



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



**Centro de  
Posgrados**  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

# TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MASTER EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN CON MENCIÓN EN REDES INDUSTRIALES

## Monitoreo y Control de los Dispositivos de una Canastilla Remota en un Sector de alto riesgo del Poliducto Shushufindi Quito EP Petroecuador

**Autor:**

Ing. Narvárez Vicente, David Alexander

Ing. Acosta Núñez, Julio Francisco. Ph.D.

*Director*





# AGENDA:

- 1 • PROBLEMÁTICA
- 2 • OBJETIVOS
- 3 • DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
- 4 • DESARROLLO DEL HMI
- 5 • PRUEBAS DEL SISTEMA
- 6 • VIDEO DE FUNCIONAMIENTO
- 7 • CIERRE



# PROBLEMÁTICA



### ***Objetivo General***

- Monitorear y controlar los instrumentos de una canastilla remota en una zona de alto riesgo de desastres naturales desde el sistema SCADA, utilizando protocolos de comunicación industriales en el Poliducto Shushufindi Quito.

### ***Objetivos Específicos***

- Investigar por medio de fuentes de consulta científicas técnicas el método para instalar y configurar los instrumentos de la canastilla del Poliducto Shushufindi Quito.
- Diseñar un tablero de control y establecer protocolos de comunicación eficientes para la supervisión y control de sistemas industriales, garantizando una comunicación confiable y en tiempo real entre los dispositivos.
- Realizar la conexión y configuración utilizando protocolos de comunicación industriales para establecer una red entre los dispositivos.
- Diseñar las pantallas en el SCADA para el monitoreo y control de los dispositivos de la canastilla remota utilizando el software InTouch.
- Realizar un sistema de pasarela, la conversión, entre protocolos industriales: Hart, Modbus RS485, Modbus TCP/I (Maestro-Esclavo; Cliente/Servidor).
- Integrar las señales del transmisor y del actuador al SCADA utilizando los protocolos industriales Hart, Modbus (RS 485 y TCP/IP) a fin de generar información de tendencias, alarmas del proceso y una base datos históricos.
- Verificar el correcto funcionamiento del sistema mediante pruebas experimentales coordinadas conjuntamente con el cronograma de planificación de operaciones.



**Centro de  
Posgrados**

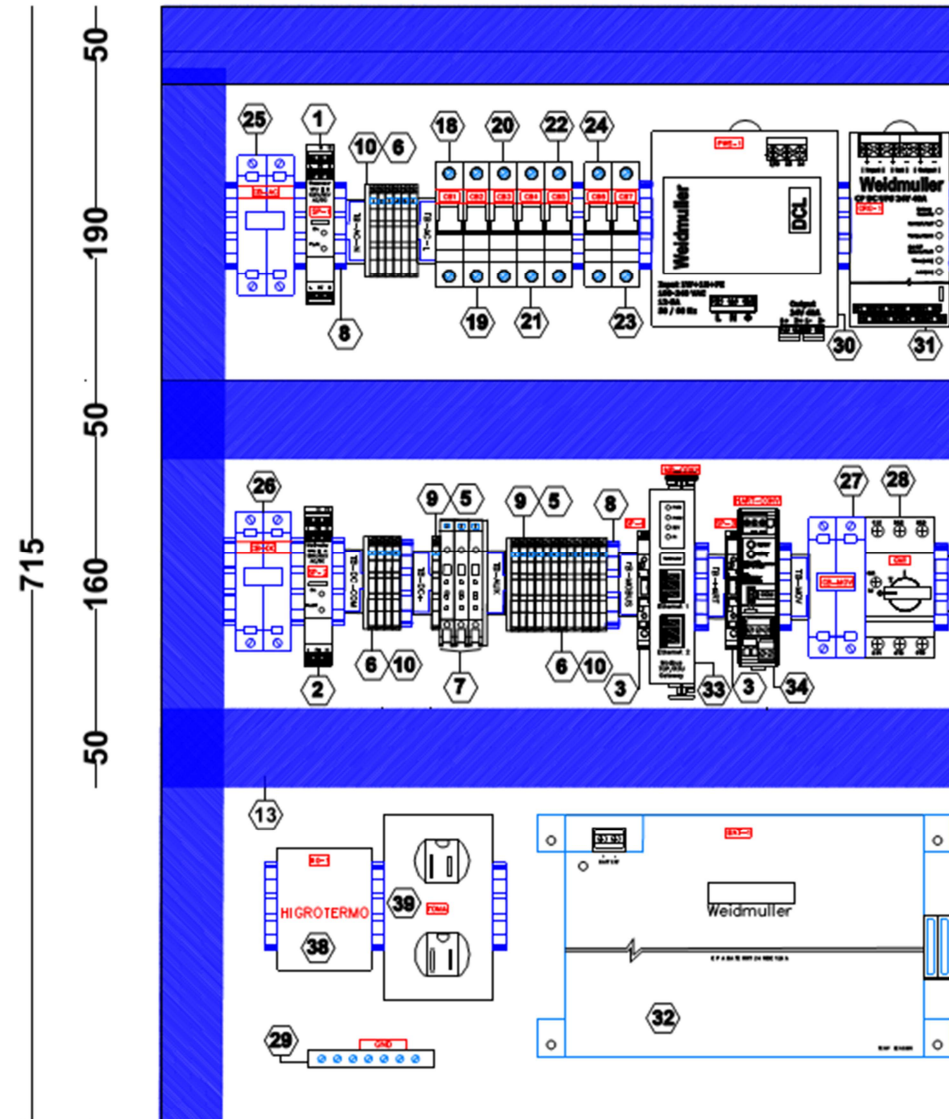
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

# 1. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN



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

## Diseño del tablero de control



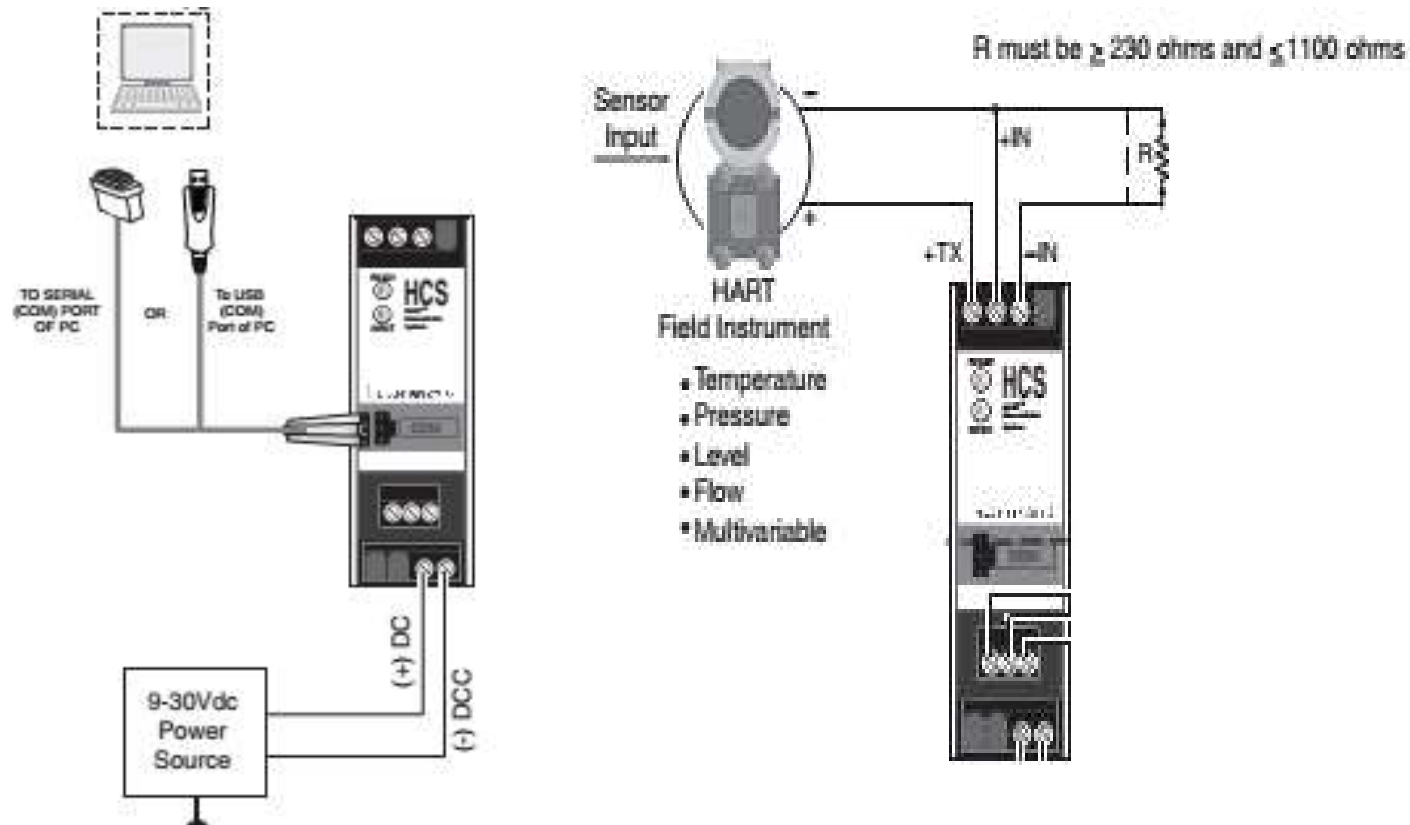
## Transmisor de presión

Yokogawa modelo EJX530A, serie 91TC20190 de 0 a 2000 PSI con protocolo de comunicación HART



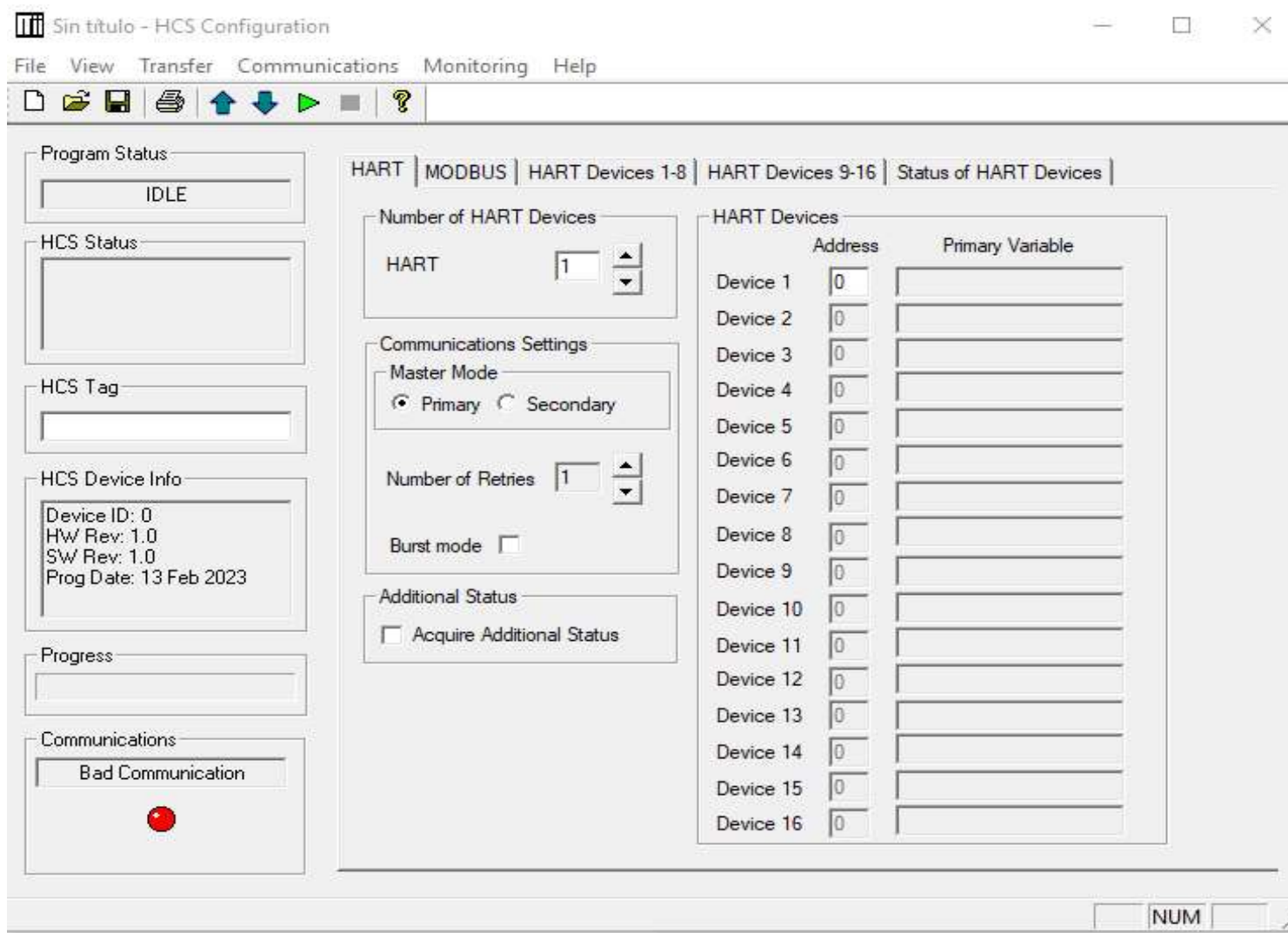
## Gateway Hart a Modbus

HCS Hart a Modbus RTU de la marca MOORE INDUSTRIES





## Gateway Hart a Modbus



Sin título - HCS Configuration

File View Transfer Communications Monitoring Help

Program Status: IDLE

HCS Status:

HCS Tag:

HCS Device Info:  
Device ID: 0  
HW Rev: 1.0  
SW Rev: 1.0  
Prog Date: 13 Feb 2023

Progress:

Communications: Bad Communication

HART | MODBUS | HART Devices 1-8 | HART Devices 9-16 | Status of HART Devices

Number of HART Devices: HART 1

Communications Settings:  
Master Mode:  
 Primary  Secondary

Number of Retries: 1

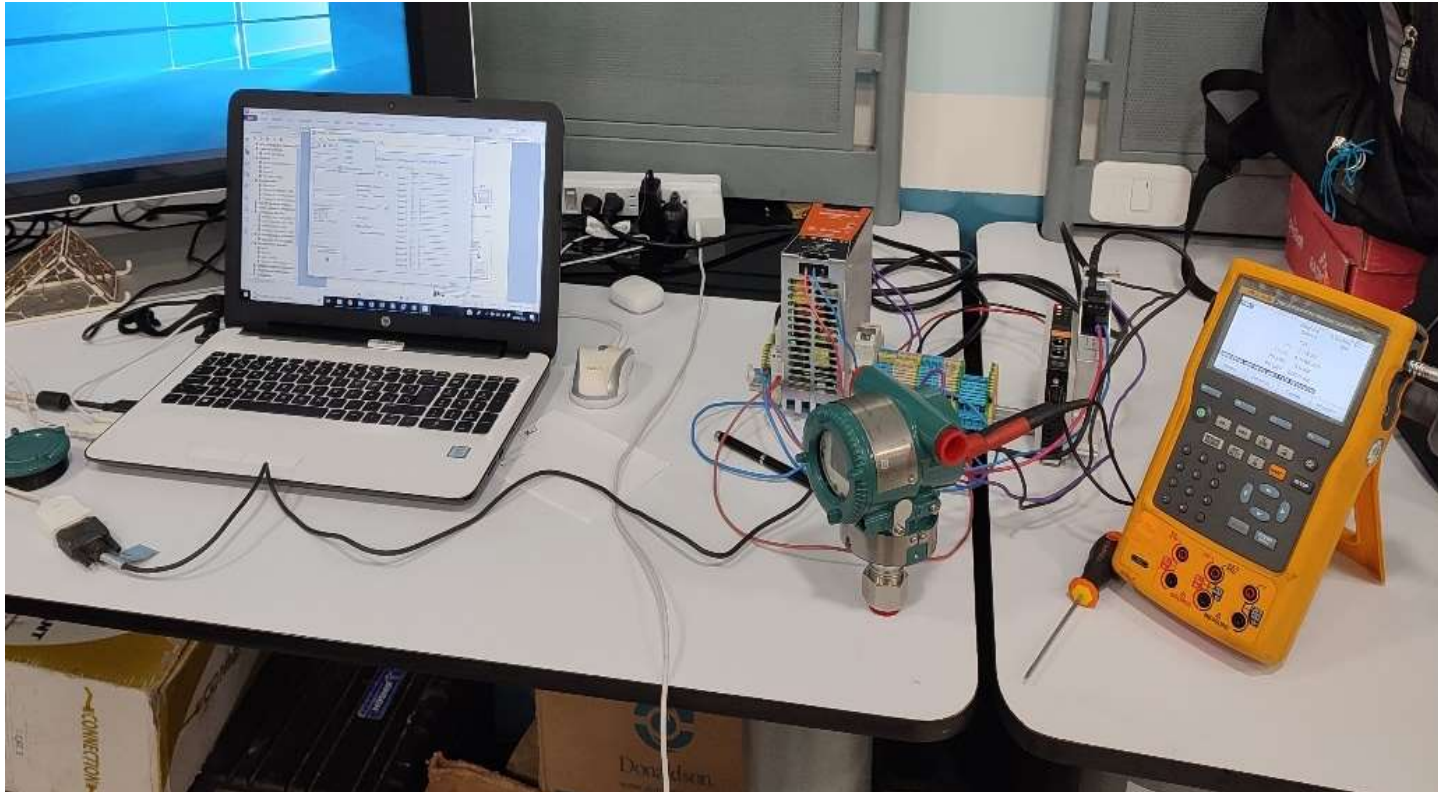
Burst mode:

Additional Status:  
 Acquire Additional Status

HART Devices		
	Address	Primary Variable
Device 1	0	
Device 2	0	
Device 3	0	
Device 4	0	
Device 5	0	
Device 6	0	
Device 7	0	
Device 8	0	
Device 9	0	
Device 10	0	
Device 11	0	
Device 12	0	
Device 13	0	
Device 14	0	
Device 15	0	
Device 16	0	

NUM

## Comunicación transmisor Gateway HCS



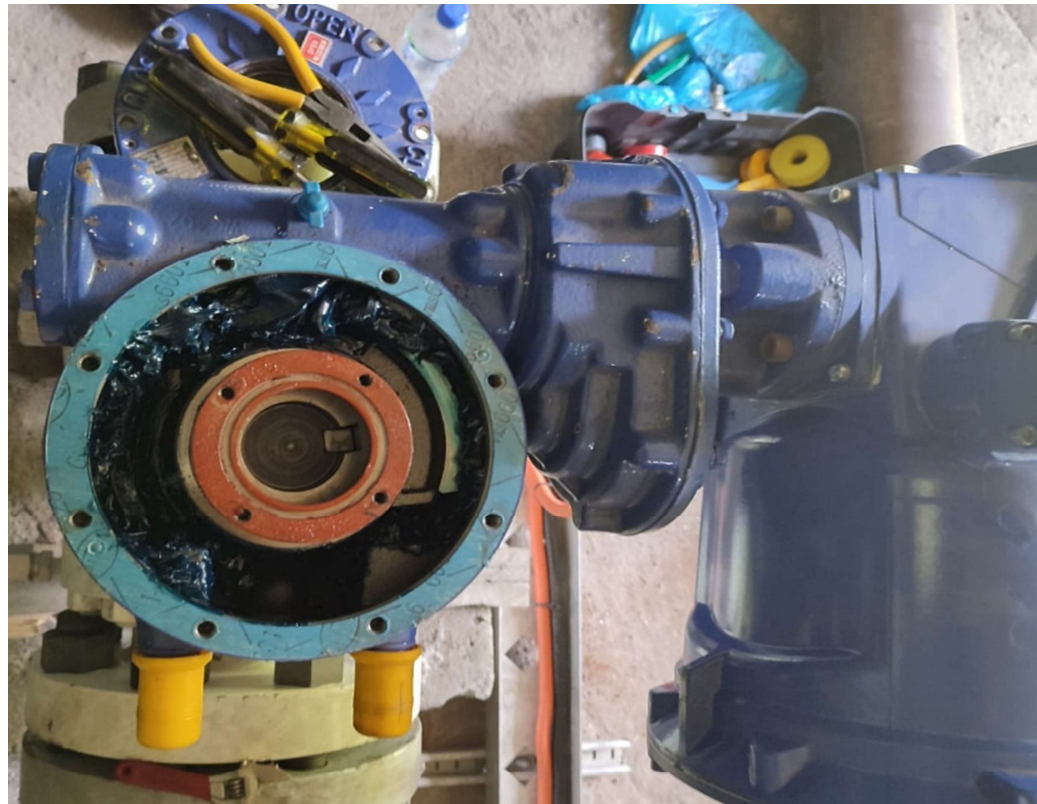
## Actuador eléctrico Bernard

Modelo Bernard STX-6 serie 19U00519-02 de alimentación de 24 Vdc con una potencia de 15 KW y un torque de 33 Lbs.ft, acoplado a una válvula tipo bola de clase CL 900 de 4" con cuerpo A350LF2 y bola A182F316



## Actuador eléctrico Bernard

Topes mecánicos



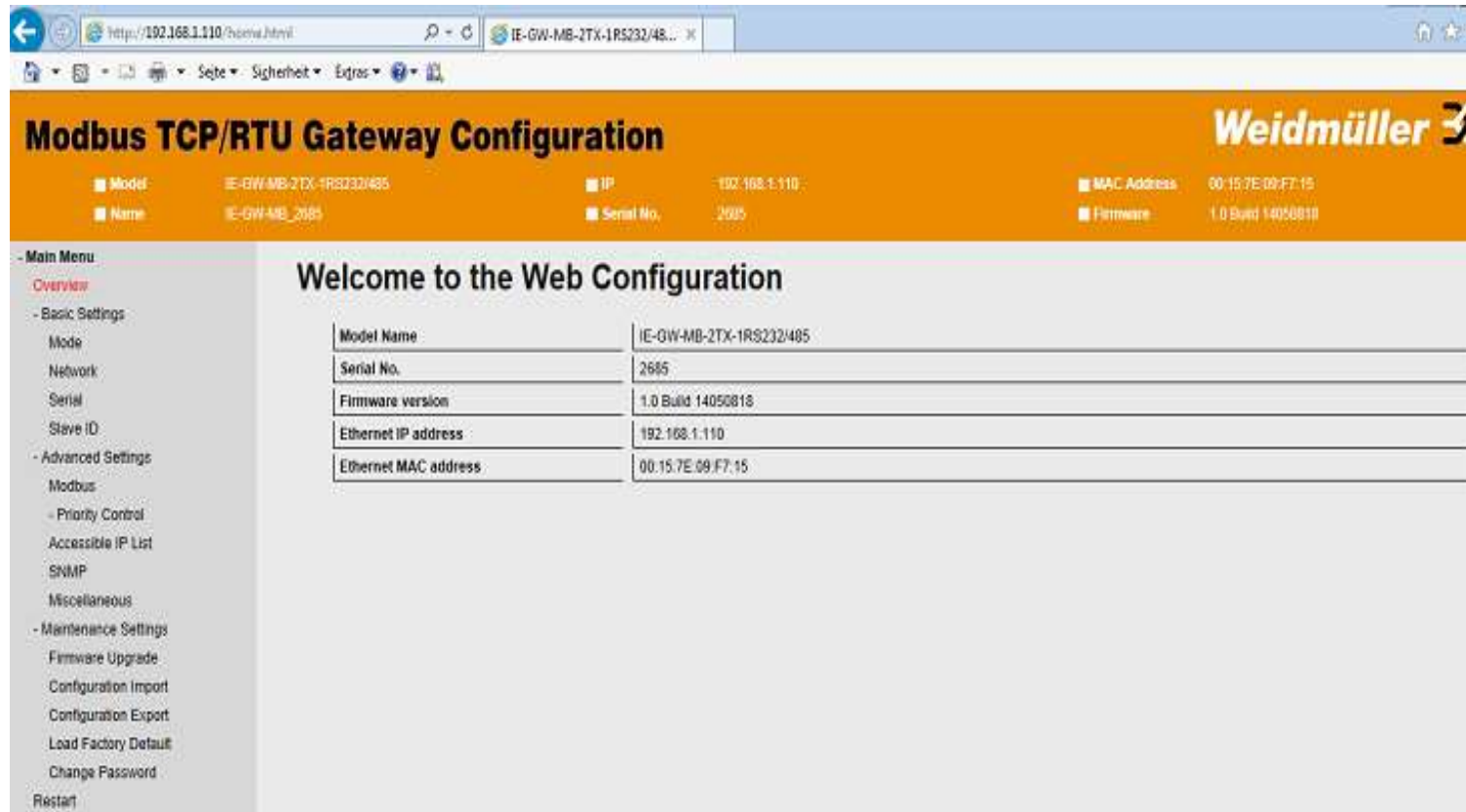
## Gateway Modbus RS485 a Modbus TCP/IP

Weismuller tipo Modbus TCP/RTU Gateway IE-GW-MB-2TX-1RS232/485, numero de artículo 1504460000, serie TBAIE1034638, el Gateway funciona con alimentación de 12 a 48Vdc, cuenta con dos puertos ethernet RJ45 de 10/100BaseTx, un puerto serie, conector serie de 5 pines para RS 422/485



## Gateway Modbus RS485 a Modbus TCP/IP

Interfaz web Gateway Modbus TCP/RTU.



Model	IE-GW-MB-2TX-1RS232/485	IP	192.168.1.110	MAC Address	00:15:7E:09:F7:15
Name	IE-GW-MB_2685	Serial No.	2685	Firmware	1.0 Build 14050818

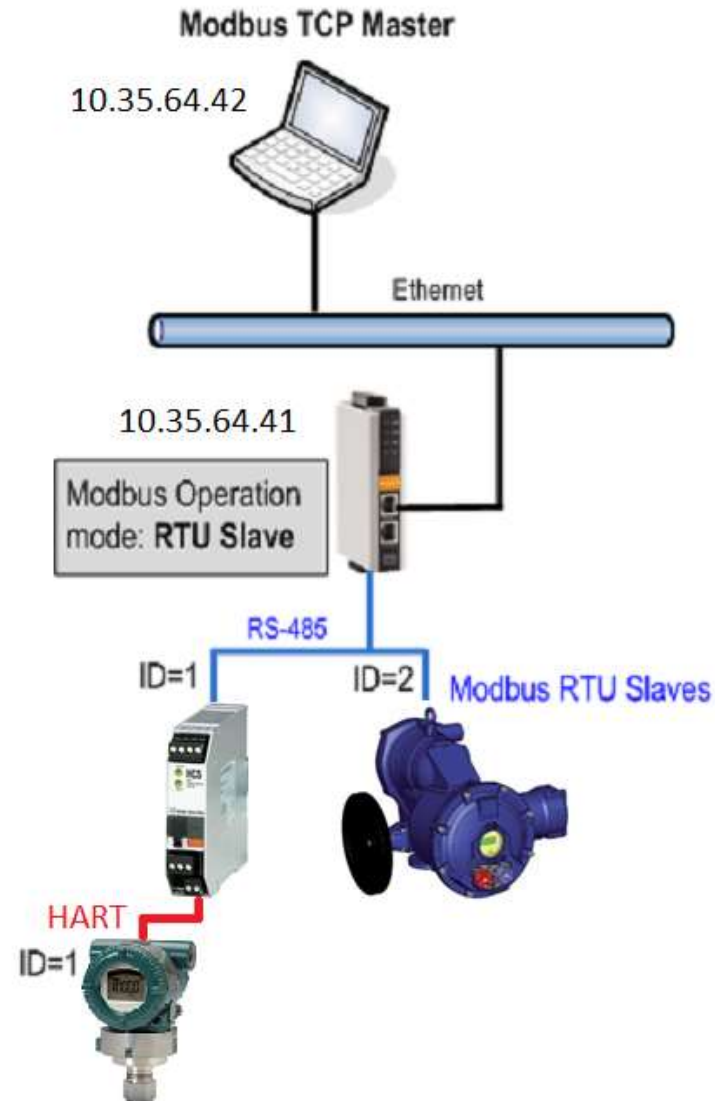
**Main Menu**

- Overview
- Basic Settings
  - Mode
  - Network
  - Serial
  - Slave ID
- Advanced Settings
  - Modbus
  - Priority Control
  - Accessible IP List
  - SNMP
  - Miscellaneous
- Maintenance Settings
  - Firmware Upgrade
  - Configuration Import
  - Configuration Export
  - Load Factory Default
  - Change Password
  - Restart

### Welcome to the Web Configuration

Model Name	IE-GW-MB-2TX-1RS232/485
Serial No.	2685
Firmware version	1.0 Build 14050818
Ethernet IP address	192.168.1.110
Ethernet MAC address	00:15:7E:09:F7:15

## Gateway Modbus RS485 a Modbus TCP/IP



## Protecciones



Supresor De Volteje (Vpu III R 120V/6kv Ac/Dc)



Disyuntor Eléctrico de 1P y 2P, bornera fusible



Protección De Señal 24vdc (Mcz Ovp CI 24vdc 0.5a)



Guarda motor 6A



## Alimentación 24 VDC



**Fuente De Alimentación AC/DC (Pro Top1 480W  
24V 20A)**

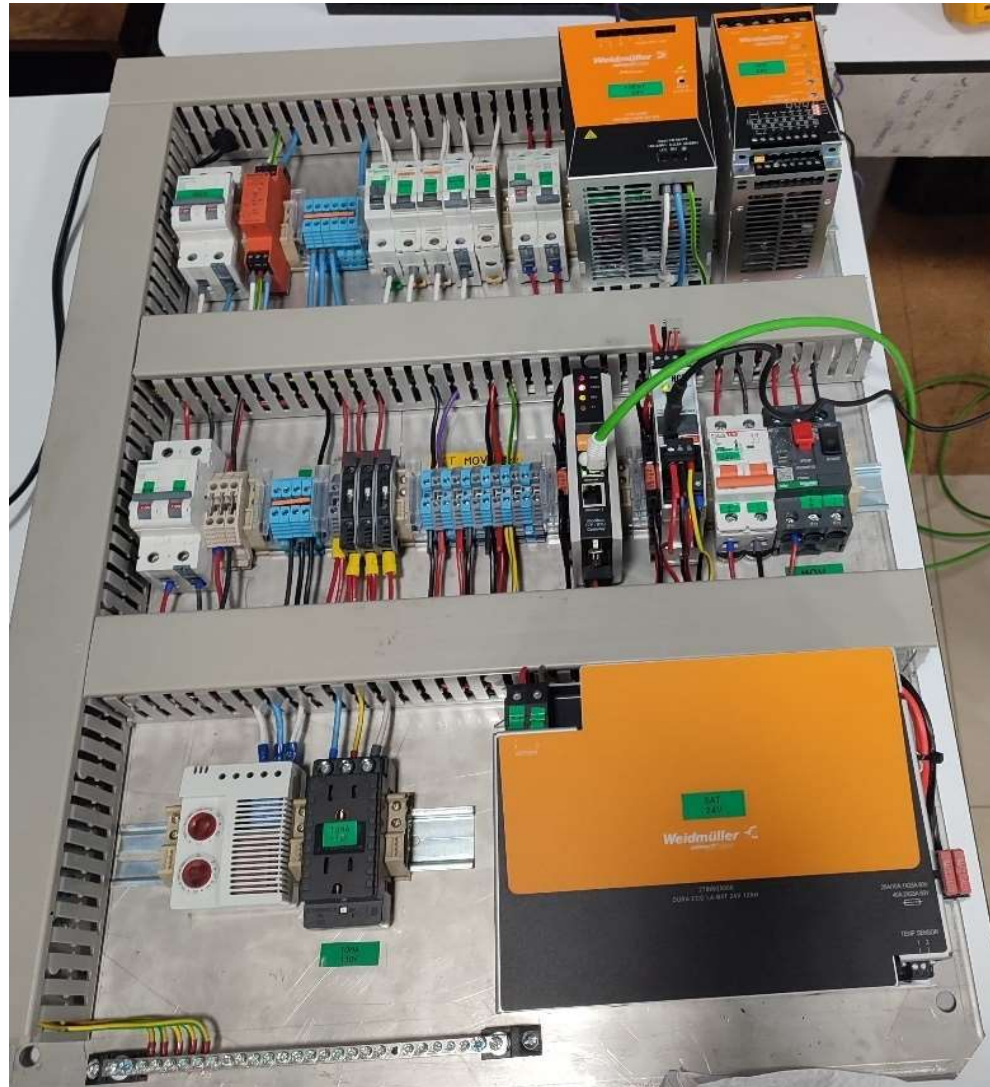


**UPS/Cargador de Baterías (CP DC UPS 24V  
40A)**



**Banco de Baterías (CP A Battery 24V DC12Ah)**

## Implementación de tablero de control.





## 2. Desarrollo del HMI

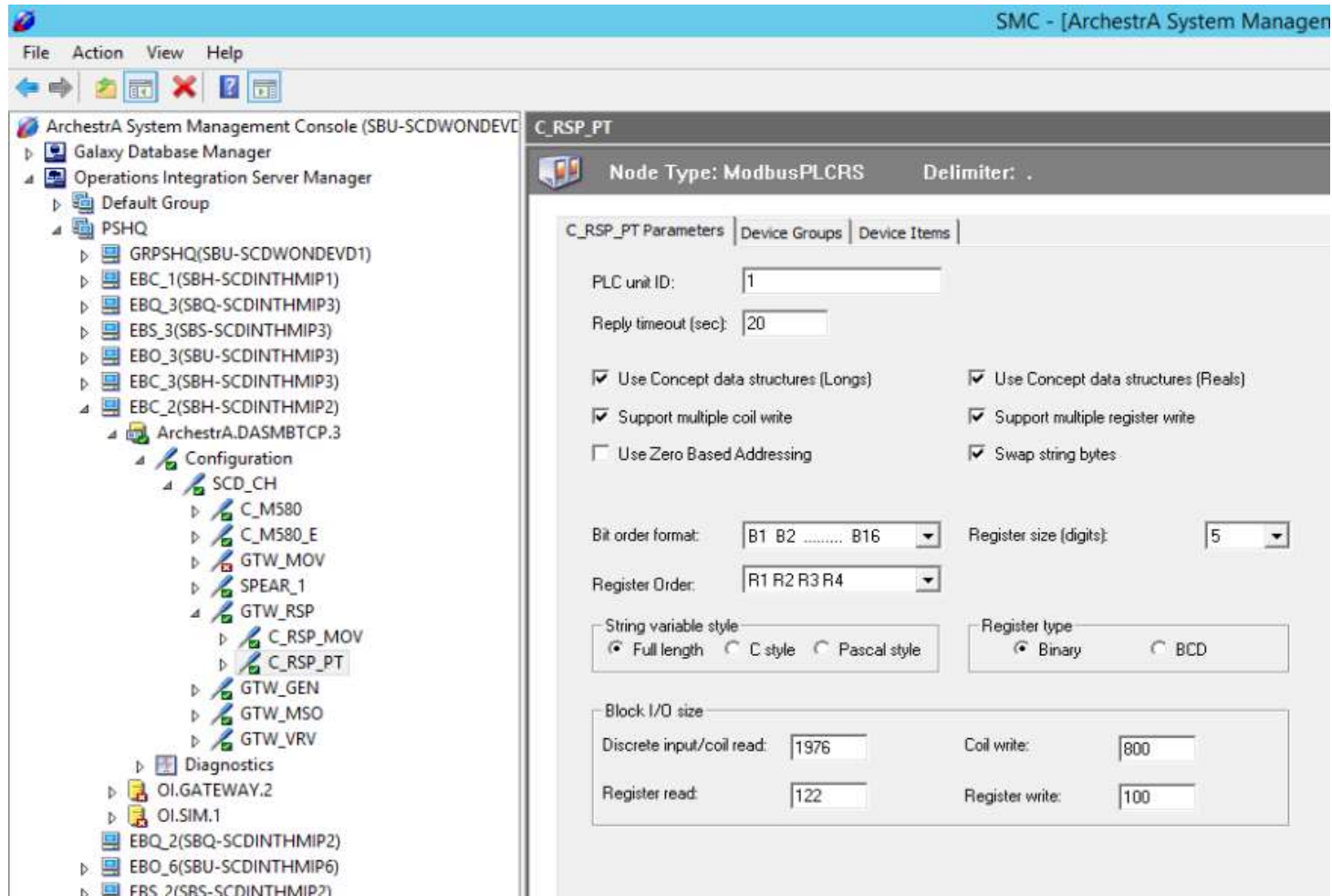


## Formulación de Tag.



TAG	ID	REGISTRO MODBUS	DESCRIPCIÓN
EB_VRSP_MB_AH	2	40001	Mando Cierre/Apertura Válvula San Pedro
EB_VRSP_MB_BTA	2	40002:1	Batería Actuador
EB_VRSP_MB_LCL	2	40001:7	Actuador Cerrado (Limit Closed)
EB_VRSP_MB_LOP	2	40001:8	Actuador Abierto (Limit Open)
EB_VRSP_MB_MLC	2	40001:4	Mando Actuador en Local
EB_VRSP_MB_MRT	2	40001:3	Mando Actuador en Remoto
EB_VRSP_MB_MST	2	40001:2	Mando Actuador en Stop
EB_VRSP_MB_PAP	2	40003	% de Apertura Válvula San Pedro
EB_VRSP_MB_PTQ	2	40002	% de Torque Válvula San Pedro
EB_VRSP_MB_TRT	2	40002:9	Térmico Actuador Disparado
EB_VRSP_MB_VMM	2	40002:14	Manipulación Manual de Actuador
EB_VRSP_MB_VOB	2	40003:11	Válvula San Pedro Obstruida
EB_VRSP_MB_PIT	1	40001	Presión En Válvula San Pedro

## Configuración DAsServer MBTCP



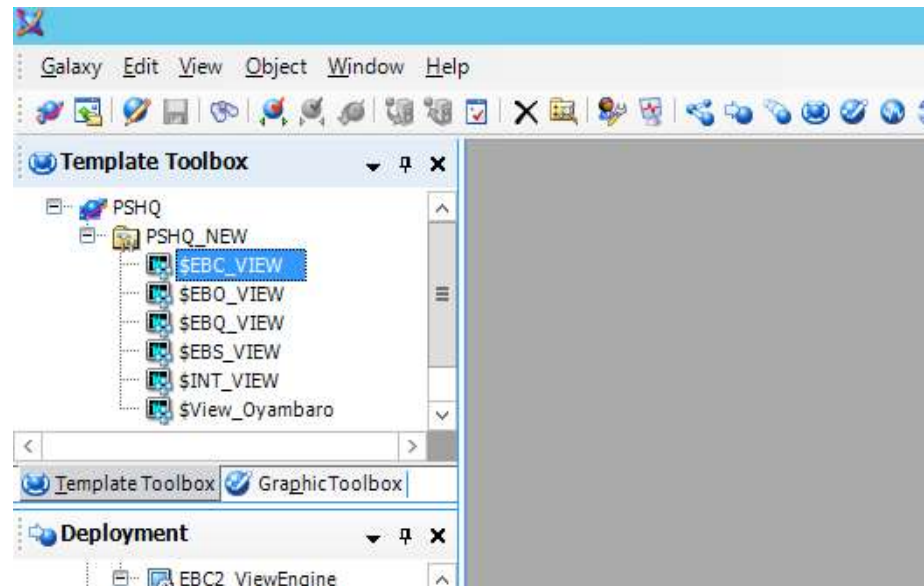
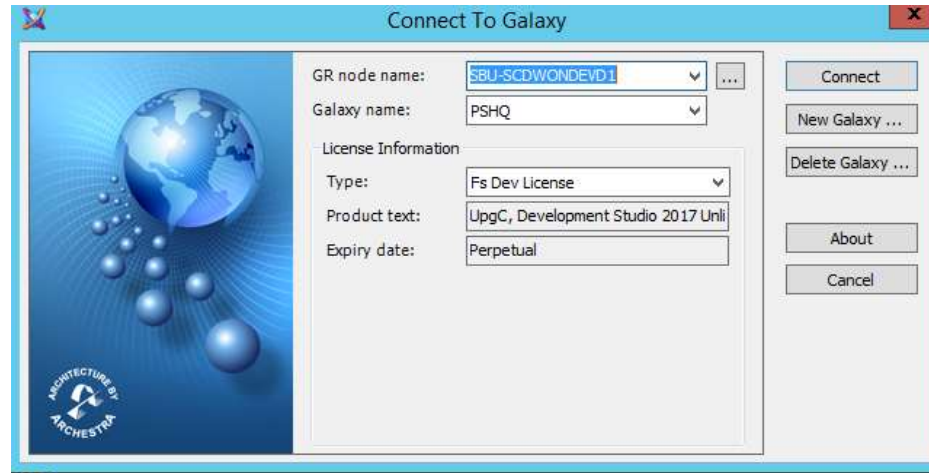
The screenshot displays the SMC - [ArchestrA System Manager] interface. The left pane shows the system hierarchy, with the following structure:

- ArchestrA System Management Console (SBU-SCDWONDEVD1)
  - Galaxy Database Manager
  - Operations Integration Server Manager
    - Default Group
      - PSHQ
        - GRPSHQ(SBU-SCDWONDEVD1)
          - EBC\_1(SBH-SCDINTHMIP1)
          - EBO\_3(SBQ-SCDINTHMIP3)
          - EBS\_3(SBS-SCDINTHMIP3)
          - EBO\_3(SBU-SCDINTHMIP3)
          - EBC\_3(SBH-SCDINTHMIP3)
          - EBC\_2(SBH-SCDINTHMIP2)
            - ArchestrA.DASMBTCP.3
              - Configuration
                - SCD\_CH
                  - C\_M580
                  - C\_M580\_E
                  - GTW\_MOV
                  - SPEAR\_1
                  - GTW\_RSP
                    - C\_RSP\_MOV
                    - C\_RSP\_PT**
                  - GTW\_GEN
                  - GTW\_MSO
                  - GTW\_VRV
                - Diagnostics
                  - OI.GATEWAY.2
                  - OI.SIM.1

The right pane shows the configuration for the selected device, **C\_RSP\_PT**. The configuration is as follows:

- Node Type: ModbusPLCRS
- Delimiter: .
- C\_RSP\_PT Parameters
  - PLC unit ID: 1
  - Reply timeout (sec): 20
  - Use Concept data structures (Longs)
  - Use Concept data structures (Reals)
  - Support multiple coil write
  - Support multiple register write
  - Use Zero Based Addressing
  - Swap string bytes
  - Bit order format: B1 B2 ..... B16
  - Register size (digits): 5
  - Register Order: R1 R2 R3 R4
  - String variable style:
    - Full length
    - C style
    - Pascal style
  - Register type:
    - Binary
    - BCD
  - Block I/O size:
    - Discrete input/coil read: 1976
    - Coil write: 800
    - Register read: 122
    - Register write: 100

## Configuración de Access Name



## Configuración de Access Name

**Modify Access Name**

Access Name:

Node Name:

Application Name:

Topic Name:

Which protocol to use  
 DDE  SuiteLink  Message Exchange

When to advise server  
 Advise all items  Advise only active items

Enable Secondary Source

Node Name:

Application Name:

Topic Name:

Which protocol to use  
 DDE  SuiteLink  Message Exchange

When to advise server  
 Advise all items  Advise only active items

## Definición de Tag en InTouch

**Tagname Dictionary** [X]

Main 
  Details 
  Alarms 
  Details & Alarms 
  Members

Tagname:  Type:

Group:   Read only  Read Write

Comment:

Log Data 
  Log Events 
  Retentive Value 
  Retentive Parameters

Initial Value:  Min EU:  Max EU:

Deadband:  Min Raw:  Max Raw:

Eng Units:  Log Deadband:  Conversion:  Linear  Square Root

Access Name:

Item:   Use Tagname as Item Name

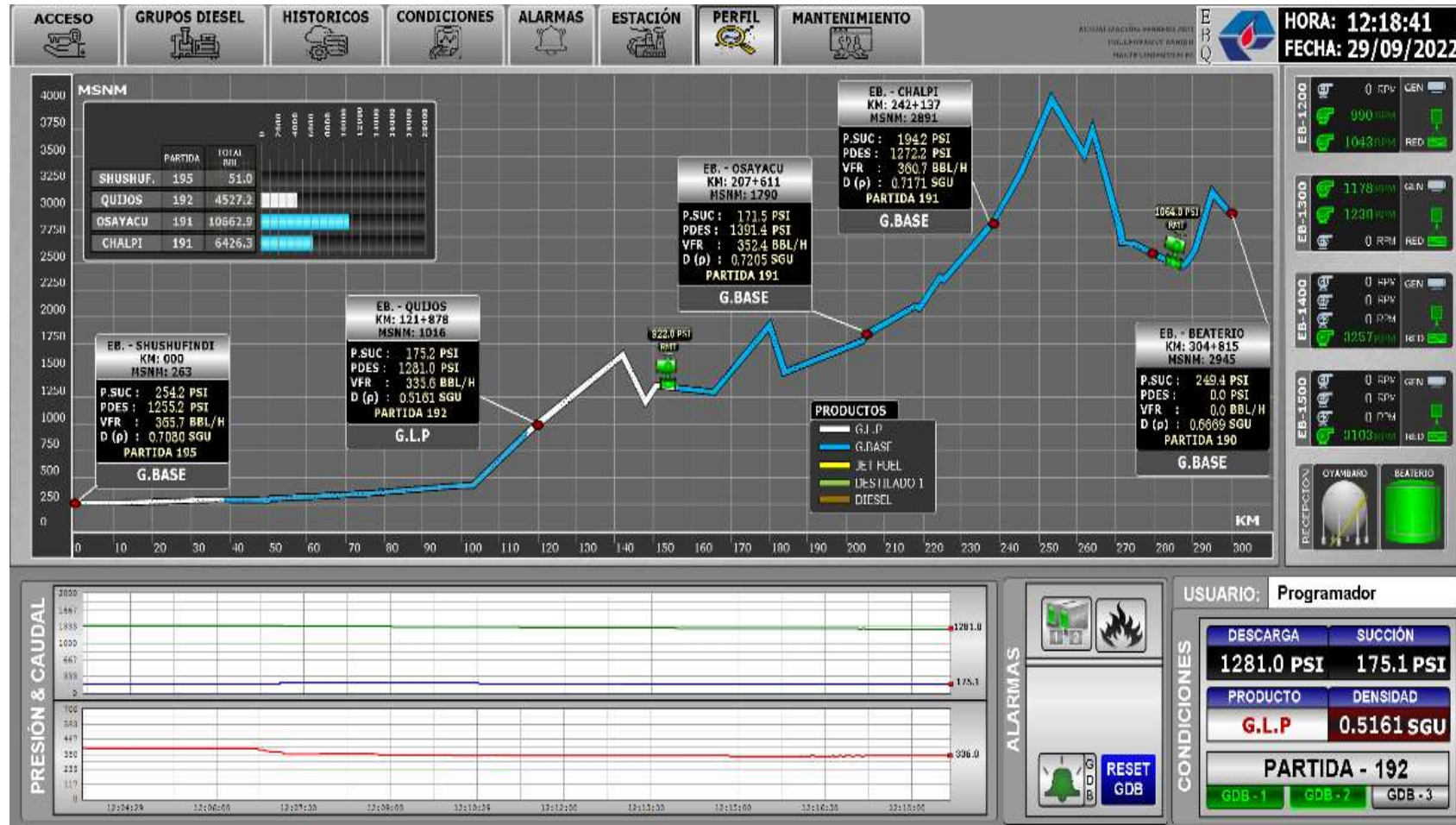
ACK Model:  Condition  Event Oriented  Expanded Summary Alarm Comment:

|  | Alarm Value                      | Priority                       | Alarm Inhibitor      |  | Alarm Value                       | Priority                       | Alarm Inhibitor      | Value Deadband                 |
|--|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> LoLo | <input type="text" value="300"/> | <input type="text" value="5"/> | <input type="text"/> | <input checked="" type="checkbox"/> High | <input type="text" value="1700"/> | <input type="text" value="5"/> | <input type="text"/> | <input type="text" value="0"/> |
| <input type="checkbox"/> Low             | <input type="text" value="0"/>   | <input type="text" value="1"/> | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> HiHi            | <input type="text" value="0"/>    | <input type="text" value="1"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>           |

|  | % Deviation                    | Target                         | Priority                       | Alarm Inhibitor      | Deviation Deadband %           |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Minor Deviation | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="1"/> | <input type="text"/> | <input type="text" value="0"/> |
| <input type="checkbox"/> Major Deviation | <input type="text" value="0"/> | <input type="text"/>           | <input type="text" value="1"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>           |



# Pantallas



**PRESIÓN & CAUDAL**



**ALARMAS**

1/2


RESET GDB

USUARIO: Programador

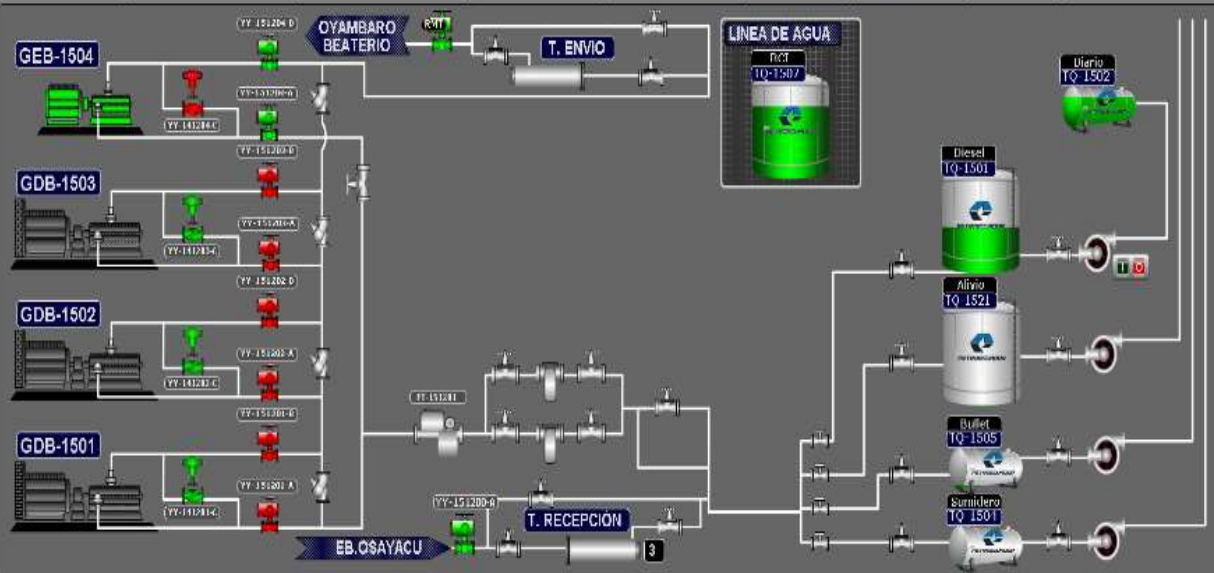
| CONDICIONES          | DESCARGA   | SUCCIÓN    |
|----------------------|------------|------------|
|                      | 1281.0 PSI | 175.1 PSI  |
|                      | PRODUCTO   | DENSIDAD   |
|                      | G.L.P      | 0.5161 SGU |
| <b>PARTIDA - 192</b> |            |            |
|                      | GDB - 1    | GDB - 2    |
|                      | GDB - 3    |            |

# Pantallas

ACCESO
GRUPO ELECTRICO
GRUPOS DIESEL
HISTORICOS
CONDICIONES
ALARMAS
ESTACION
PERFIL
MANTENIMIENTO



**HORA: 12:35:32**  
**FECHA: 17/02/2023**



| TANQUE              | ALARM.    | ESTADO |
|---------------------|-----------|--------|
| 7.70 mts. RCI       | Alto/Bajo | ON/OFF |
| 1.10 mts. DIAFRO    | Alto/Bajo | ON/OFF |
| 2.16 mts. DIESEL    | Alto/Bajo | ON/OFF |
| 0.15 mts. ALIVIO    | Alto/Bajo | ON/OFF |
| 0.20 mts. G.L.P.    | Alto/Bajo | ON/OFF |
| 20.49 psl. SUMIDERO | Alto/Bajo | ON/OFF |
| 0.16 mts. SUMIDERO  | Alto/Bajo | ON/OFF |

**GENERADOR**

SELECCION: GEN-1502

ESTADO: ON

ALARMAS: LOW VOL. FREQ., TEMP. AG., LIQ. SPEED, ENGINE STOP, ELEC. TRIP

MANEJO: STOP, MANUAL, AUTO, START

**CONDICIONES**

|            |            |
|------------|------------|
| DESCARGA   | SUCCION    |
| 1241.2 PSI | 294.8 PSI  |
| PRODUCTO   | DENSIDAD   |
| G.L.P.     | 0,5258 SGU |

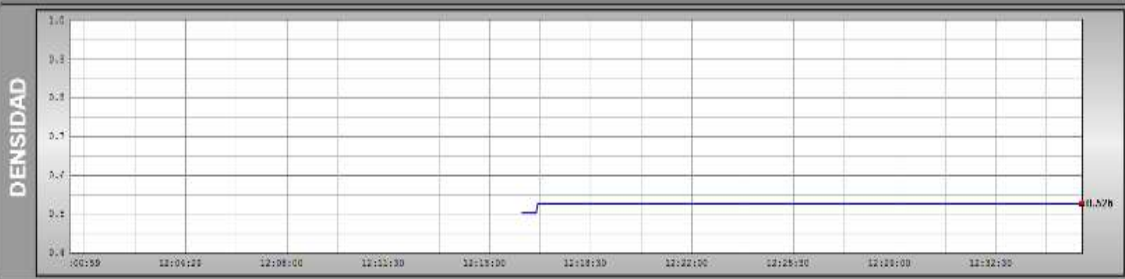
**PARTIDA - 29**

GDB-1 GDB-2 GDB-3 **GEB-4**

**ALARMAS**

RESET GEB

RESET GDB



**DENSIDAD**

# Pantallas

ACCESO
GRUPO ELECTRICO
GRUPOS DIESEL
HISTORICOS
CONDICIONES
ALARMAS
ESTACION
PERFIL
MANTENIMIENTO

ACTUALIZACION: 20/02/2023 23:11:01  
ING. GORDIANO A. LOPEZ  
MANTENIMIENTO DIESEL

**HORA: 23:11:01**  
**FECHA: 20/02/2023**

| VRSP-001   | GEB-1504  | GDB-1503   | GDB-1502  | GDB-1501   |
|--|---|--|---|--|
| <p>VALVULA SAN PEDRO<br/>OFF</p> <p>TIPO: K120</p> <p>PLC<br/>TAG: YY 1120H B<br/>DATO: 2<br/>ABERTO: <span style="color: green;">●</span></p> <p>MODBUS<br/>MANDO: REVOY<br/>LIMITE: /ABERTO<br/>POSICION: 100%<br/>TORQUE: 120%</p> <p>ALARMAS<br/>TERMOSTATO ACTIVADO<br/>BATERIA BAJA<br/>FALLA DE COMUNICACION<br/>VALVULA OBTURADA<br/>MANIPULACION MANUAL</p> | <p>VALVULA DESCARGA<br/>OFF</p> <p>TIPO: K120</p> <p>PLC<br/>TAG: YY 1120H B<br/>DATO: 1<br/>ABERTO: <span style="color: red;">●</span></p> <p>MODBUS<br/>MANDO: REVOY<br/>LIMITE: /ABERTO<br/>POSICION: 100%<br/>TORQUE: 100%</p> <p>ALARMAS<br/>TERMOSTATO ACTIVADO<br/>BATERIA BAJA<br/>FALLA DE COMUNICACION<br/>VALVULA OBTURADA<br/>MANIPULACION MANUAL</p> | <p>VALVULA SUCCION<br/>OFF</p> <p>TIPO: K120</p> <p>PLC<br/>TAG: YY 1120H B<br/>DATO: 0<br/>ABERTO: <span style="color: red;">●</span></p> <p>MODBUS<br/>MANDO: REVOY<br/>LIMITE: /ABERTO<br/>POSICION: 100%<br/>TORQUE: 100%</p> <p>ALARMAS<br/>TERMOSTATO ACTIVADO<br/>BATERIA BAJA<br/>FALLA DE COMUNICACION<br/>VALVULA OBTURADA<br/>MANIPULACION MANUAL</p> | <p>VALVULA DESCARGA<br/>OFF</p> <p>TIPO: K120</p> <p>PLC<br/>TAG: YY 1120H B<br/>DATO: 0<br/>ABERTO: <span style="color: red;">●</span></p> <p>MODBUS<br/>MANDO: REVOY<br/>LIMITE: /ABERTO<br/>POSICION: 100%<br/>TORQUE: 100%</p> <p>ALARMAS<br/>TERMOSTATO ACTIVADO<br/>BATERIA BAJA<br/>FALLA DE COMUNICACION<br/>VALVULA OBTURADA<br/>MANIPULACION MANUAL</p> | <p>VALVULA SUCCION<br/>OFF</p> <p>TIPO: K120</p> <p>PLC<br/>TAG: YY 1120H B<br/>DATO: 0<br/>ABERTO: <span style="color: green;">●</span></p> <p>MODBUS<br/>MANDO: REVOY<br/>LIMITE: /ABERTO<br/>POSICION: 100%<br/>TORQUE: 100%</p> <p>ALARMAS<br/>TERMOSTATO ACTIVADO<br/>BATERIA BAJA<br/>FALLA DE COMUNICACION<br/>VALVULA OBTURADA<br/>MANIPULACION MANUAL</p> |

ESTACION

SETEOS

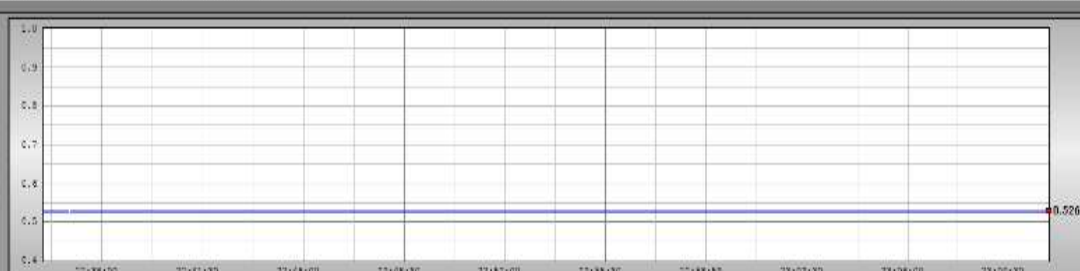
HOROMETROS

ACTUADORES

DASERVER

HISTORIAN C.

**DENSIDAD**



**ALARMAS**

1 2

RESET GEB

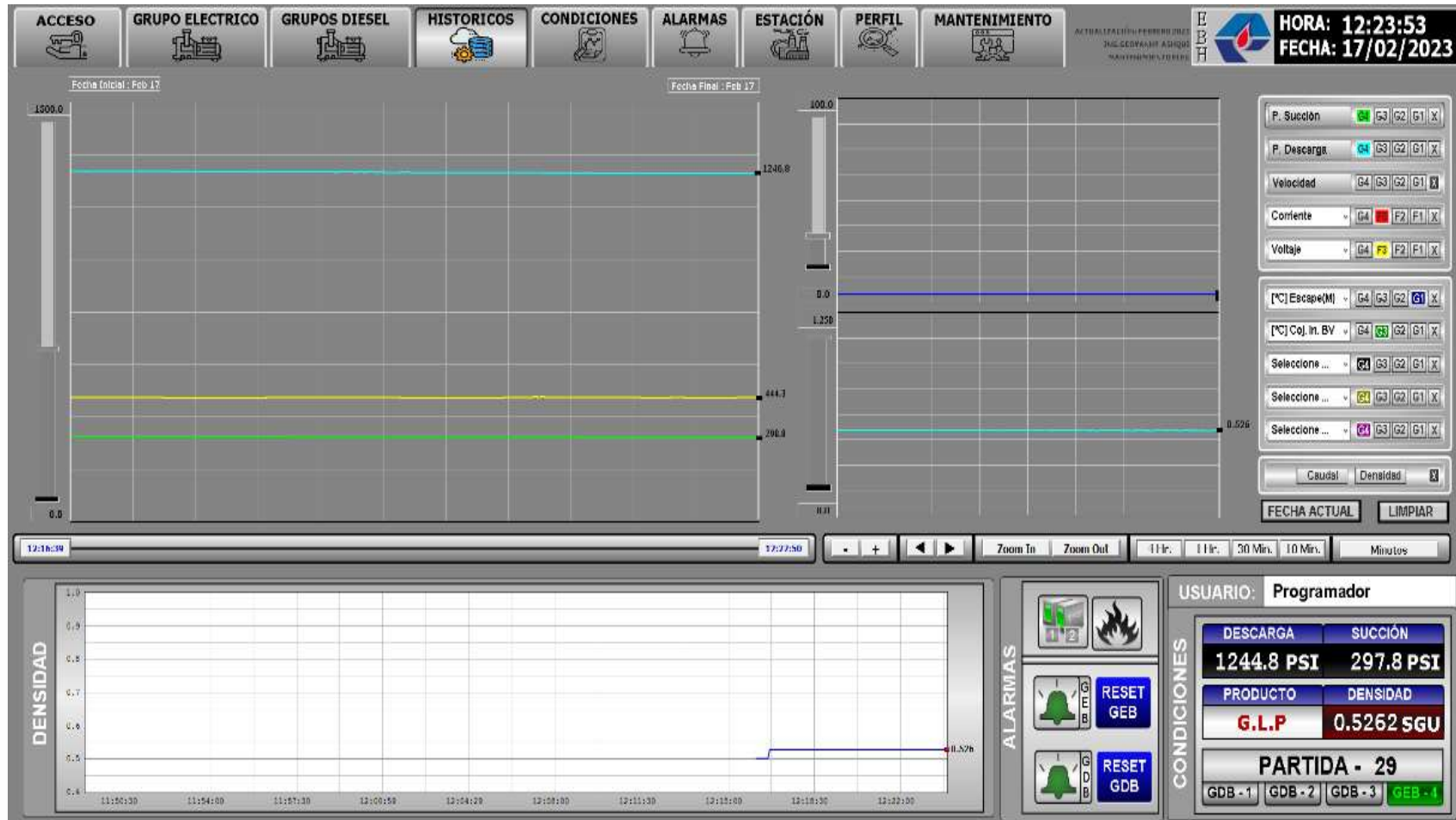
RESET GDB

USUARIO: Programador

|                     |            |
|---------------------|------------|
| DESCARGA            | SUCCION    |
| 1083.4 PSI          | 173.2 PSI  |
| PRODUCTO            | DENSIDAD   |
| G.L.P               | 0.5264 SGU |
| <b>PARTIDA - 31</b> |            |
| GDB - 1             | GDB - 2    |
| GDB - 3             | GEB - 4    |



# Pantallas



## Implementación total del sistema en el proceso



## Implementación total del sistema en el proceso



## Implementación total del sistema en el proceso





## Implementación total del sistema en el proceso



## Implementación total del sistema en el proceso



## Implementación total del sistema en el proceso





# 3. Pruebas del sistema



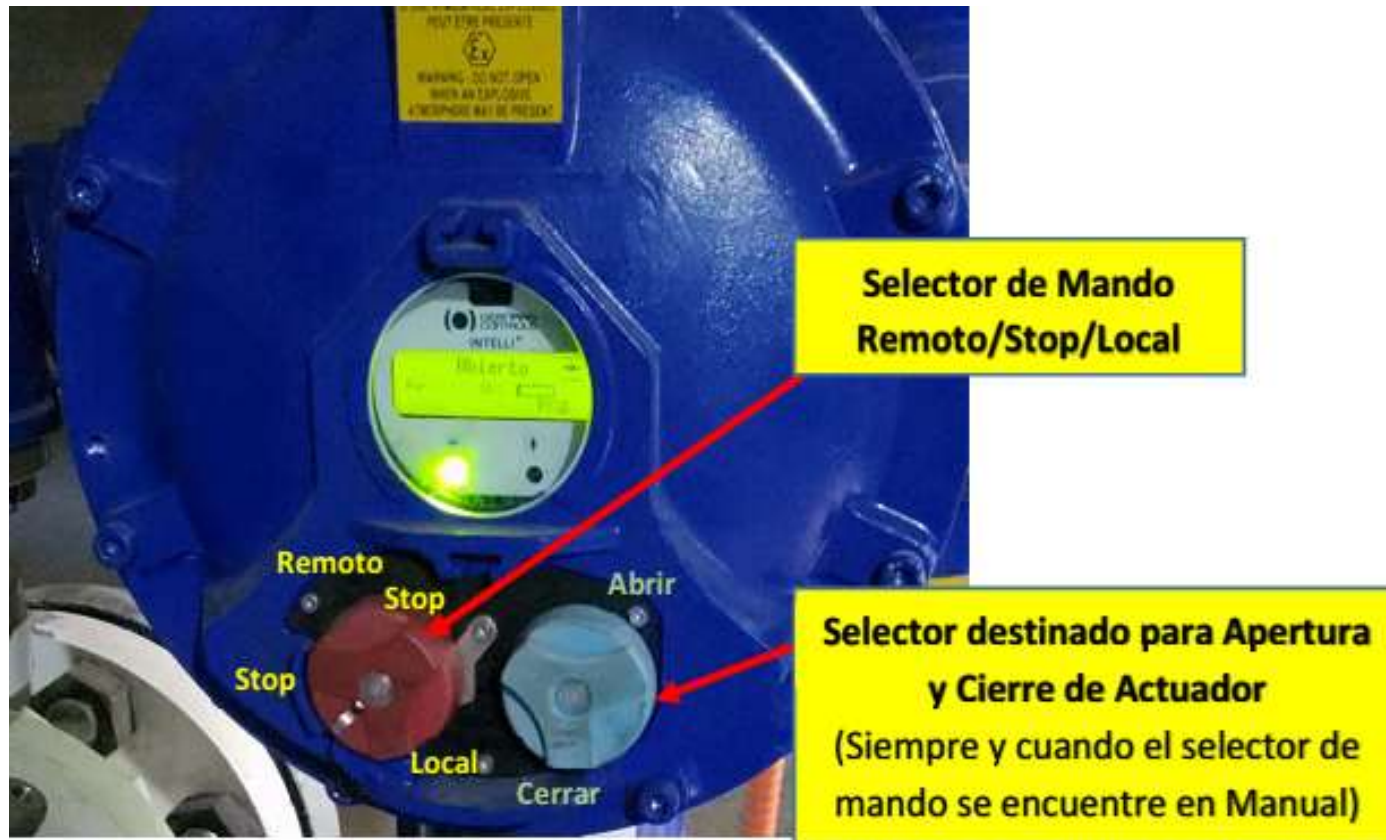
## Pruebas

Se observó que la corriente de arranque máxima del actuador es de 8 [A] y su corriente nominal 4.7[A], tiempo que tarda el actuador eléctrico en apertura o cierre es de aproximadamente 1:20 - 1:35 minutos



## Pruebas

### Accionamiento local



## Pruebas

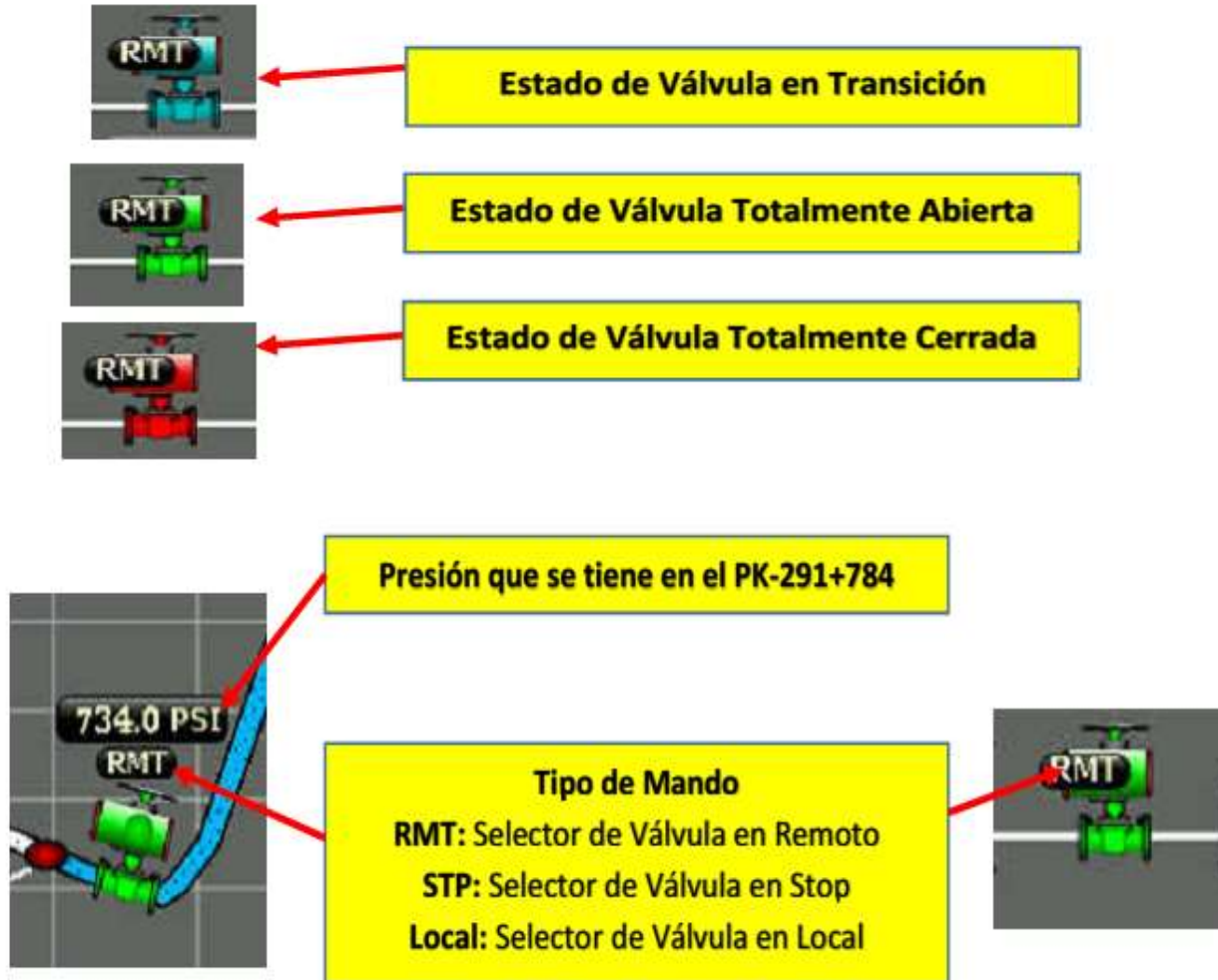
### Accionamiento Remoto



De clic Sobre el Botón "OFF" si Desea Cerrar la Válvula de Bloqueo

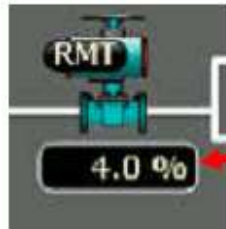
De clic Sobre el Botón "ON" si Desea Abrir la Válvula de Bloqueo

## Pruebas





## Pruebas



**Porcentaje de Apertura de Actuador**  
(Este valor solamente es visible cuando el actuador se encuentra apresurándose o cerrando)  
0 % - Cerrado  
100 % - Abierto

**VRSP-001**

1248.0 PSI  
RMT

VALVULA SAN PEDRO

OFF

TIPO: IQT20

PLC

TAG: 101

DATO: 2

ABIERTO:

MODBUS

MANDO: REMOTO

LIMITE: ABIERTO

POSICIÓN: 100.0 %

TORQUE: 12.0 %

ALARMAS

- TERMOSTATO ACTIVADO
- BATERIA BAJA
- FALLA DE COMUNICACIÓN
- VALVULA OBTRUIDA
- MANIPULACIÓN MANUAL



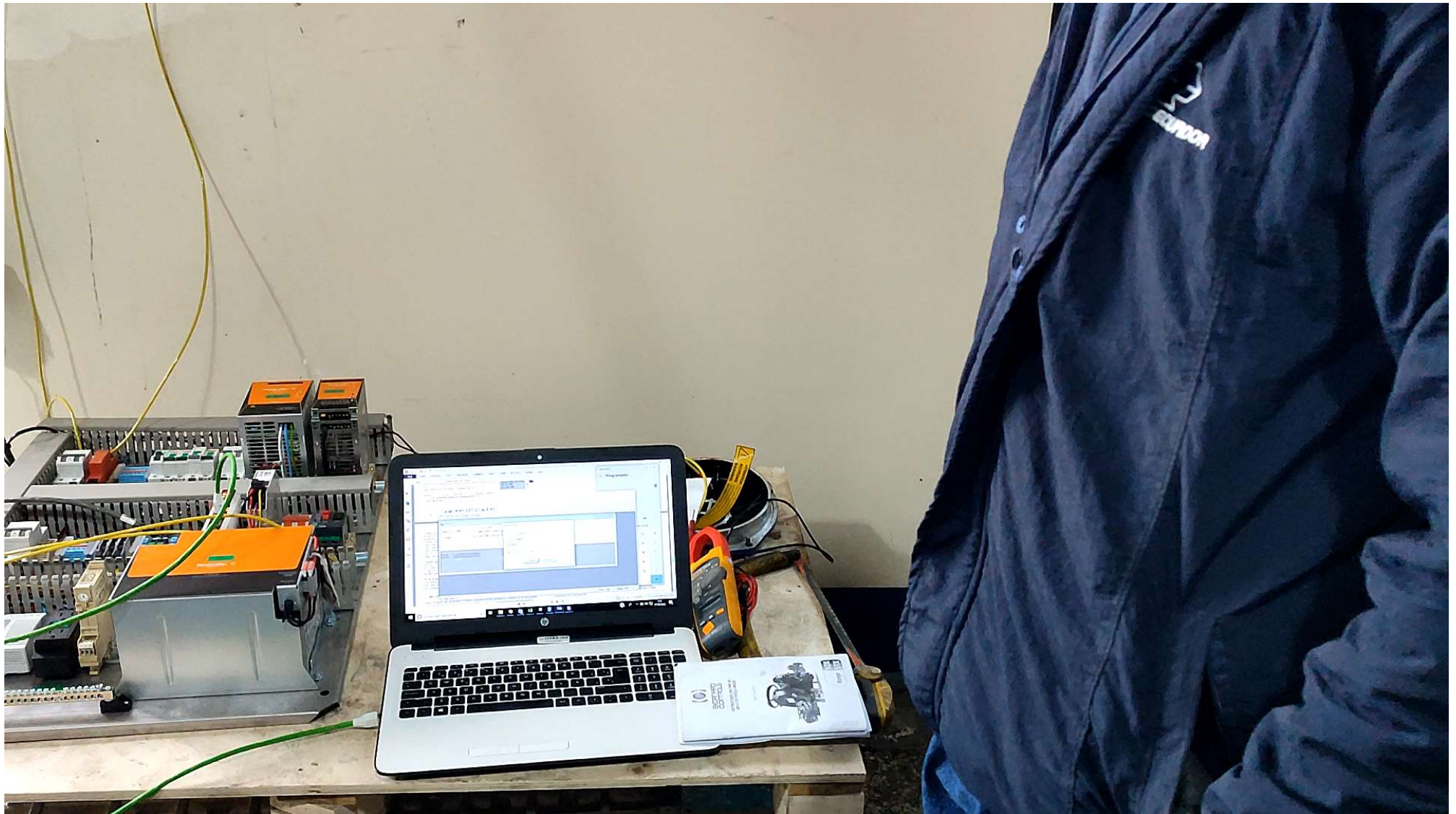
**Centro de  
Posgrados**

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

# 4. VIDEO DE FUNCIONAMIENTO



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





**Centro de  
Posgrados**

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

# BLOQUE DE CIERRE

# GRACIAS



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