación Secundaria fallo	Aceptado
FCP 280	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
FBM 232	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Anunciador	Aceptado	Aceptado	No posee	Aceptado
Unidad Gráfica Remota (RGU)	Aceptado	Aceptado	No posee	Aceptado
Firewall	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado



Pruebas FAT HMI

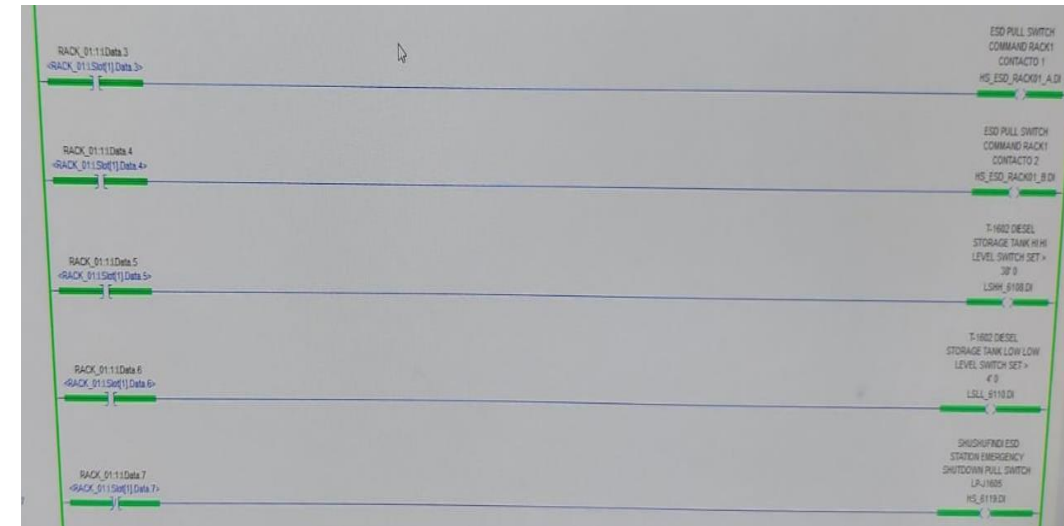
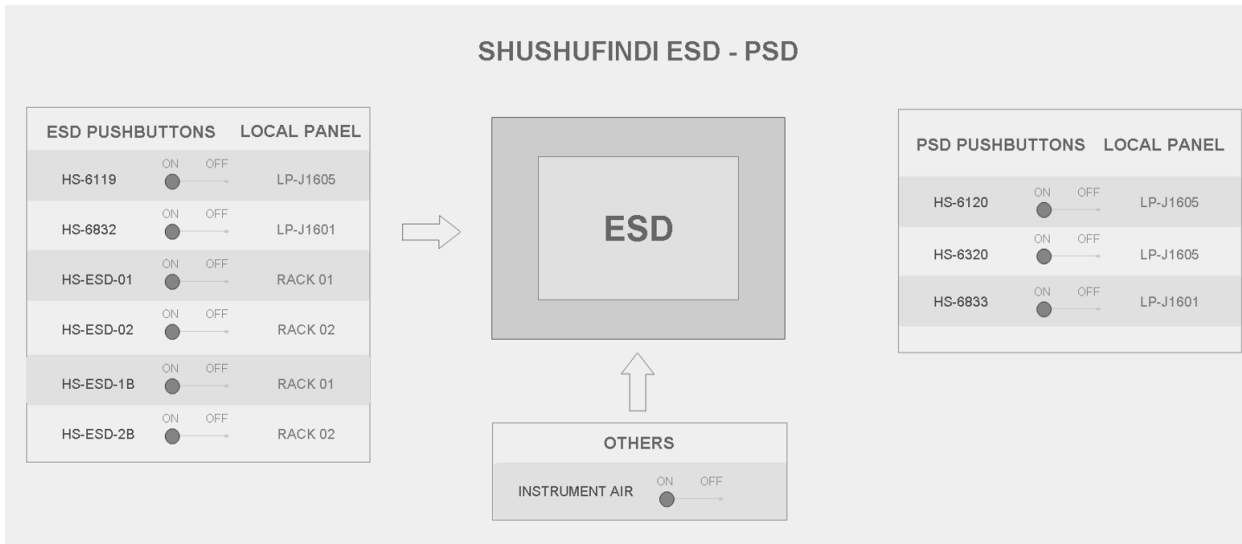
Un ítem adicional en las pruebas FAT fue la revisión acompañada y una pequeña explicación del nuevo sistema HMI con el personal de operación en las oficinas de la empresa.



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Precomisionado de señales

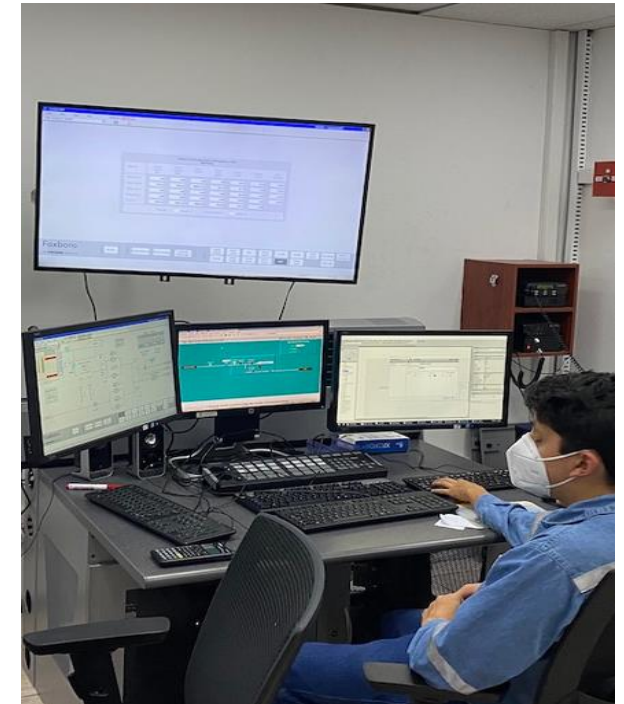
El precomisionado se hace con el propósito de verificar la comunicación entre el PLC y el DCS Foxboro Evo. Además de comprobar que la adquisición de datos de las señales de los sistemas terceros por parte del DCS sea correcta



Comisionado de Señales

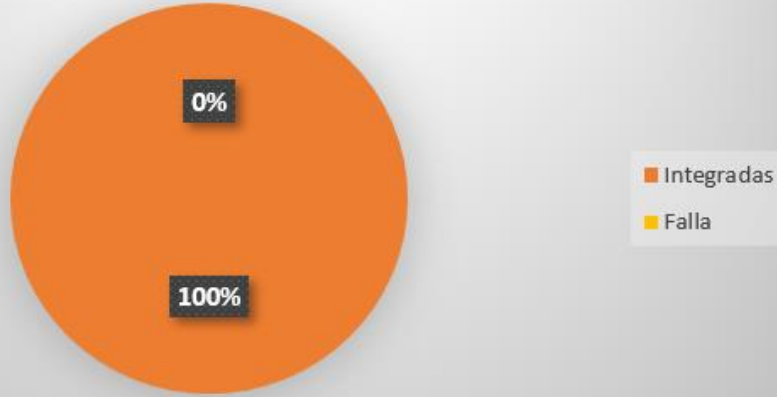
El comisionado de las señales se lleva a cabo en conjunto con el personal de Repsol para comparar el valor de la señal en el instrumento o transmisor en campo, con la señal que se refleja en el sistema HMI.

Debido a que la planta del sistema de Oleoducto de Crudos Pesados se encuentra en Lago Agrio. El comisionado se realiza únicamente viendo el valor de la señal mediante la red y el sistema HMI de la estación SSFD.

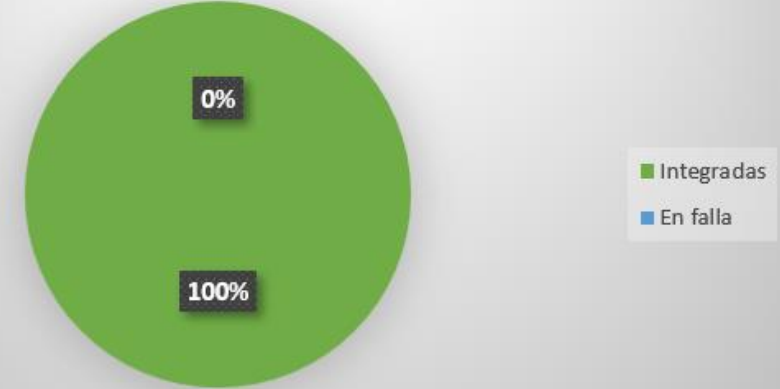


Resultados Integración sistemas Terceros

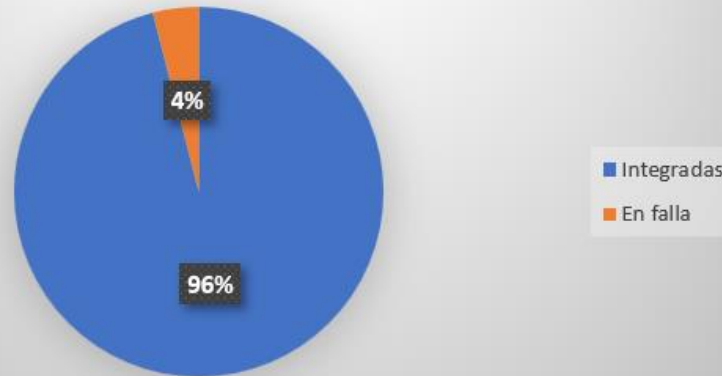
Integración del Sistema OCP en el DCS Foxboro Evo



Integración del Sistema E1613C al DCS Foxboro Evo



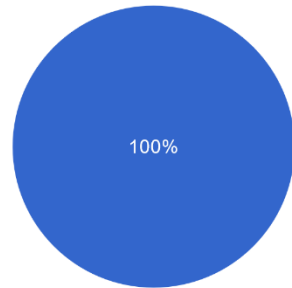
Integración del Sistema SIS al DCS Foxboro Evo



Usabilidad y Experiencia de Usuario HMI

¿El nuevo sistema HMI le permitió realizar el monitoreo de todo el proceso en la estación de transferencia SSFD?

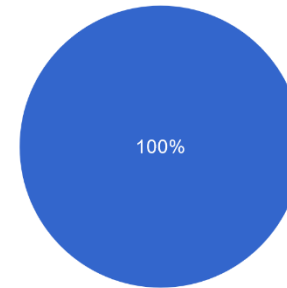
6 respuestas



- Si en su totalidad
- De manera Parcial, no todo el proceso
- Nada

¿ El estilo de colores en escala de grises bajo el estándar ISA 101 utilizado en el sistema HMI le permitió identificar el estado de los equipos, instrumentos y anomalías?

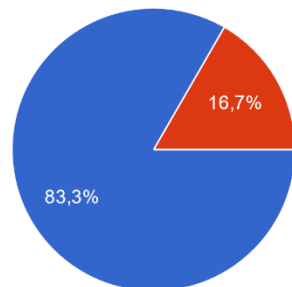
6 respuestas



- Si en su totalidad
- Si pero hay equipos que no esta claro
- No se idenitica

¿En qué grado considera que la navegación entre pantallas del nuevos sistema HMI ha mejorado la operación en comparación con el anterior sistema HMI?

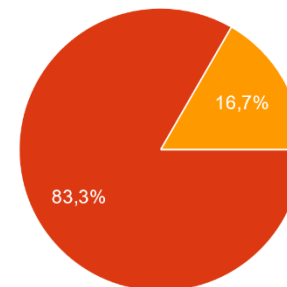
6 respuestas



- Totalmente
- Alto
- Medio
- Bajo
- Nada

¿En qué grado considera que ha mejorado el monitoreo del proceso la jerarquía de pantallas definida en el nuevo sistema HMI?

6 respuestas



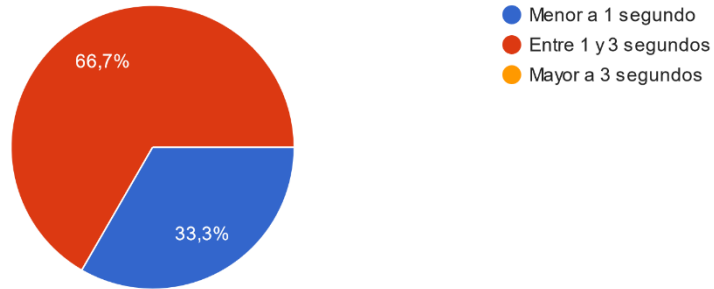
- Total
- Alto
- Medio
- Bajo
- Nada



Usabilidad y Experiencia de Usuario HMI

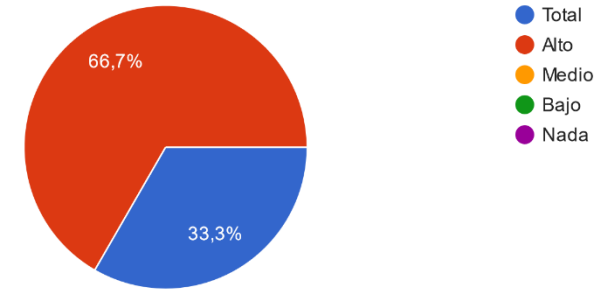
¿Qué tiempo demora en cargar los datos completamente al navegar a una nueva pantalla en el sistema HMI?

6 respuestas



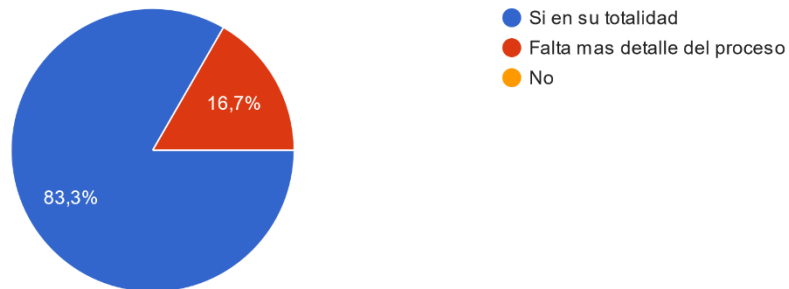
¿En qué grado considera que permite el nuevo sistema HMI el manejo, identificación y reconocimiento de alarmas del proceso ?

6 respuestas



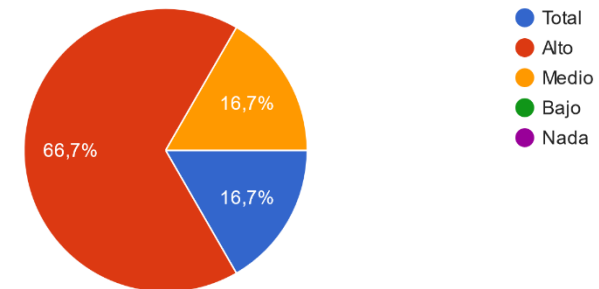
¿La distribución de los equipos e instrumentos en las pantallas refleja semejanza a la ubicación de los equipos en campo y planos P&ID?

6 respuestas



¿ En qué escala las librerías de switches y alarmas del sistema HMI permiten identificar anomalías o cambios de estado en el proceso?

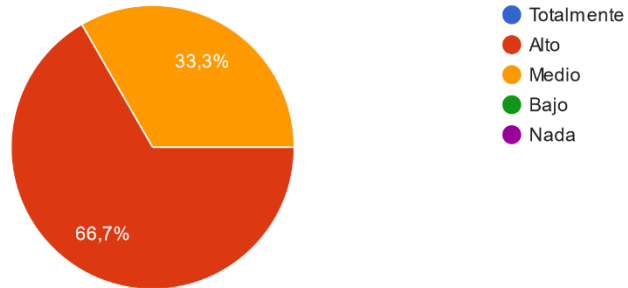
6 respuestas



Usabilidad y Experiencia de Usuario HMI

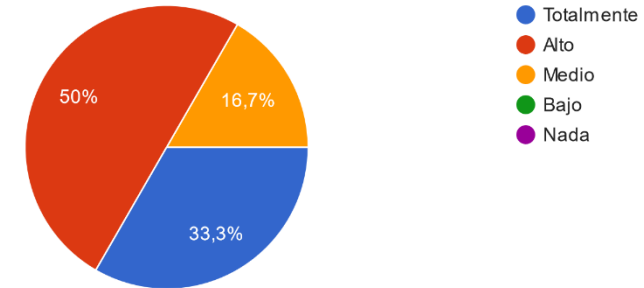
¿En qué escala le permitió controlar el sistema HMI mediante botones, Pop Ups y lazos de control al proceso de la estación SSFD?

6 respuestas



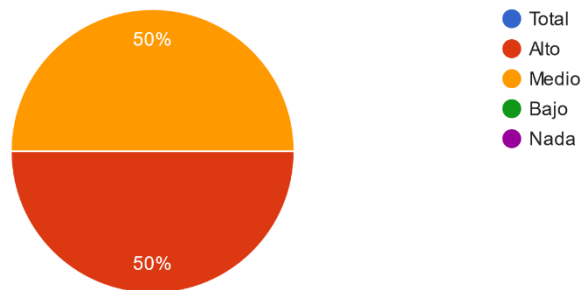
¿En qué grado considera que el nuevo sistema HMI ha disminuido la fatiga visual en comparación con el anterior HMI?

6 respuestas



¿En qué grado considera que el sistema HMI le permitió el acceso, identificación y manejo de históricos y tendencias de las señales?

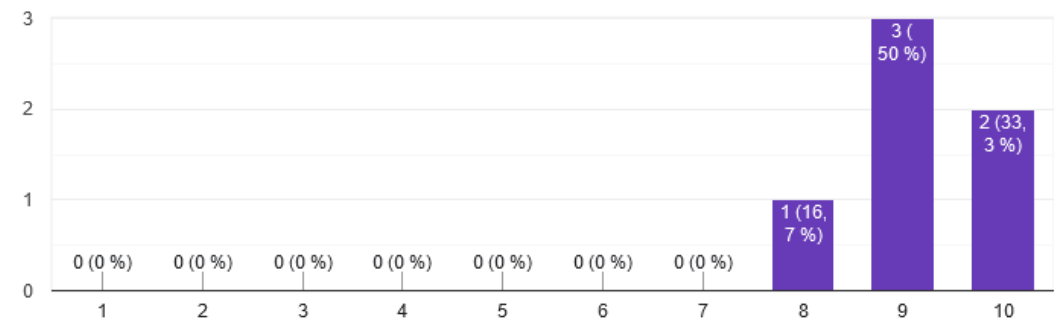
6 respuestas



Evalúe el nivel de satisfacción al utilizar el nuevo sistema HMI

[Copiar](#)

6 respuestas



Conclusiones

En el presente proyecto se realizó la integración de los sistemas terceros SIS, E1613C y OCP al sistema de control distribuido Foxboro Evo y la implementación del sistema HMI para el DCS bajo el estándar ANSI/ISA-101.01-2015, lo que permitió actualizar el sistema de control de la estación de transferencia SSFD unificando el sistema a una misma Galaxia. Esto permite la intercomunicación de las estaciones de Repsol mediante la Foxboro Control Network.

La distribución de los equipos e instrumentos en los esquemáticos de las pantallas tipo Process, como establece el estándar ANSI/ISA-101.01-2015, se realizó verificando la ubicación de cada uno de los instrumentos según los diagramas P&ID y esquemáticos anteriores de la estación. La encuesta de usabilidad muestra que para el 16.67% de los usuarios falta un poco más de detalle en la distribución de los elementos en las pantallas, mientras que para el 83.3% restante, la distribución de los equipos e instrumentos en los esquemáticos del HMI reflejan una semejanza en su totalidad con respecto a campo, lo que facilita el reconocimiento e identificación de cada uno de los instrumentos al momento de operar el sistema.

La incorporación del sistema de control de la estación SSFD a una única galaxia de todas las estaciones de Repsol permite que se pueda navegar desde el sistema HMI de la estación SSFD hacia las pantallas de las otras estaciones de Repsol, lo que resulta muy favorable para la operación como se evidencia en la encuesta donde el 83.3% considera que la navegación del sistema HMI ha mejorado en un grado alto y el 16.7% restante estima que ha mejorado en su totalidad. Además, en la pregunta de satisfacción, al realizar las funciones específicas del usuario el 100% de los usuarios calificó la satisfacción mayor o igual a 8 donde 10 es el nivel más alto de satisfacción.



Conclusiones

Para los controladores Allen Bradley, que se encontraban dentro del segmento de red de la estación SSFD (SIS y E1613C), la configuración de los equipos y devices en el driver FDSI y la interface FBM 232, permitió integrar estos sistemas al DCS Foxboro Evo mediante el protocolo de comunicación Ethernet IP, que permite manejar un flujo de datos grande entre dos dispositivos de proveedores distintos, obteniendo un sistema 100% interoperable entre los controladores Allen Bradley y los procesadores Foxboro.

El manejo e identificación de alarmas en el sistema HMI mejoró considerablemente con la implementación del anunciador, para identificar las alarmas de manera visual y auditiva, esto se evidencia en los resultados de usabilidad donde el 100% de los usuarios considera que el nuevo sistema HMI, permite identificar y reconocer las alarmas del proceso, adicional el desarrollo de la librería de switches, permite a los usuarios identificar anomalías y cambios de estados en el proceso, como muestra la encuesta, donde el 66.7% considera que las librerías permiten identificar alarmas en un grado alto, mientras que el 16.7% considera que las mencionadas librerías permiten identificar en su totalidad las anomalías del proceso.

Se empleó el estilo de colores en escala de grises y colores únicamente para anomalías como establece el estándar ANSI/ISA-101.01-2015, además del concepto de Situational Awareness. También se siguieron las consideraciones de ergonomía que establece la norma ISO11064 para el diseño de la consola de operación. Todas estas consideraciones se reflejan en los resultados de la encuesta del sistema HMI donde para el 83.3% de los usuarios disminuyó la fatiga visual en comparación al anterior sistema y para el 100% el sistema HMI permite monitorear el proceso en su totalidad, obteniendo un sistema HMI más eficaz y eficiente en comparación con el sistema HMI anterior.



Existe un grupo de válvulas manuales, que no se encuentran dentro del DCS y el operador las manipula manualmente.

El cambio de instrumentación respectivo para poder obtener el control de esa parte del proceso mediante la implementación de lazos de control.

