

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“Diseño de la automatización de un Sistema de control de llenado de tanques de recepción, almacenamiento y control de inventario de un Terminal de combustibles”

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

Presentado por:

NELSON GREGORIO CARREÑO ACOSTA

GABRIEL GERARDO SUÁREZ ROSALES

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios Todopoderoso, A mis padres Nelson y Rosita, a mi hermana Zully, mi Tía María Esther, mi abuelito Gilberto y mi Pastora Evita por su amor incondicional, guía y cobertura.

**Nelson G. Carreño Acosta**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto se lo dedico a mi familia, que ha sido un pilar fundamental tanto en el diario vivir como en la vida estudiantil.

**Gabriel G. Suárez Rosales**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más profundo agradecimiento a Dios y a todas las personas que han contribuido positivamente en el transcurso de este proyecto. Al Mg. Damián Larco y al Mg. Dennys Cortez, por su dirección durante la realización este proyecto. Al Ing. Cesar Torres, por ayudarnos con sus amplios conocimientos en el campo petrolero. A los profesores, por sus enseñanzas durante la carrera. A mis amistades por su presta ayuda y colaboración en todo momento.

**Nelson G. Carreño Acosta**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme alcanzar una meta más, a mi familia y profesores que han contribuido con sabias enseñanzas, tanto en lo personal como en lo profesional.

**Gabriel G. Suárez Rosales**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Nelson Gregorio Carreño Acosta* y *Gabriel Gerardo Suarez Rosales* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



---

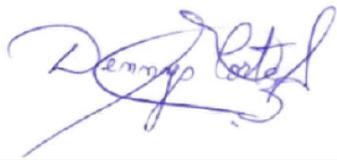
Nelson Gregorio Carreño Acosta



---

Gabriel Gerardo Suarez Rosales

## EVALUADORES



---

**Mg. Dennys Dick Cortez Álvarez**

PROFESOR DE LA MATERIA



---

**Mg. Damián Alberto Larco Gómez**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En una terminal de combustible se realiza un arduo trabajo operativo, existen muchos factores de riesgo, sean estos de salud como de seguridad industrial. En una terminal de combustible se realizan varios procesos, los cuales se deben dar bajo estándares de calidad y normas ambientales, donde la automatización se acopla para supervisar y realizar operaciones de forma remota, brindando una mejora tanto en seguridad industrial, como en el manejo de personal, y la visualización en tiempo real de proceso, brindando así una optimización de recursos y disminuyendo múltiples riesgos que hay durante las operaciones dentro de una terminal de combustible.

Por lo que se propone desarrollar un diseño de un sistema para el control y supervisión de una Terminal de combustible, el cual constara de tres tanques para el almacenamiento de derivados de hidrocarburos como la gasolina y el diésel. Dentro de una Terminal de combustible se desarrollan los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de combustibles, a su vez se debe realizar un inventario en el cual se indique el volumen del combustible almacenado y despachado.

Para el diseño se utilizó un controlador industrial en conjunto con una estación de computadora industrial para el sistema SCADA, que nos permite monitorear y controlar las válvulas y las variables medidas en los tanques.

Como resultado en la terminal de combustible, se obtiene en tiempo real una interfaz industrial con el sistema SCADA y una interfaz administrativa donde se encuentra condensada la información más importante para futuras decisiones, a su vez se cuenta con un inventario y una base de datos, con lo cual se podrá tener los registros del volumen que se tiene almacenado en cada uno de los tres tanques.

**Palabras Clave:** terminal de combustible, sistema SCADA, control, inventario.

## **ABSTRACT**

In a fuel terminal, arduous operational work is carried out, there are many risk factors, be they health or industrial safety. Several processes are carried out in a fuel terminal, which must be carried out under quality standards and environmental norms, where automation is coupled to supervise and perform operations remotely, providing an improvement in both industrial safety and the management of personnel, and the real-time visualization of the process, thus providing optimization of resources and reducing multiple risks that exist during operations within a fuel terminal.

Therefore, it is proposed to develop a design for a system for the control and supervision of a fuel terminal, which will consist of three tanks for the storage of hydrocarbon derivatives such as gasoline and diesel. Within a fuel terminal, the processes of reception, storage, and dispatch of fuels are developed, once an inventory must be carried out in which the volume of fuel stored and dispatched is indicated.

For the design, an industrial controller was used in conjunction with an industrial computer station for the SCADA system, which allows us to monitor and control the valves and the variables measured in the tanks. As a result, in the fuel terminal, an industrial interface with the SCADA system and an administrative interface is obtained in real-time when the most important information for future decisions is condensed, in turn, there are an inventory and a database, With which it will be possible to have the records of the volume that is stored in each of the three tanks.

**Keywords:** fuel terminal, SCADA system, control, inventory.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE GENERAL .....	X
ABREVIATURAS .....	XIV
SIMBOLOGÍA .....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVIII
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos .....	2
1.3.1 Objetivo General .....	2
1.3.2 Objetivos Específicos .....	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Hidrocarburos.....	3
1.4.2 Gasolina .....	3
1.4.3 Gas licuado GLP .....	3
1.4.4 Diésel .....	3
1.4.5 Terminal de combustible .....	4
1.4.6 Recepción – Descarga .....	4
1.4.7 Almacenamiento.....	4
1.4.7.1 Tanques atmosféricos.....	5

1.4.8	Área de carga y distribución. ....	5
1.4.8.1	Bombas de distribución. ....	5
1.4.8.2	Brazos de carga. ....	5
1.4.9	Automatización de procesos industriales. ....	5
1.4.9.1	Protocolos de comunicación ....	6
1.4.9.2	Protocolo de comunicación HART ....	6
1.4.9.3	Protocolo de comunicación Profibus ....	6
1.4.9.4	Protocolo de comunicación Ethernet/IP ....	7
1.4.9.5	Protocolo de comunicación Modbus. ....	7
1.4.10	Diagramas P&ID. ....	7
1.4.11	Lenguajes de programación. ....	8
1.4.12	Sistema SCADA. ....	8
1.4.13	Node-RED.....	9
CAPÍTULO 2 .....		10
2.	Metodología .....	10
2.1	Descripción del sistema. ....	10
2.1.1	Recepción de combustibles .....	10
2.1.2	Almacenamiento de combustibles .....	11
2.1.3	Despacho de combustibles .....	12
2.2	Elementos del Diseño .....	12
2.2.1	Instrumentación .....	12
2.2.1.1	Instrumentación recepción. ....	12
2.2.1.2	Instrumentación almacenamiento. ....	13
2.2.1.3	Instrumentación despacho. ....	17
2.2.2	PLC SIMATIC S7-1500 Serie CPU 1517-3 PN/DP .....	18
2.2.3	Estación SIMATIC PC .....	20

2.3	Arquitectura de comunicación a nivel de supervisión. ....	20
2.4	Conexiones del PLC .....	21
2.5	Diseño de la Programación .....	21
2.6	Lazo Cerrado de Control .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CAPÍTULO 3 .....		23
3	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	23
3.1	Arquitectura para la automatización de una terminal de combustible. ...	23
3.1.1	Arquitectura a nivel de campo. ....	23
3.1.2	Arquitectura para las válvulas actuadoras y el concentrador. ....	25
3.1.3	Arquitectura de control .....	26
3.1.4	Arquitectura de supervisión .....	26
3.2	Tablero de control .....	27
3.2.1	Equipos y elementos de control. ....	27
3.3	Segmentos de programación .....	27
3.3.1	Programación para la simulación de cuarto de bombeo .....	28
3.3.2	Entrega de succión y descarga de los cuartos de bombeo.....	29
3.3.3	Alineación de válvulas .....	30
3.4	Sistema SCADA .....	31
3.5	Inventario para el volumen de combustibles.....	33
3.6	Controlador Accuload III .....	34
3.7	Análisis de costos .....	35
CAPÍTULO 4 .....		37
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
4.1	Conclusiones .....	37
4.2	Recomendaciones .....	39
Bibliografía .....		40

ANEXOS .....	42
ANEXO 1.- diagrama P&ID PARA TERMINAL DE COMBUSTIBLE .....	42
ANEXO 2.- Dimensiones TABLERO DE CONTROL .....	43
ANEXO 3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INDICADOR DE NIVEL.....	45
ANEXO 4.- Especificaciones técnicas de transmisor de temperatura rosemount 2240s 49	
ANEXO 5.- Especificaciones técnicas VÁLVULA ROTATIVA 8580 .....	52
ANEXO 6.- Especificaciones técnicas CONTROLADOR DIGITAL DE VÁLVULA....	54
ANEXO 7.- Especificaciones técnicas MEDIDOR DE DENSIDAD .....	57
ANEXO 8.- Especificaciones técnicas PLC S7-1500 CPU-1517-3PN/DP .....	61
ANEXO 9.- Especificaciones técnicas Accuload iii.....	66
ANEXO 10.- Planos eléctricos .....	71

## **ABREVIATURAS**

PLC	Controlador Lógico Programable
HMI	Interfaz Hombre-Máquina
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
FIEC	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
FBD	Function Block Diagram
ADC	Convertidor Analógico Digital
PID	Proportional, Integral, Derivative
P&ID	Piping and instrumentation diagram

## SIMBOLOGÍA

m	metro
m <sup>3</sup>	metro cúbico
GLS	Galones líquidos
V	voltio
A	amperio
mA	miliamperio
W	watt

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de flujo del sistema de un terminal de combustibles.....	10
Figura 2.2 Diagrama de flujo para el almacenamiento de combustibles .....	11
Figura 2.3 Diagrama de flujo para el despacho de combustibles. ....	12
Figura 2.4 Medidor de densidad compacto CMD .....	13
Figura 2.5 Indicador de nivel por radar con antena parabólica. Rosemount 5900C .....	14
Figura 2.6 Transmisor de Temperatura Rosemount 2240S .....	14
Figura 2.7 Transmisor de Temperatura Rosemount 2240S .....	15
Figura 2.8 Válvula rotativa <b>Fisher TM 8580</b> .....	16
Figura 2.9 Controlador digital de válvula <b>Fisher TM FIELDVUE TM DVC6200p</b> . 16	
Figura 2.10 Actuador Fisher 2052. ....	17
Figura 2.11 Medidores ELITE de caudal y densidad .....	18
Figura 2.12 Tabla de Variables del Sistema. ....	19
Figura 2.13 PLC S7 15000. ....	20
Figura 2.14 Estación SIMATIC PC. ....	20
Figura 2.15 Comunicación entre la red Industrial .....	21
Figura 2.16 Programación LADDER del Diseño de Automatización .....	22
Figura 2.17 Diagrama de Bloques del Lazo de Control. ¡ <b>Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 3.1 Arquitectura con instrumentos de medición.....	24
Figura 3.2 Arquitectura para actuadores y concentrador de tanques.....	25
Figura 3.3 Arquitectura general del sistema .....	26
Figura 3.4 Esquema del tablero de control .....	27
Figura 3.5 Programación para la puesta en marcha del cuarto de bombas. ..	28
Figura 3.6 Alineación de válvulas en la etapa de succión y de descarga.....	29
Figura 3.7 Apertura de válvulas hacia los manifold. ....	29
Figura 3.8 Alineación de las válvulas que se encuentran en la línea principal. 30	
Figura 3.9 Apertura de válvulas hacia el manifold. ....	31
Figura 3.10 Recepción de Combustibles en el Sistema SCADA.....	32

Figura 3.11 Almacenamiento de Combustible en el Sistema SCADA.....	32
Figura 3.12 Despacho de Combustibles en el Sistema SCADA.....	33
Figura 3.13 Interfaz de inventario de volumen almacenado en los tanques. ...	33
Figura 3.14 Sistema para Accuload III .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tabla de Direcciones IP del Diseño de Automatización. ....	21
Tabla 3.1 Consumo de energía de los dispositivos de campo .....	24
Tabla 3.2 Lista de equipos para tablero de control.....	35
Tabla 3.3 Lista de instrumentación de campo .....	36
Tabla 3.4 Presupuesto general.....	36

# CAPÍTULO 1

## 1. Introducción

### 1.1 Descripción del problema

La automatización industrial en nuestro país viene creciendo de la mano con el sector industrial, pues dentro de una industria se llevan a cabo diferentes procesos de producción, en el caso de una Terminal de Combustible se tienen los procesos de recepción, almacenamiento y despacho, de gasolina y diésel. Estos procesos requieren de un control preciso, que brinde eficiencia y seguridad al momento de trabajar con un producto que es explosivo.

Los hidrocarburos deben ser transportados por tuberías desde un punto inicial, que puede ser desde otra terminal de combustible, desde una refinería, desde un barco ubicado en un muelle marítimo o desde un autotanque, hacia los tanques de almacenamiento que se encuentran dentro de la terminal, lo cual debe tener un alto grado de seguridad, con el fin de evitar posibles derrames de combustible, ya que esto provocaría contaminación ambiental y cuantiosas pérdidas económicas.

Para ello en el presente proyecto se plantea el diseño de un sistema automatizado, que permita almacenar y despachar combustible a través de un sistema de control que permita monitorear y tomar decisiones sobre los actuadores que forman parte del sistema.

La instrumentación de campo debe tener certificaciones que le permitan trabajar en zonas 0 o 1, y que mediante el uso de los protocolos de comunicación y topologías de red que existen se pueda crear una arquitectura para el control del proceso de recepción y almacenamiento.

También se desarrollará un sistema SCADA que permita el control, supervisión y recopilaciones de datos sobre cada uno de los elementos de campo.

## **1.2 Justificación del problema**

Una terminal de combustibles tiene las funciones de recibir, almacenar y despachar los diferentes derivados de petróleo, tales como gasolina, gas licuado (GLP) y Diésel, de los diferentes poliductos de la red nacional de combustibles. Estos derivados deben ser almacenados de forma segura en los tanques que se encuentran en la terminal de combustible, pues las tuberías por donde se realiza la transportación, es la misma para los tres tipos de derivados, por tal motivo se debe de tener el cuidado de no mezclar los productos, pues una mezcla inapropiada, es causal de grandes pérdidas económicas.

Los combustibles almacenados en cada uno de sus respectivos tanques sirven para cubrir la demanda de estos hidrocarburos en el área local donde se encuentra ubicada la terminal. En los terminales también se despacha los combustibles almacenados, lo que implica evitar el más mínimo derrame de estos, ya que puede provocar contaminación al medio ambiente e incluso afectar la salud y seguridad del personal a cargo de la actividad en cuestión,

En los procesos de almacenamiento y despacho existen variables que deben ser registradas y actualizadas constantemente, debido a que estas variables son muy dinámicas, los procesos se pueden realizar simultáneamente, es decir que se puede almacenar y despachar a la vez.

Todo lo antes mencionado debe ser controlado de forma segura y precisa, para lo cual se ofrece un sistema SCADA para el control y supervisión de cada uno de los procesos, de tal modo que se eviten contaminaciones ambientales, pérdidas económicas o se tenga un desbalance en las cantidades de volúmenes que se manejan en el inventario de combustible.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema automatizado de control de llenado de tanques de recepción y almacenamiento, y de inventario de un Terminal de combustible, para un buen manejo del sistema, empleando la herramienta de programación TIA Portal de SIEMENS.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar un sistema SCADA que permita visualizar las partes relevantes del proceso de almacenamiento y despacho de combustibles.
- Elaborar planos eléctricos y diagramas P&ID empleando herramientas CAD.
- Realizar la programación del sistema de control, mediante el lenguaje de programación Ladder que permiten el PLC S7-1500.
- Elaborar un presupuesto, para el caso de una futura implementación.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Hidrocarburos**

Los hidrocarburos están compuestos por átomos de carbono e hidrógeno, que dependiendo del tipo de hidrocarburo tiene una cierta estructura. La mayor parte de hidrocarburos son provenientes del petróleo, el cual tiene gran concentración de carbono e hidrógeno. Los hidrocarburos son un recurso no renovable [1].

### **1.4.2 Gasolina**

Es también conocida como nafta o bencina, se obtiene de la destilación del petróleo cuando se lo somete temperaturas que oscilan entre 70°C y 180°C. Según el grado de octanaje existen diferentes tipos de gasolina tales como súper, extra y ecopaís [2].

### **1.4.3 Gas licuado GLP**

Resulta de la combinación de hidrocarburos como es el propano, butano y otros en menor porcentaje. Cuando este está en estado líquido se transporta con facilidad, una vez que se enfría el GLP se almacena en los respectivos tanques. Se lo emplea en los hogares para cocinar, en calentadores de agua, en vehículos, entre otras aplicaciones [3]

### **1.4.4 Diésel**

También conocido como gasóleo o gasoil se obtiene de la destilación del petróleo, cuando el petróleo es sometido entre los 200 °C y 380 °C. Existen de diferentes clases según el tipo de aplicación tales como: vehículos, maquinaria agrícola, embarcaciones, calderas entre otras aplicaciones [4]

#### **1.4.5 Terminal de combustible**

Es una unidad operativa de recepción, almacenamiento y despacho de hidrocarburos. La recepción se puede dar por tuberías desde buques o camiones cisterna hacia los tanques situados en tierra o por los poliductos cercanos al Terminal. Para el presente proyecto se trabajará con tres tanques de almacenamiento [5].

#### **1.4.6 Recepción – Descarga**

Para el proceso de recepción, el producto debe cruzar por tubería hacia los tanques de almacenamiento, a lo largo de la tubería se tienen varias secciones, en donde antes y después de estas hay válvulas, que requieren ser monitoreadas y alineadas según el tipo de combustible que se va a almacenar, debido a que por una misma tubería circularan tres productos diferentes.

A demás del monitoreo de válvulas, para el traslado se necesita un cuarto de bombas donde se debe monitorear el encendido y apagado de las mismas. Durante el traslado, los combustibles deben pasar por diferentes medidas de presión, por un elemento filtrante, luego por un sistema de medición, para que con ayuda de una válvula manifold se distribuya a los tanques respectivos [6].

Cabe aclarar que la mayor parte de este proceso debe ser de forma presencial y manual, debido a que antes de almacenar en los tanques se debe tomar muestras del producto que se recibe y constatar que cumpla con la calidad establecida del producto [7].

#### **1.4.7 Almacenamiento**

Para el almacenamiento de cada uno de los combustibles se cuenta con tres tanques ubicados en tierra debidamente identificados y clasificados según el combustible a almacenar. Los tres tanques son de tipo atmosférico y de techo fijo, sobre cada tanque se montará un transmisor de nivel, un transmisor de temperatura e interruptores de nivel.

Con ayuda de estos instrumentos se controla el nivel del tanque, para lo cual se ejerce control sobre las válvulas, dos de las válvulas a controlar se encuentran una a la entrada y otra a la salida del tanque. También es necesario medir la temperatura a la que se encuentra el combustible y calcular los volúmenes de combustibles tanto en la recepción como en el despacho [8].

#### **1.4.7.1 Tanques atmosféricos.**

Son de tipo cilindro, se colocan de forma vertical y pueden se techo fijo o de techo flotante. En el caso de los tanques de techo fijo se genera un vapor entre la superficie del líquido y el techo exterior, mientras que los tanques con techo flotante la superficie del líquido esta junto al techo, según el líquido, el servicio y el tamaño se dimensiona el techo [8].

#### **1.4.8 Área de carga y distribución.**

En esta área se distribuye lo almacenado en los tanques, a los camiones cisterna **que ingresan a las “islas de despacho”**, para ello se cuenta con bombas de distribución, brazos de carga y se debe cumplir con las normas de seguridad para trabajar en esta área.

##### **1.4.8.1 Bombas de distribución.**

Las bombas están ubicadas dentro de un cuarto, para poder distribuir los combustibles almacenados se requiere de bombas centrífugas, que permitan trasladar el producto desde los tanques de reservorio hasta los camiones cisterna.

##### **1.4.8.2 Brazos de carga.**

**Tienen la función de dar paso al combustible desde la “Isla de Despacho”** al camión cisterna. El llenado del camión cisterna se lo puede realizar desde la parte superior, por caída libre o con tubería sumergida, o desde la parte inferior; donde este último genera una menor área de la fase vapor-líquido, que es provocada al ingreso del combustible [9].

#### **1.4.9 Automatización de procesos industriales.**

La automatización de procesos industriales genera una mayor eficiencia, confiabilidad y seguridad en cada una de las operaciones que implican los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de combustibles. Para lograr la automatización se requiere de un sistema de control que permita censar variables físicas como temperatura, altura, presión y densidad, con el fin de generar acciones de control sobre las válvulas y bombas que entran en acción cuando se recibe o despacha un combustible.

Toda la información que brindan los dispositivos de campo que deben llegar a un PLC central, el cual procesará la información y compartirá con el computador industrial, que es donde se tendrá el sistema SCADA.

#### **1.4.9.1 Protocolos de comunicación**

Existen diferentes protocolos de comunicación, que pueden ser cerrados o abiertos. Los cerrados son propios de un fabricante y solo permite la comunicación entre elementos del mismo fabricante, mientras que los protocolos de comunicación abiertos permiten comunicar todos los elementos del sistema sin importar quien los fabrico, siempre y cuando dichos elementos cumplan con los requisitos del protocolo a usar, entre los protocolos de comunicación que serán empleados para el desarrollo del proyecto se tiene:

- Hart
- Profibus
- Modbus
- Ethernet/IP
- FOUNDATION Fieldbus.

#### **1.4.9.2 Protocolo de comunicación HART**

Es protocolo estándar global que permite enviar y recibir información digital, mediante la señal de corriente analógica de 4-20 mA, que se emplea en la mayoría de los instrumentos de campo. La señal digital viene dada en 1 cuando la frecuencia individual es de 1200 Hz, y 0 cuando la frecuencia es 2200 Hz.

La tecnología HART ofrece varios beneficios, uno de ellos es el empleo de conexión inalámbrica con cada uno de los dispositivos ubicados en campo, con lo cual se ahorraría el uso de cables. Además, facilita información digital del proceso, mantenimiento y diagnóstico del sistema donde es implementado. También es confiable, simple y fácil de usar [10].

#### **1.4.9.3 Protocolo de comunicación Profibus**

Es una norma internacional, que se basa en el bus de campo PROFIBUS & PROFINET, permite la comunicación entre sistema de control y los dispositivos de campo descentralizados tales como sensores y actuadores [11].

Tiene diversos perfiles de aplicación, tales como:

- Profibus DP: DP quiere decir periféricos descentralizados, es decir que este perfil es orientado a la comunicación entre el controlador y los sensores y actuadores.
- Profibus PA: PA se refiere a la automatización de procesos, diseñado para fortalecer el control de proceso de un sistema.
- Profibus FMS: permite la comunicación entre equipos de automatización, para la transferencia de datos, en los niveles altos de la jerarquía de la automatización.

#### **1.4.9.4 Protocolo de comunicación Ethernet/IP**

Es un protocolo de comunicación industrial, que se usa comúnmente en los niveles altos de la automatización, para transferir datos a una velocidad de 10 o 100 Mbps, esto va a depender de las distancias a las que se encuentren los dispositivos de control, módulos, entre otros. También es fácil de configurar, mantener, operar y ampliar [12].

#### **1.4.9.5 Protocolo de comunicación Modbus.**

Este protocolo se basa en la arquitectura maestro-esclavo, permitiendo la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Existen varias versiones del protocolo ModBus de conexión por puerto serial [13].

Entre las versiones del protocolo se tiene:

- ModBus/TCP.
- ModBus RTU

#### **1.4.10 Diagramas P&ID.**

Los diagramas P&ID permiten mostrar el flujo del proceso en las tuberías, los equipos que están inmersos en el proceso y el instrumental. Para lo cual se requiere de normas que permitan la identificación de cada uno de los elementos.

Entre las normas que figuran están:

- ANSI/ISA 5.1 norma para la simbología e identificación de instrumentos.
- ANSI/ISA 5.4 para diagramas de lazo de instrumentación.

- ANSI/ISA 5.5 para símbolos gráficos que permitan la visualización del proceso.
- DIN 19227 parte 1 que comprenden los códigos de instrumentos y controles
- DIN 19227 parte 2 para símbolos y gráficos.

También se tiene que tomar en cuenta la norma API para el proceso de medición de tanques que almacenan hidrocarburos.

#### **1.4.11 Lenguajes de programación.**

Existen diversos lenguajes de programación con los que se puede programar el sistema de control para un sistema. Entre los lenguajes que existen están:

- SFC permite la programación de modo gráfico y secuencial, teniendo etapas y transiciones, donde las transiciones sirven para poder pasar de una etapa a otra.
- FBD es un lenguaje gráfico de alto nivel, usa bloques funcionales, que resumen las funciones básicas como **and**, **or**, **xor**, entre otras. Con los cuales se puede realizar operaciones de lógica booleana, por lo que el usuario ya no se preocupa de la configuración de cada una de las funciones.

Todos estos tipos de lenguajes mencionados pueden implementarse en los controladores lógicos programables, dependiendo del tipo de controlador con el que se quiera trabajar, debido a que no todos se pueden programar con los mismos lenguajes de programación.

#### **1.4.12 Sistema SCADA.**

Es una aplicación de software que es diseñada sobre uno o varios computadores, por medio del cual se puede supervisar y controlar los procesos de producción de una planta, ya que en el sistema SCADA se podrá observar sensores, actuadores, estado de tanques, motores, entre otros elementos que son parte del sistema de producción y que son necesarios monitorear y controlar [14].

Para el caso de una Terminal de combustibles, es necesario observar y controlar la apertura o cierre de válvulas, ver la temperatura y los niveles de combustible almacenado en cada uno de los tres tanques.

Su estructura básica comienza desde un PLC, en el cual se conectan todas las máquinas, sensores, actuadores entre otros dispositivos, de manera que reúna toda la información de estos elementos y los envíe a los ordenadores con el software SCADA. Para establecer la comunicación entre el PLC y el computador donde está el software del SCADA, existen varios protocolos de comunicación que se pueden implementar con fibra óptica o cableado especial para cada protocolo.

#### **1.4.13 Node-RED.**

Es una herramienta de programación que permite obtener información, de los dispositivos conectados a un proceso, a través de un editor de flujo, donde los elementos de la aplicación se pueden almacenar o compartir para un nuevo uso [15].

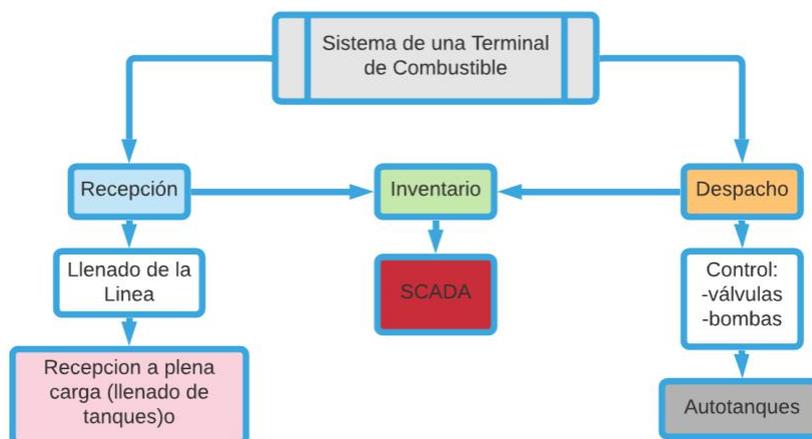
# CAPÍTULO 2

## 2. Metodología

En el presente capítulo se presenta el diseño de automatización de una terminal de combustibles, aprovechando los diferentes tipos de instrumentación para la medición y control, actuadores para realizar fuerza y control, comunicaciones y redes industriales, y un Sistema SCADA que nos permitirá monitorear cada una de las etapas que comprende el proceso de almacenamiento y despacho de combustibles además de una aplicación de inventariado para él sistema.

### 2.1 Descripción del sistema.

Una terminal de combustibles tiene varios procesos que demandan de un sistema automatizado, para lograr dicho sistema se debe conocer cada una de las partes del proceso de recepción, almacenamiento y despacho de combustibles.



**Figura 2.1 Diagrama de flujo del sistema de un terminal de combustibles**

**Fuente:** [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2146/durand\\_r.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2146/durand_r.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

#### 2.1.1 Recepción de combustibles

El combustible que se va a almacenar puede provenir de diferentes puntos, tales como muelles, refinerías, poliductos, entre otros. El combustible es empujado por acción de bombas ubicadas en estaciones de bombeo, a través de tuberías, las cuales poseen un conjunto de válvulas y sensores, que permiten el control y monitoreo en la recepción [16].

## 2.1.2 Almacenamiento de combustibles

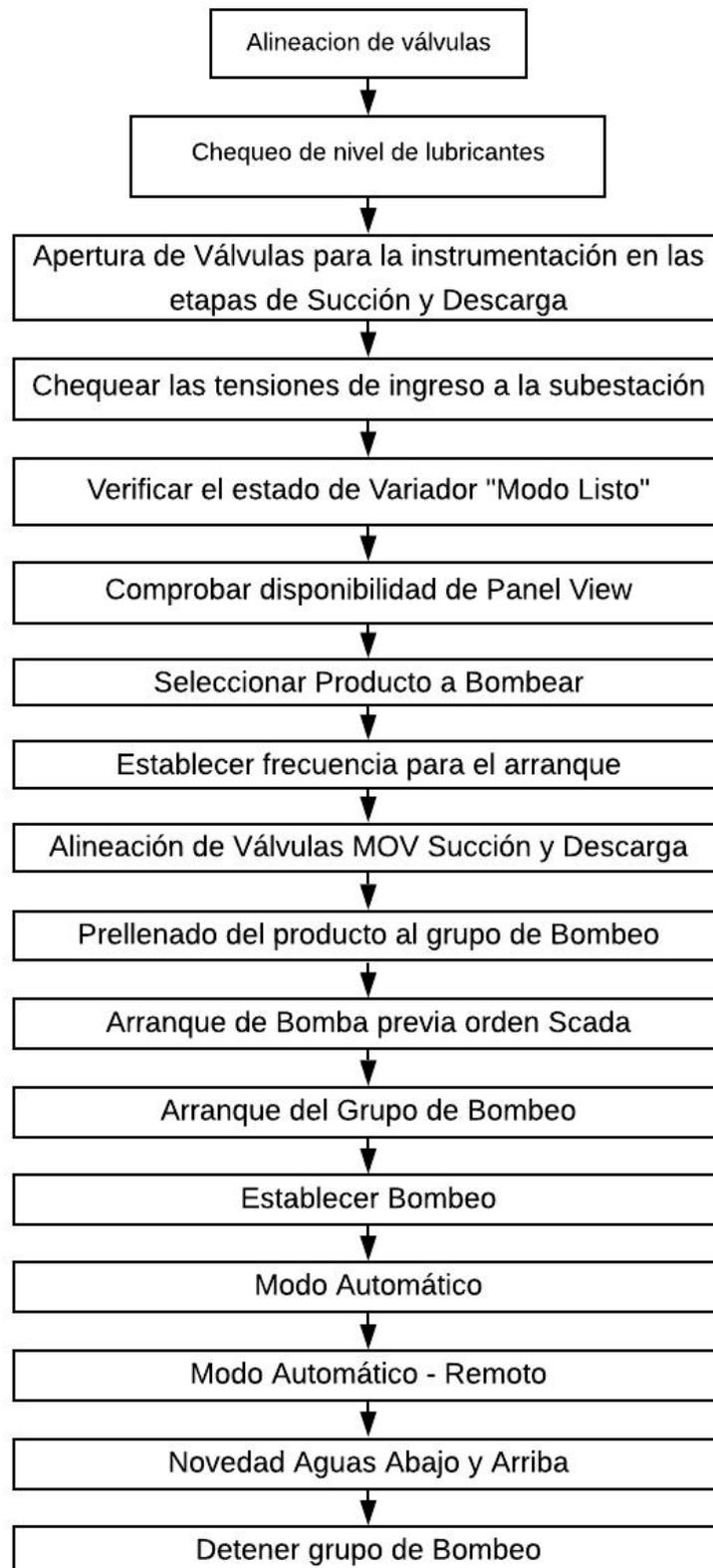


Figura 2.2 Diagrama de flujo para el almacenamiento de combustibles

### 2.1.3 Despacho de combustibles

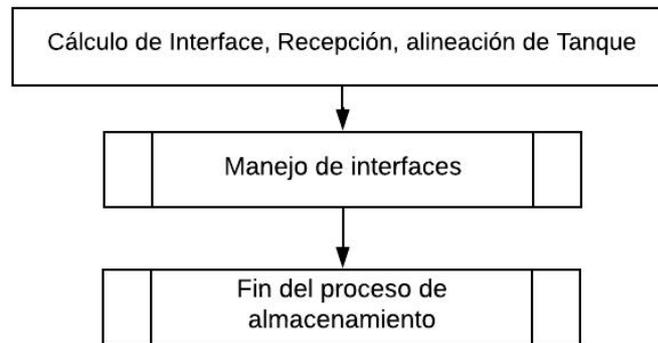


Figura 2.3 Diagrama de flujo para el despacho de combustibles.

## 2.2 Elementos del Diseño

### 2.2.1 Instrumentación

Dentro de la instrumentación que comprende el proceso de almacenamiento y despacho, se tiene varios sensores que permiten la medición de presión, posición, potencial, intensidad, temperatura, densidad, entre otras variables más. Estos sensores se pueden clasificar según el tipo de funcionamiento, características físicas, comunicación, alimentación, seguridad y transmisión de información.

#### 2.2.1.1 Instrumentación recepción.

El proceso de recepción de combustibles de un terminal puede contar con la siguiente instrumentación:

#### **Medidor de densidad compacto Micro Motion**

Este instrumento emplea tecnología de medición de doble tubo curvado, con el fin de medir la densidad del fluido que es trasladado hacia los tanques de almacenamiento. Es diseñado para la medición de productos tales como petróleo crudo, alcohol, hidrocarburos refinados y muchos líquidos de procesos agresivos. Entre las características de este medidor se tiene:

- Posee un transmisor integrado que acepta comunicaciones TPS a 2 hilos, Modbus RS-485, HART, analógicas de 4 a 20 mA y Wireless HART.
- Compatibles con muchos protocolos, para la conexión al PLC.
- Mejora la determinación de la calidad del producto y reduce la degradación de las tuberías de productos múltiples.



**Figura 2.4 Medidor de densidad compacto CMD**

**Fuente:** <https://www.emerson.com>

#### **2.2.1.2 Instrumentación almacenamiento.**

En los tanques de almacenamiento se tiene los siguientes elementos:

##### **Indicador de nivel por radar Rosemount 5900C**

Indicador de nivel por radar sin contacto, con antena parabólica, es ideal para tanques de techo fijo y sin tubo tranquilizador y posee las siguientes características:

- Para la funcionalidad completa, se puede lograr con cableado o de forma inalámbrica.
- El radar es de un haz angosto, por lo que se puede ubicar cerca de la pared del tanque.
- Para la comunicación emplea **FOUNDATION™** Fieldbus a través de dos hilos (IEC 61158).
- Certificación SIL 2.
- Tolerante a la condensación y acumulación de producto.



**Figura 2.5 Indicador de nivel por radar con antena parabólica. Rosemount 5900C**

**Fuente:** <https://www.emerson.com/documents/automation/hoja-de-datos-del-producto-rosemount-5900c-indicador-de-nivel-por-radar-es-es-81336.pdf>.

### **Transmisor de temperatura Rosemount 2240S**

Es usado en aplicaciones de transferencia de custodia exigentes, donde se requiere datos precisos de temperatura, para lo cual se emplea elementos Pt 100 que son ubicados a diferentes alturas del tanque, dentro de un tubo hermético flexible, al final del tubo se coloca la sonda del sensor de nivel de agua para medir la cantidad de agua que hay en los tanques. Este transmisor posee las siguientes características:

- Comunicación: **FOUNDATION™** Fieldbus Y alimentación de 2 hilos.
- Tiene protección IP 66/67.
- Rango de medición temperatura: -200 a 250 °C (-328 a 482 °F).



**Figura 2.6 Transmisor de Temperatura Rosemount 2240S**

**Fuente:** <https://www.emerson.com/documents/automation/hoja-de-datos-del-producto-rosemount-2240s-transmisor-de-temperatura-de-m%C3%BAltiples-entradas-es-es-81458.pdf>

## Interruptor de nivel Rosemount™ 2120

Este será empleado como indicador los niveles alto-alto y bajo-bajo del tanque, donde el nivel alto-alto es cuando el nivel de combustible ha alcanzado el nivel más alto del tanque y puede ser causante de derrame. El nivel bajo-bajo es considerado cuando el combustible almacenado está a punto de agotarse y sirve como protección para la bomba de succión.



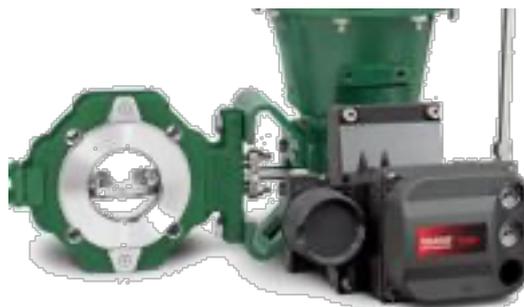
**Figura 2.7 Transmisor de Temperatura Rosemount 2240S**

**Fuente:** <https://www.emerson.com/documents/automation>

## Válvula rotativa 8580 de Fisher™

Ofrece un control de obturación y un funcionamiento de cuarto de vuelta de cierre automático, incorpora un disco de montaje excéntrico, que permite mejorar la capacidad de cierre. Además, posee las siguientes características:

- Ideal para aplicaciones abierto/cerrado de líquido y gas.
- Para flujos con característica lineal.
- La fuente de alimentación puede ser: eléctrico, hidráulico, neumático, engranaje, entre otros.
- La válvula funcionara a temperaturas elevadas.
- En conjunto con el actuador se puede empujar hacia arriba o hacia abajo, para abrir o cerrar.



**Figura 2.8 Válvula rotativa Fisher™ 8580**

Fuente: <https://www.emerson.com>

### **Controlador de válvula digital Fisher™ FIELDVUE™ DVC6200P**

Es un instrumento de comunicación PROFIBUS PA, que convierte la señal de control digital, en una señal de salida neumática que sirve para que el actuador realice una acción. Tiene las siguientes características:

- Resistente a los efectos de vibración, temperatura y entornos corrosivos.
- Fluido de suministro: aire o gas natural.
- Permite auto diagnosticar el funcionamiento y la condición operativa de la válvula, sin la necesidad de parar el proceso ni retirara la válvula de la línea. Entre lo que puede diagnosticar está el atasco de la válvula, resorte roto en el actuador, determinar que el suministro de aire está sucio, entre otros problemas.



**Figura 2.9 Controlador digital de válvula Fisher™ FIELDVUE™ DVC6200p.**

Fuente: <https://www.emerson.com/documents/automation/controlador-digital-de-v%C3%A1lvula-fisher-fieldvue-dvc6200f-fisher-fieldvue-dvc6200f-digital-valve-controller-spanish-universal-es-123106.pdf>

## **Actuador rotativo de Diafragma Fisher™ 2052**

Se utiliza en cuerpos de válvulas de eje rotativo, que sirven para regular o para abrir o cerrar el paso de un fluido. Tiene la interfaz de acoplamiento ISO 5221, que permite su instalación en válvulas que nos sean de Fisher. Presenta las siguientes características:

- Compatible con los controladores digitales de válvula DVC2000, DVC6000 Y DVC6200. Y con los posicionadores 3610J y 3620J.
- Tiene la opción de tener o no tener un volante en la parte superior.
- El conjunto actuador/válvula puede actuar con presión descendente para abrir y con presión descendente para cerrar, o viceversa, si la necesidad de piezas adicionales.



**Figura 2.10 Actuador Fisher 2052.**

**Fuente:** <https://www.emerson.com/documents/automation/product-bulletin-actuador-rotativo-de-diafragma-fisher-2052-fisher-2052-diaphragm-rotary-actuator-spanish-universal-es-123318.pdf>

### **2.2.1.3 Instrumentación despacho.**

#### **Medidores ELITE de caudal y densidad Coriolis Micro Motion.**

Diseñados para medir caudal y densidad de líquido, gases y caudales de fases múltiples en todo tipo de aplicación y ambiente de trabajo. Posee opciones de comunicación tales como HART, Modbus, EtherNet/IP, PROFINET, FOUNDATION Fieldbus. Presenta las siguientes características:

- Tiene aprobaciones y certificaciones de medición, tales como: CSA ATEX, NEPSI, IECEx, SIL2 y SIL3, aprobaciones marítimas y para transferencia de custodia.
- Hay modelos en acero inoxidable 316L, aleación de Níquel C-22 y materiales de super-duplex.
- No posee partes móviles, por lo que no necesita de reparaciones, ni mantenimiento.
- Medición de caudal, densidad y temperatura a través de un solo dispositivo.



**Figura 2.11 Medidores ELITE de caudal y densidad**

**Fuente:** <https://www.emerson.com>

### **2.2.2 PLC SIMATIC S7-1500 Serie CPU 1517-3 PN/DP**

Se utilizó el PLC S7-1500 de Siemens por tener un tiempo de ejecución menor, además, debido a la cantidad de señales y la precisión que se requiere para el proceso utilizamos esta versión modular, además este CPU posee 2 interfaces para protocolo de comunicación PROFINET y una interfaz para protocolo de comunicación PROFIBUS DP.

Este controlador permite tener escalabilidad a futuro en la Terminal de combustibles, puede ser usado como un dispositivo de periferia central o descentralizada, con las interfaces que posee, permite la comunicación con los equipos ubicados tanto a nivel campo, como a nivel de supervisión y control. También permite establecer una red redundante para dar más seguridad al sistema de control.

Se programó a través de la plataforma de automatización TIA Portal, donde se emplearon las siguientes variables:

Se programó a través del Software TIA Portal logrando así las siguientes variables:

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia
Valvula 2.0 Brazo 2	Bool	%I9.3	False
Valvula ingreso brazos	Bool	%I9.5	False
Valvula Manifold Productos Limpios	Bool	%I10.1	False
ENTREGA DE LA SUCCION	Bool	%M0.7	False
ENTREGA DE LA DESCARGA	Bool	%M1.0	False
MODO AUTOMATICO	Bool	%M1.2	False
MODO MANUAL	Bool	%M1.3	False
Diesel-Gasolina	Bool	%M2.0	False
Gasolina Extra-Super	Bool	%M4.1	False
Gasolina - GLP	Bool	%M4.2	False
UP 529	Bool	%M4.3	False
DENSIDAD = 700	Bool	%M4.4	False
DENSIDAD = 710	Bool	%M4.5	False
GLP - GASOLINA	Bool	%M4.6	False
GASOLINA - DIESEL	Bool	%M4.7	False
envio la constante	Bool	%M5.0	False
ya se logro	Bool	%M8.0	False
valvula M 1	Bool	%M8.1	False
valvula M 2	Bool	%M8.2	False
valvula M 3	Bool	%M8.3	False
valvula M 4	Bool	%M8.4	False
valvula alm 1	Bool	%M8.5	False
valvula alm 2	Bool	%M8.6	False
valvula alm 3	Bool	%M8.7	False
valvula alm 4	Bool	%M9.0	False
valvula alm 5	Bool	%M9.1	False
valvula alm 6	Bool	%M9.2	False
tuberias alm1	Bool	%M9.3	False
tuberias alm2	Bool	%M9.4	False
tuberias alm3	Bool	%M9.5	False
tuberias alm4	Bool	%M9.6	False
tuberias alm5	Bool	%M9.7	False
tuberias alm6	Bool	%M10.0	False
tuberia alm 11	Bool	%M10.1	False
tuberia alm 22	Bool	%M10.2	False

**Figura 2.12 Tabla de Variables del Sistema.**

Como este CPU no posee entradas o salidas incluidas se utilizarán Módulos de E/S, 8 analógicas y 32 digitales para las múltiples variables del proceso.

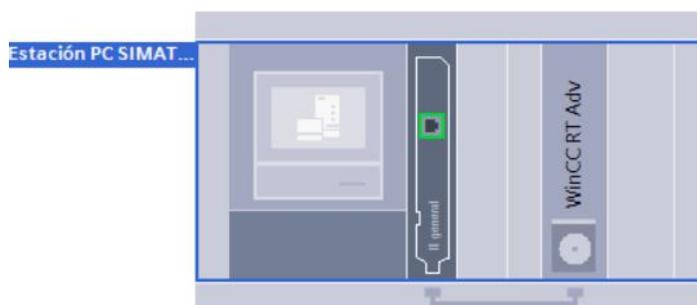


**Figura 2.13 PLC S7 15000.**

### **2.2.3 Estación SIMATIC PC**

La estación se comunica vía PROFINET con el PLC S7-1500, en la PC de estación se podrá implementar un sistema SCADA, ya que esta puede ser usada como una estación de operación, a la cual llega toda la información del sistema de control implementado en campo, por lo cual se requiere de una persona que se encargue de monitorear y controlar el sistema SCADA desarrollado.

El uso de una estación SIMATIC PC permite el uso de los componentes y equipos de la gama SIMATIC, como lo es WinCC con el cual se desarrollará el sistema SCADA. También permite adicionar cualquier otra tarea de automatización en el menor de los tiempos, sin que el proceso se detenga por un tiempo prolongado.



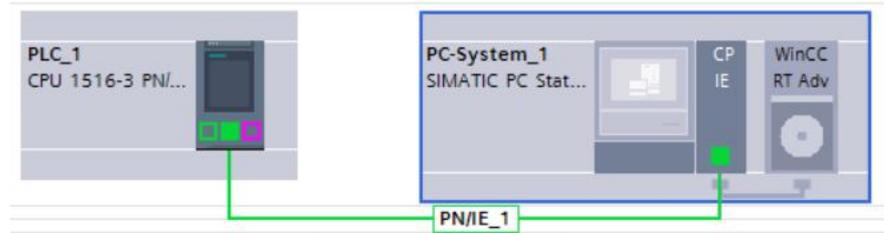
**Figura 2.14 Estación SIMATIC PC.**

### **2.3 Arquitectura de comunicación a nivel de supervisión.**

Mediante la comunicación PROFINET se enlaza el PLC con la estación SIMATIC PC, a través de dicha comunicación se realizará la adquisición de los datos de temperatura, nivel de combustible en los tanques, también se podrá visualizar y

tomar acciones sobre las válvulas y demás actuadores en tiempo real que hay en nuestro sistema SCADA.

Estos equipos se encuentran en una red con direcciones IP diferentes, pero para una simulación la estación SIMATIC PC debe tener la misma dirección IP que la del computador en el cual se está desarrollando el sistema SCADA.



**Figura 2.15 Comunicación entre la red Industrial**

## 2.4 Conexiones del PLC

Se utilizarán el Módulo de Entradas y Salidas Analógicas para poder enviar las señales de acción sobre las válvulas y a la vez recibir las señales de los densímetros para poder tomar las decisiones en el control de lazo cerrado sobre las alineaciones de válvulas para el despacho de las interfaces de combustibles.

**Tabla 2.1 Tabla de Direcciones IP del Diseño de Automatización.**

DIRECCION IP DEL PLC S7 1500	DIRECCION IP DE LA PC STATION
192.168.1.132	192.168.1.134

## 2.5 Diseño de la Programación

En esta sección se muestra el lenguaje de programación empleado en TIA Portal, esta herramienta ofrece varios lenguajes de programación. Para el desarrollo del presente proyecto se empleó el lenguaje de programación Ladder o KOP, el cual permite usar contactos normalmente abiertos (NO) o normalmente cerrados (NC), temporizadores TON y TOFF, bobinas que servirán para la apertura o cierre de válvulas, encendido de bombas o para variables tipo memoria, las cuales solo pueden ser usadas dentro del mismo proyecto.

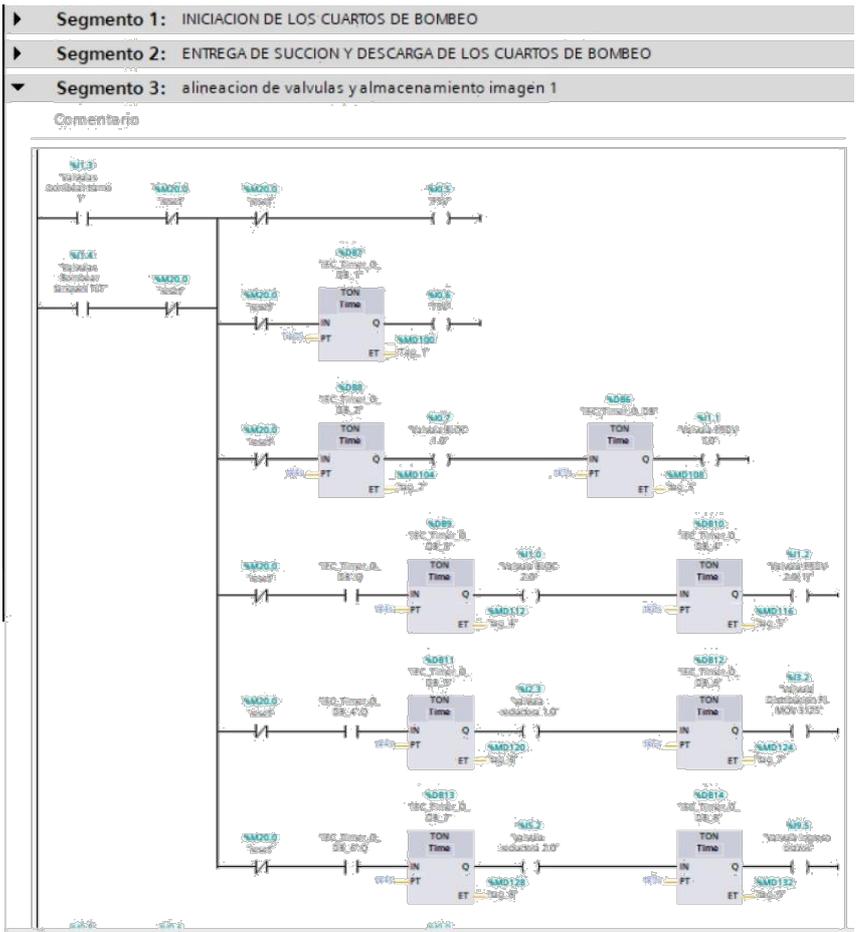


Figura 2.16 Programación LADDER del Diseño de Automatización

# CAPÍTULO 3

## 3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se podrá observar parte de la programación que se desarrolló para el control de los diferentes equipos mencionados en el capítulo anterior, usando el software TIA Portal de SIEMENS. También se presentará la arquitectura que se utilizó para ejercer el control del sistema, las interfaces que posee el sistema SCADA desarrollado, modelamiento de un tablero de control y una cotización de los equipos necesarios para la implementación del sistema propuesto.

### 3.1 Arquitectura para la automatización de una terminal de combustible.

La arquitectura desarrollada permite establecer comunicación entre los dispositivos ubicados en los tanques y tuberías, con los que se encuentran en la sala de control. Con tal arquitectura se tiene una vista general de los equipos empleados y las conexiones que se deben de realizar, en caso de una implementación.

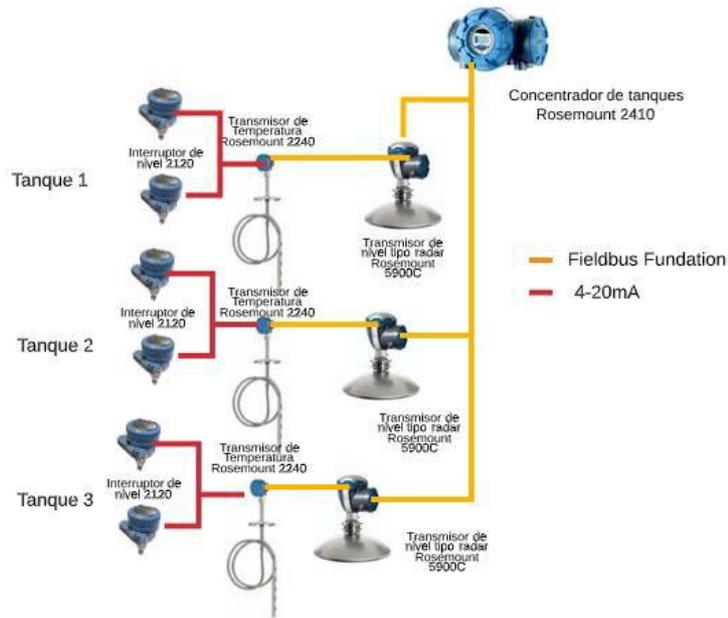
#### 3.1.1 Arquitectura a nivel de campo.

Para ejercer un control sobre los tanques de almacenamiento de combustible se requiere de varios elementos, tales como un transmisor de nivel tipo radar, 4 interruptores de nivel y un transmisor de temperatura para cada uno de los tres tanques de almacenamiento.

Todos los elementos mencionados anteriormente se reúnen en un concentrador Rosemount 2410, el cual permite concentrar información de hasta cinco tanques que posean la instrumentación expuesta anteriormente. La concentradora arriba mencionada está diseñada para trabajar con el protocolo de comunicación Foundation FieldBus.

Para la comunicación entre los transmisores de nivel y de temperatura se emplea el protocolo de comunicación Foundation FieldBus, ya que dichos transmisores

están diseñados para admitir dicho protocolo de comunicación, el cual en la **Figura 3.1** está representado por un color amarillo, mientras que los interruptores de nivel necesitan una señal de 4-20 mA, mientras que los interruptores de nivel son alimentados de forma independiente, pero para la transmisión de datos se conectarán a los puertos de 4-20 mA que posee el transmisor de temperatura con el fin de que la señal del interruptor viaje por el mismo bus de campo hacia el concentrador.



**Figura 3.1 Arquitectura con instrumentos de medición.**

El concentrador tiene como salida 350 mA, los cuales deben ser repartidos entre los equipos ubicados en los tres tanques. En la **Tabla 3.1** se muestran los consumos de corriente que demanda cada equipo por tanque. Aquí también hay que tomar en cuenta las distancias que hay entre el concentrador y los tanques, donde cada ramal hacia los tanques no debe exceder los 60 m, para el cumplimiento de estándar FISCO.

**Tabla 3.1 Consumo de energía de los dispositivos de campo**

Dispositivo de campo	Consumo de energía
Indicador de nivel por radar 5900C	50 mA
Transmisor de temperatura Rosemount 2240S	30 mA
Múltiples salidas	

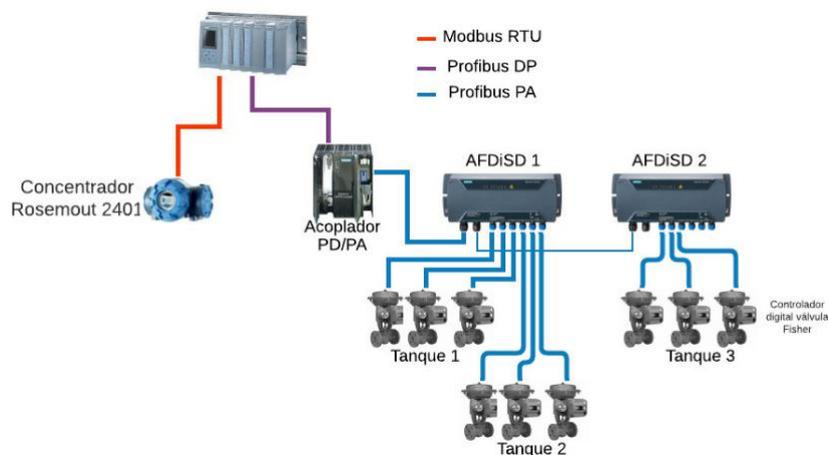
### 3.1.2 Arquitectura para las válvulas actuadoras y el concentrador.

Para el control sobre las nueve válvulas que se encuentra en la entrada y salida del tanque se propone el uso de un modulo CM 1542-5, el cual permite ampliar al controlador S7-1500 con una conexión PROFIBUS, a través del modulo se establece una comunicación PROFIBUS DP, con un ancho de banda de 12 Mbps.

Para la comunicación con las valvulas rotativa Fisher, se empleó un acoplador PD/PA FDC 157-0 , ya que dichas válvulas admiten la comunicación PROFIBUS PA. El acoplador necesita de un modulo de interfaz IM 153-2 que permita operar como esclavo PROFIBUS DP, a este modulo se le puede conectar hasta cinco acopladores FDC.

Tambien se puede observar en la **Figura 3.2** que en la arquitectura se emplean dos distribuidores de campo AFDiS, los cuales estan diseñados para trabaja en areas explosivas, cada acoplador puede abarcar hasta 5 AFDiS. Los AFDiS permiten que se conecten dispositivos de campo PA, se tomo la decision de conectar un dispositivo por cada conexión que ofrece el AFDiS, ya que estos dispositivos ofrecen 260 mA para conexión de dispositivos PA.

Cabe indicar que cada controlador de válvula consume 19 mA, estos controladores permiten comunicación HART, Foundation FieldBus y PROFIBUS PA, tambien tienen un convertidor eléctrico-neumático con el fin de accionar la válvula.



**Figura 3.2** Arquitectura para actuadores y concentrador de tanques.



### 3.2 Tablero de control

#### 3.2.1 Equipos y elementos de control.

El tablero de control se compone de tres secciones, en la sección uno se tiene las protecciones para los dispositivos de control, una fuente de alimentación SITOP, el módulo de interfaz IM 153-2 y un acoplador DP/PA, en la sección dos está la fuente de alimentación, el PLC S7-1500, los módulos de entrada y salida digital, y el módulo de expansión CM 1542-5, mientras que en la sección tres se encuentran las borneras que sirven para la conexión con los dispositivos de campo.

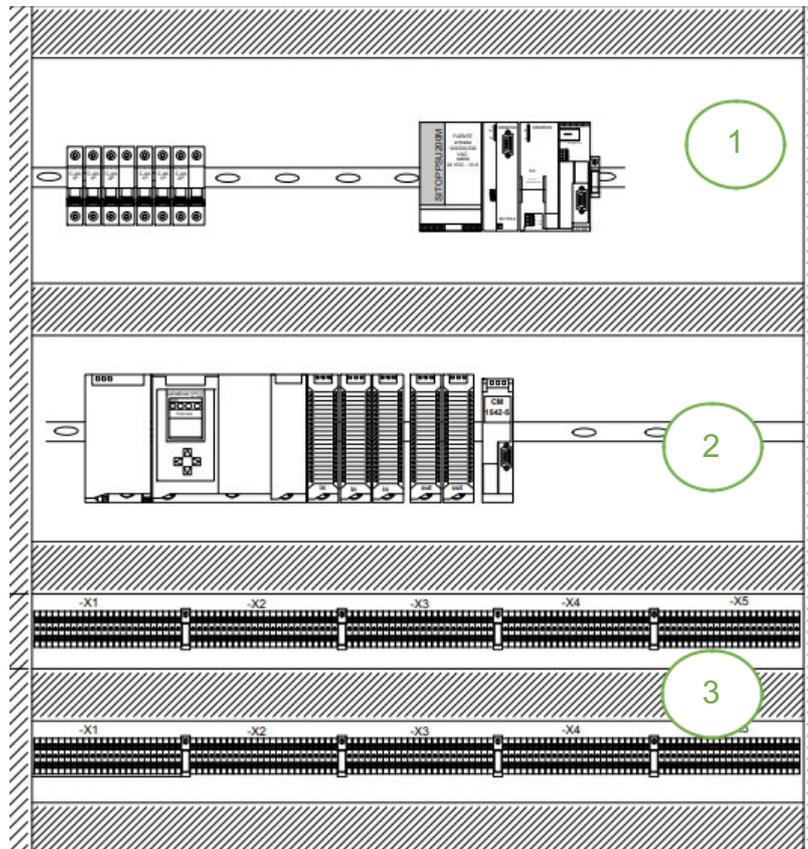


Figura 3.4 Esquema del tablero de control

### 3.3 Segmentos de programación

En esta sección se detallará ciertos segmentos de programación que se desarrollaron en el software TIA Portal, donde para cada segmento de programación se empleó el idioma KOP, el cual permite el uso de contactos, bobinas, bloques de comparación y operaciones lógicas, temporizadores, entre otros.

La programación Ladder que se mostrará continuación permitirá la simulación del sistema SCADA.

### 3.3.1 Programación para la simulación de cuarto de bombeo

La programación Ladder que se muestra a continuación, es para cuando el sistema opera en modo automático. Al seleccionar el modo automático en nuestro sistema SCADA se podrá observar si el variador de frecuencia se encuentra en funcionamiento, es decir si se tiene una frecuencia superior a los 30 Hz, se encenderán los variadores de las bombas 1, 2 y 3

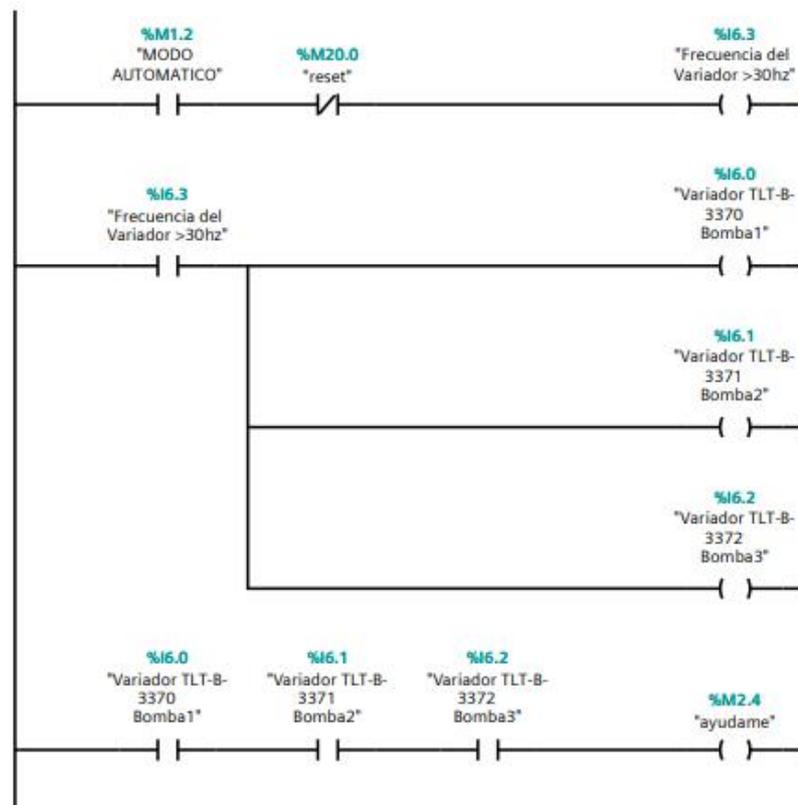


Figura 3.5 Programación para la puesta en marcha del cuarto de bombas.

Luego de verificar que las tres bombas entran a operación, se procede a alinear las válvulas que se encuentran en la etapa de succión y de descarga.

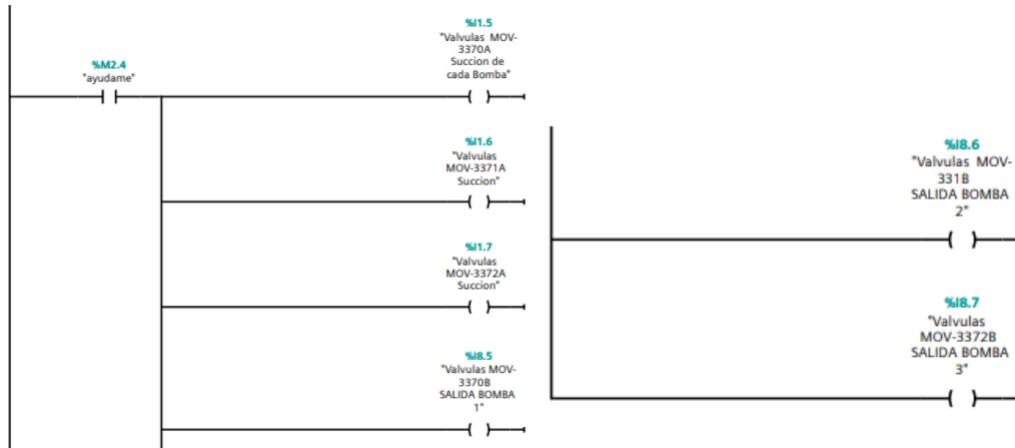


Figura 3.6 Alineación de válvulas en la etapa de succión y de descarga.

### 3.3.2 Entrega de succión y descarga de los cuartos de bombeo

En este segmento se verifica que las válvulas estén correctamente alineadas y se procede a activar las válvulas que dan paso al combustible hacia el manifold ubicado cerca de los tanques de almacenamiento.

Las dos últimas líneas de programación que se muestran en la Figura 3.7 permiten seleccionar desde donde se quiere recibir el producto, el cual puede ser desde otro terminal o desde un tramo en específico.

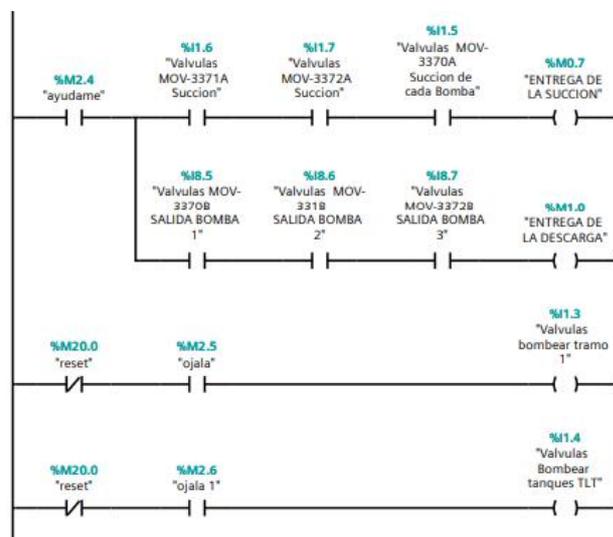


Figura 3.7 Apertura de válvulas hacia los manifold.

### 3.3.3 Alineación de válvulas

Una vez que el producto se encuentra descargado, se deben alinear las válvulas que se encuentran en la línea principal que conduce hacia los tanques de almacenamiento, en un principio se abre la válvula reductora de presión, dos segundos después se da apertura a la válvula reductora de temperatura.

Mediante la utilización de los temporizadores TON se va dando apertura a las demás válvulas que encuentran en la tubería, dando tiempos de 4 a 5 segundos para que puedan actuar de forma segura y precisa.

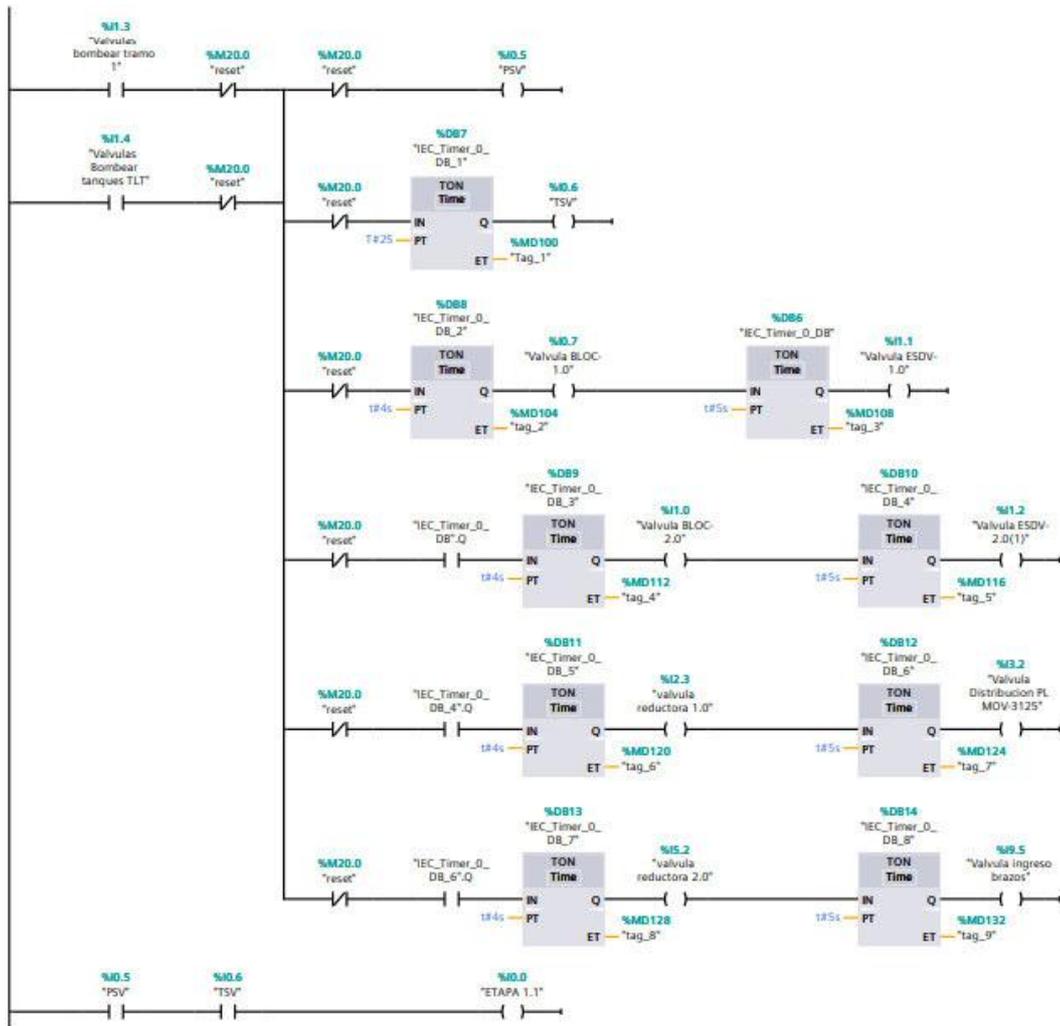


Figura 3.8 Alineación de las válvulas que se encuentran en la línea principal.

Cuando el producto se encuentra ya en la tubería principal, se mide la densidad del producto para determinar que válvulas se deben abrir según la tubería y el

tanque de almacenamiento, para ello debe dar apertura a las válvulas correspondientes.

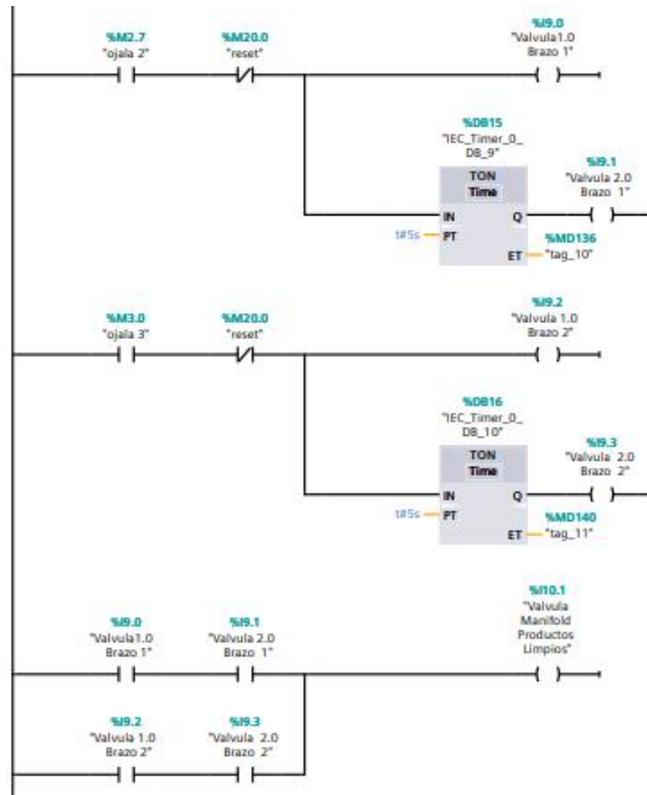
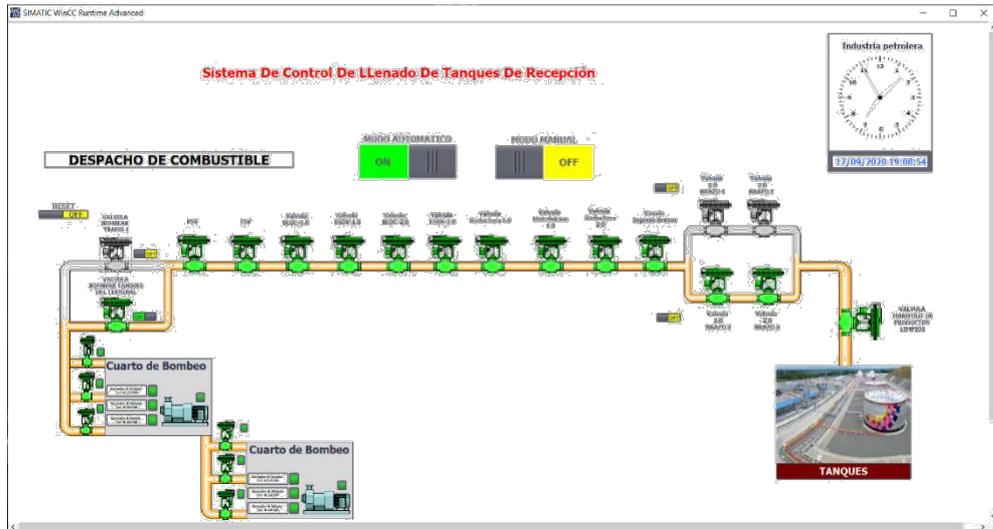


Figura 3.9 Apertura de válvulas hacia el manifold.

### 3.4 Sistema SCADA

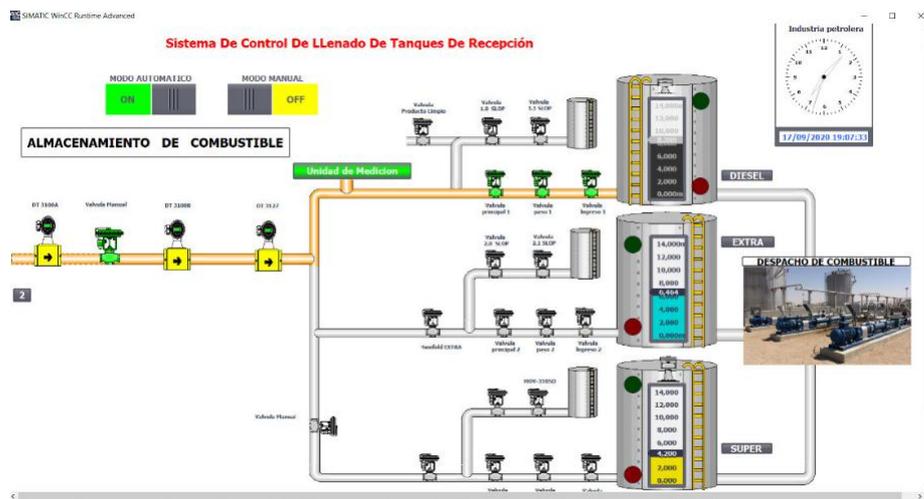
Al seleccionar el Modo Automático, se habilitan los variadores frecuencia que inicializaran las bombas ubicadas en el cuarto de bombeo, tanto para la etapa de succión como para la etapa de descarga, luego se selecciona de donde se desea recibir el producto, si por un tramo de una tubería proveniente de un punto diferente de la terminal, **para lo cual se da paso por la “válvula tramo 1”** o si se recibe a través de autotanques que llegan hasta la terminal se da paso por la **válvula “bombear tanques del terminal”**.

Luego de esto se activará la válvula **reductora de presión de nombre “PSV”**, seguida de las otras válvulas que se encuentran listas para entrar en operación, mostrando así el recorrido que realiza el producto, hasta llegar a la sección de Almacenamiento.



**Figura 3.10 Recepción de Combustibles en el Sistema SCADA**

Al entrar a la etapa de Almacenamiento, los densímetros que se encuentran en el poliducto indicaran que tipo de hidrocarburo está atravesando por el poliducto, de acuerdo con el valor de densidad, a fin de poder realizar el almacenamiento en los tanques respectivos. También se podrá visualizar los tanques slop, representado por tanques pequeño, en los cuales se almacenan los productos que son rechazados.



**Figura 3.11 Almacenamiento de Combustible en el Sistema SCADA**

En la etapa de despacho, se plantea el uso del sistema Accuload III, el cual se encarga de controlar el flujo y medir la cantidad de volumen despachado a cada

auto-tanque, este controlador posee su propio inventario y control sobre la etapa de despacho.

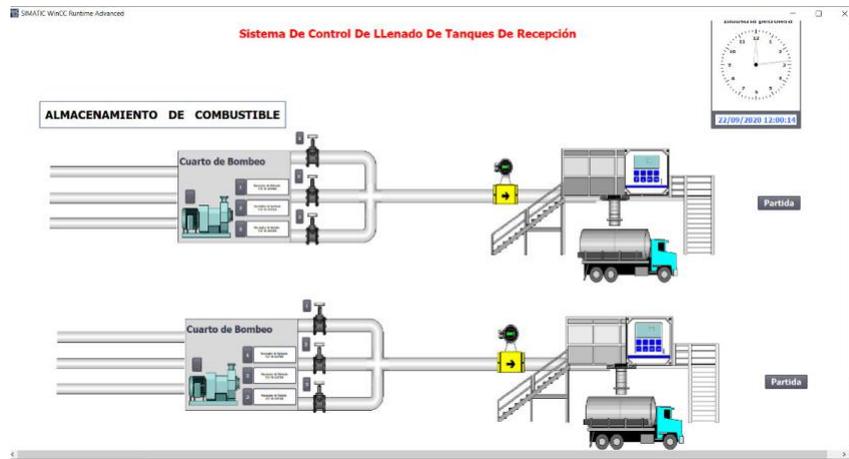


Figura 3.12 Despacho de Combustibles en el Sistema SCADA

### 3.5 Inventario para el volumen de combustibles

Desde la interfaz que se realizó en Node-RED, se podrá revisar el inventario del volumen de los productos almacenados en los tanques, el cual tiende a cambiar cuando se dan los procesos de almacenamiento y despacho. Los datos de volumen se almacenan en una base de datos de nombre Mariadb y luego toda esta información será visualizada de manera online, en la interfaz en tiempo real de un explorador de internet, que se encuentre en red con la computadora industrial.

Inventario de Volúmenes			
Volumen Almacenado en los Tanques			
BIENVENIDO			
FECHA	VOLUMEN DIESEL	VOLUMEN EXTRA	VOLUMEN SUPER
1 - 2020-09-22 04:56:16	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
2 - 2020-09-22 04:56:16	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
3 - 2020-09-22 04:56:16	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
4 - 2020-09-22 04:54:59	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
5 - 2020-09-22 04:54:59	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
6 - 2020-09-22 04:54:59	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
7 - 2020-09-22 04:54:32	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
8 - 2020-09-22 04:54:32	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
9 - 2020-09-22 04:54:32	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
10 - 2020-09-22 04:54:04	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
11 - 2020-09-22 04:54:04	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
12 - 2020-09-22 04:54:04	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
13 - 2020-09-22 04:50:43	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
14 - 2020-09-22 04:50:43	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
15 - 2020-09-22 04:50:43	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
16 - 2020-09-22 04:49:23	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
17 - 2020-09-22 04:49:23	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
18 - 2020-09-22 04:49:23	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
19 - 2020-09-22 04:48:10	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
20 - 2020-09-22 04:48:10	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
21 - 2020-09-22 04:48:10	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
22 - 2020-09-22 04:47:14	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
23 - 2020-09-22 04:47:14	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
24 - 2020-09-22 04:47:14	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]
25 - 2020-09-22 04:37:06	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]	[ 1694040 GLS ]

Figura 3.13 Interfaz de inventario de volumen almacenado en los tanques.

### 3.6 Controlador Accuload III

Para el despacho de combustible se plantea el uso del controlador Accuload III, ya que permite medir el volumen que se ha despachado, para ello necesita de un medidor de desplazamiento que le permita medir los galones por minutos que se has despachado. También permite controlar el fluido, ya que cuenta con salidas que le permiten tomar acciones de control sobre válvulas.

Un controlador Accuload puede tener control hasta dos brazos para el despacho, para comunicarse con un PLC se puede emplear el protocolo de comunicación Modbus Plus.

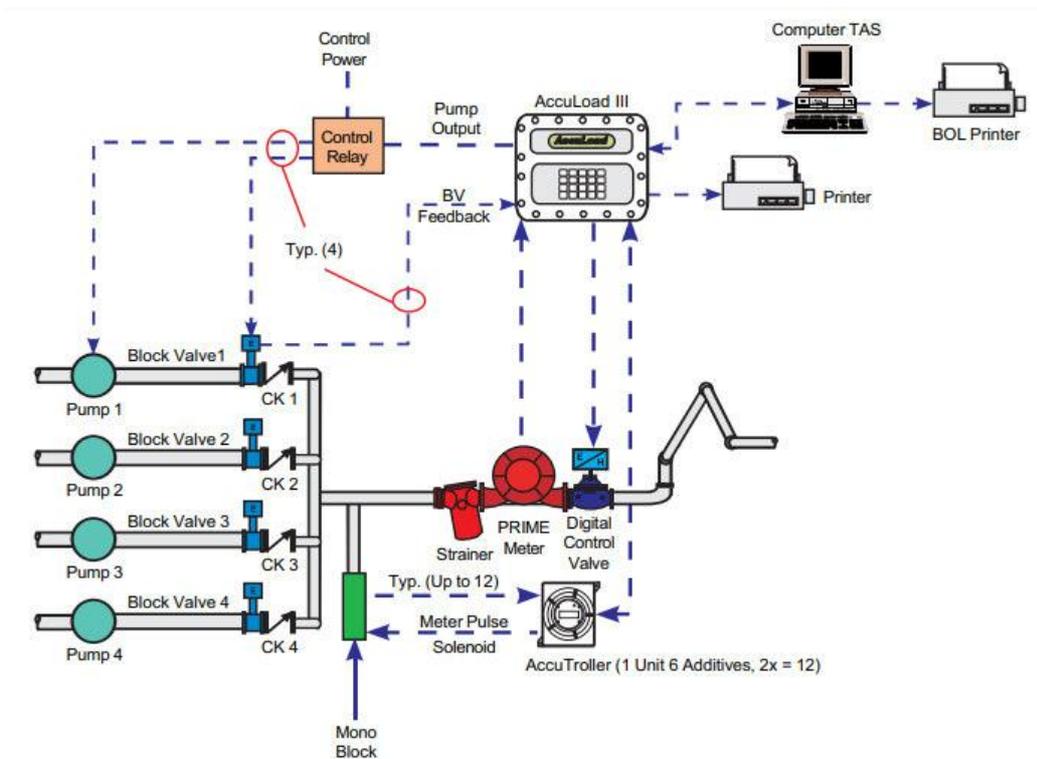


Figura 3.14 Sistema para Accuload III

Fuente: <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/461>

### 3.7 Análisis de costos

En la siguiente tabla se muestran los precios referenciales de los elementos que se van a emplear en el tablero de control, y de los softwares a utilizar dentro del diseño.

**Tabla 3.2 Lista de equipos para tablero de control.**

Cantidad	Tipo	Descripción	Precio U.	Precio Total
264	8WA1011-1DF11	Borneras de conexión individual	0,90	237,60
2	D-1050	Riel Din para borneras 25x2000 mm	5,00	10,00
20	8WA1808	Separador para bornes	0,70	14,00
1	6ES7517-3AP00-0AB0	CPU 1517-3 PN/DP, módulo central con memoria central 2MB para programa y 8MB para datos. Requiere SIMATIC Memory Card	10461,34	10461,34
3	6ES7521-1BL00-0AB0	Módulo de 32 entradas digitales a 24VDC. Requiere conector frontal	773,00	2319,00
2	6ES7522-1BL01-0AB0	Módulo de 32 salidas digitales a 24VDC. Requiere conector frontal	1101,00	2202,00
1	6AV2105-0BA05-0AA0	TIA PORTAL WinCC V15 Professional Runtime. Software SCADA. Licencia para 128 Power Tags. Incluye licencia WinCC WebUx para monitorear el proceso desde un dispositivo Smart.	5541,00	5541,00
1	6ES7822-1AA05-0YA5	<b>SOFTWARE</b> TIA PORTAL STEP7 Profesional para configuración, programación y diagnóstico de los controladores SIMATIC S7-1500	773,00	773,00
1	6ES7954-8LF03-0AA0	SIMATIC Memory Card 24MB. Memoria para Simatic S7-1500. Permite adicionalmente registrar variables de proceso (Datalogging)	694,00	694,00
1	6ES7590-1AF30-0AA0 R	Riel para instalación de SIMATIC S7 1500. L=530 mm	773,00	773,00
5	6ES7592-1AM00-0XB0	Conector frontal para módulos de entrada/salida Simatic S7-1500	92,00	460,00
3	1LE0141-1DA46-4AA4-Z	motor 3F-2polos-3600 RPM-25HP	1580,00	4740,00
3	6SL3210-1PC28-0UULO	Módulo de potencia 200-240VAC	4650,00	13950,00
1	6EP1333-4BA00	Fuente de alimentación de carga PM 190W; entrada 120/230VAC; salida: 24V/8A	305,00	305,00
1	6EP1334-3	Fuente SITOP modular entrada 120/230-500 VAC; salida 24 VDC 10 A	473,00	473,00
2	6ES7 157-0AD82-0XA0	Acoplador Profibus DP/PA	1581,00	3162,00
16ES7	153-2BA70-0XB0	Módulo de interfaz IM153-2 HF - Exterior	640,00	640,00
16GK7	542-5DX00-0XE0	Módulo de comunicación CM 1542-5 para S7-1500	1147,00	1147,00
			<b>Total 1</b>	<b>47901,94</b>

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran los precios de los equipos a utilizar para la instrumentación necesaria para el diseño.

**Tabla 3.3 Lista de instrumentación de campo**

Cantidad	Tipo	Descripción	Precio U.	Precio Total
5	6ES7157-0AG83-0XA0	AFDiS-distribuidor de campo activo de SIEMENS	1100,00	5500,00
3	5900C-antena parabólica	Transmisor de nivel para tanques de techo fijo	3125,00	9375,00
3	2240S	Transmisor de temperatura de puntos múltiples	855,00	2565,00
12	565	Sensor de temperatura pt100	142,00	1704,00
6	2120	Interruptor de nivel vibratorio	855,00	5130,00
1	2410	Concentrador de tanques	1420,00	1420,00
			<b>Total 2</b>	<b>25694,00</b>

En la siguiente tabla se muestra un valor referencial del presupuesto requerido para la compra de equipos y softwares necesarios para el proceso de almacenamiento, cabe aclarar que en caso de importaciones los precios cambiarían y el costo de ingeniería no está incluido.

**Tabla 3.4 Presupuesto general**

	VALOR	Descripción
<b>Total 1</b>	47901,94	Elementos de control
<b>Total 2</b>	25694,00	Instrumentos de Campo
<b>TOTAL</b>	<b>73595,94</b>	<b>Presupuesto</b>

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Se realizó una repotenciación de equipos gracias a la adecuada arquitectura escogida dentro del diseño para el control de llenado de tanques basada en los protocolos de comunicación PROFINET, PROFIBUS, MODBUS RTU y Foundation FieldBus integrando de manera eficaz la instrumentación existente como la propuesta para el correcto funcionamiento del diseño.
- Con la elaboración del sistema SCADA, se logra monitorear y controlar de manera correcta la alineación de las válvulas, el encendido y el apagado de las bombas, procedimientos que son parte fundamental del proceso de almacenamiento y despacho de combustible, con lo cual se disminuye el despliegue de personal durante los procesos, además se da una visión de los procesos que se realizan, sin necesidad de comunicaciones vía radio.
- Como consecuencia de la interfaz en Node-red, se obtuvo una base de datos, con la cual se implementó un sistema para el control de inventario de combustible, lo cual permite llevar un registro sobre el volumen de combustible almacenado y despachado en modo online como en modo offline.
- En base al diseño expuesto con anterioridad se desarrolló el esquema del tablero de control y un diagrama de conexiones, obteniendo una distribución de equipos eficiente, de modo que sirva como referencia para futuras implementaciones en una Terminal de Combustible.

- Con la automatización de la terminal de combustible se logró reducir el esfuerzo físico realizado por los operadores de planta, brindando comodidad y seguridad a los procesos de recepción y almacenamiento, de modo que el sistema sea confiable y seguro para el medio ambiente.
- Para lograr el despacho de combustible se utilizó el sistema ACULOAD III, el cual permitió ejercer un control sobre las bombas centrifugas, válvulas y brazos que sirven para el despacho de combustible.
- Se elaboró un plano P&ID, permitiendo así la visualización de la instrumentación utilizada para la automatización del sistema, cada una con sus respectivas etiquetas y funcionalidades que posee cada uno de ellos logrando un precedente para futuras mejoras dentro de la terminal.
- Se planteó un presupuesto basado en componente de la marca SIEMENS y Emerson, que cumplen con las debidas certificaciones para operar en zonas explosivas.

## 4.2 Recomendaciones

- Para un correcto diseño de automatización de una Terminal de combustible se debe contar con un personal técnico multidisciplinario, tales como ingenieros en petróleo, mecánicos e instrumentistas, y de ser posible contar con supervisores de planta, que orienten en cada uno de los procesos que se requiere tener en cuenta para la recepción, almacenamiento, despacho e inventario de combustibles.
- Todos los dispositivos que se encuentren en el campo deben tener certificaciones que les permitan operar en áreas o zonas de clase 0 o 1, es decir zonas explosivas.
- La arquitectura propuesta en el presente trabajo fue diseñada para distancia máximas que permiten cada uno de los protocolos de comunicación sin la necesidad de utilizar repetidores.
- Se debe considerar los tiempos de acción que demandan las válvulas al momento de abrir o cerrar el paso de combustibles, ya que estos tiempos servirán para evitar posibles derrames del producto.
- En caso de querer un sistema de control más seguro se puede implementar un sistema redundante, ya que el controlador en uso ofrece dicha opción.
- La instalación de la instrumentación, en caso de ser posible debe ser ubicada en lugares de fácil acceso, para que cuando se requiera realizar algún mantenimiento o cambio de equipo este se puede realizar de forma fácil.

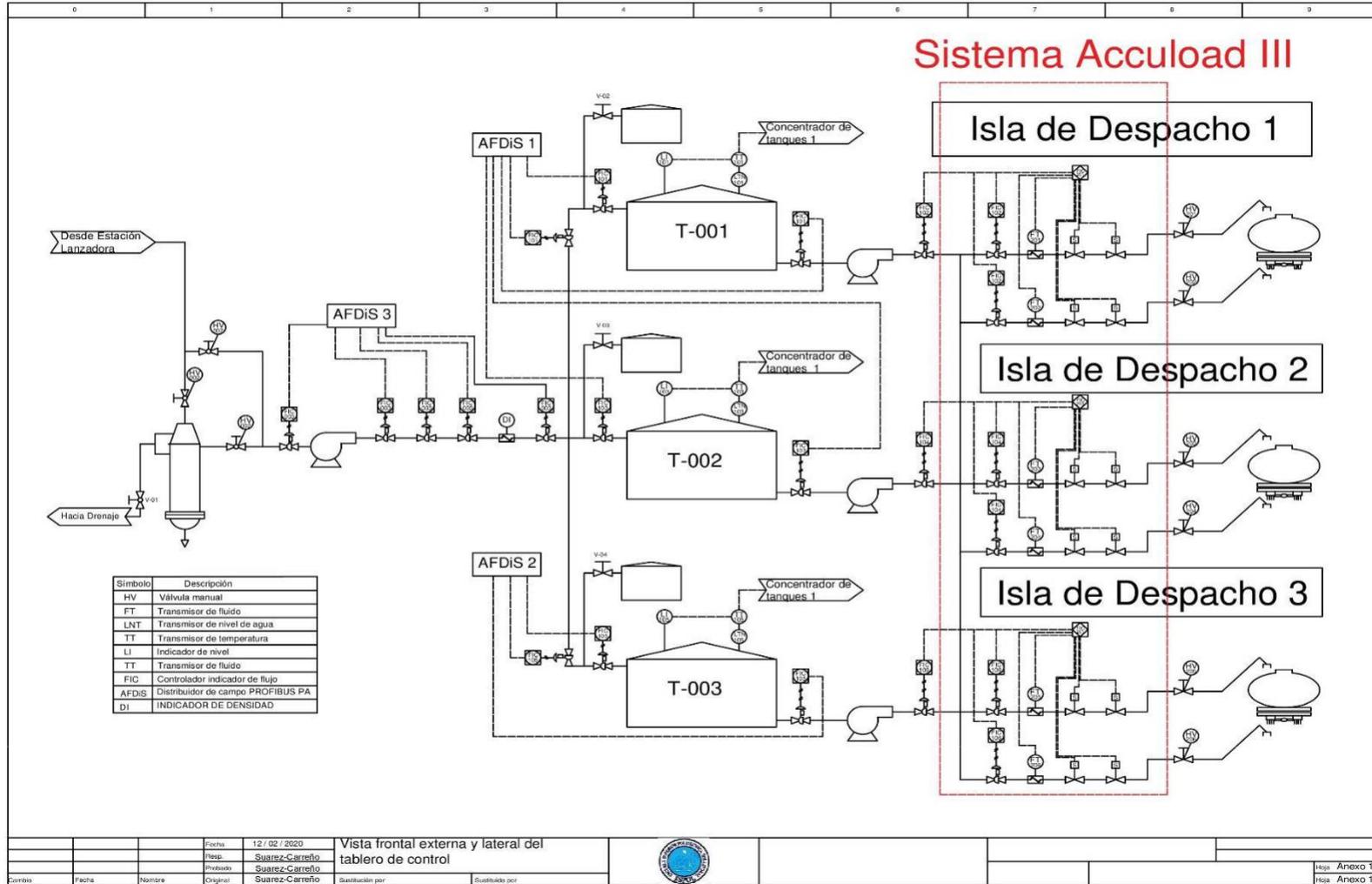
# BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Maxima Uriarte, «Características,» Hidrocarburos, 2020. [En línea]. Available: <https://www.caracteristicas.co/hidrocarburos/>. [Último acceso: 48 Junio 2020].
- [2] Significados, «Significados,» 12 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.significados.com/gasolina/>.
- [3] GASNOVA, «GASNOVA Asociacion Colombiana de GLP,» 28 Junio 2020. [En línea]. Available: <http://www.gasnova.co/sobre-el-glp/que-es-el-glp/>.
- [4] Diario ABC, «¿De dónde viene el diesel y la gasolina?,» 2018.
- [5] C. H. CHAMOCHUMBI HINOSTROZA, H. R. TORRES PELLANE, A. H. RODAS OCHOA y O. E. DIAZ GHERSI, Artists, *PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CARGA DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS EN CAMIONES CISTERNA EN UN TERMINAL DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE*. [Art]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2015.
- [6] C. S. Chuquín Angamarca, Artist, *ANÁLISIS DE RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN EN LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS AMBATO DE EP PETROECUADOR*. [Art]. Universidad Técnica del Norte, 2012.
- [7] R. A. QUISPE GONZÁLES, Artist, *DISEÑO DEL SISTEMA SCADA PARA EL ÁREA DE RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS LÍQUIDOS EN LA PLANTA PETROPERÚ - CUSCO..* [Art]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019.

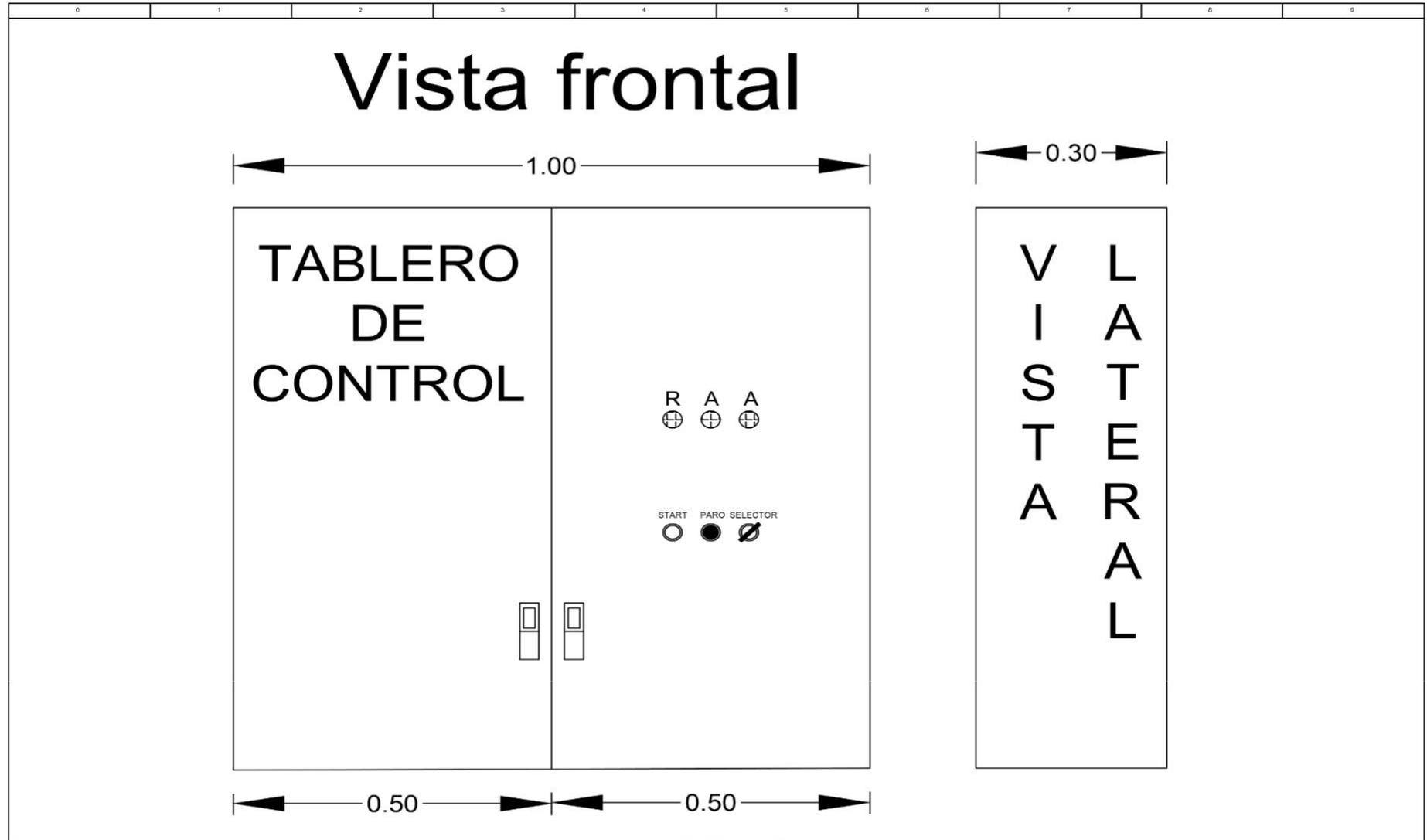
- [8] L. Hagg y J. Sandberg, La guía del ingeniero para la medición de tanques, 2017.
- [9] V. Zambrano Zambrano, Artist, *ANALISIS PARA LA REDUCCION DE VAPORES DE COMBUSTIBLES GENERADOS EN LOS DIFERENTES PROCESOS EN EL TERMINAL PASCUALES DE EP PETROECUADOR*. [Art]. Universidad de Guayaquil, 2016.
- [10] HART, «FieldComm Group TM,» 09 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://fieldcommgroup.org/technologies/hart>.
- [11] PI Profibus- profiner, «Overview,» 10 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.profibus.com/technology/profibus/overview/>.
- [12] ODVA, «ODVA,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.odva.org/technology-standards/key-technologies/ethernet-ip/>.
- [13] Logicbus, «Logicbus,» 2020. [En línea]. Available: [https://www.logicbus.com.mx/Modbus.php#:~:text=Modbus%20es%20un%20protocolo%20de,controladores%20%C3%B3gicos%20programables%20\(PLCs\).&text=Es%20el%20protocolo%20de%20mayor,conexi%C3%B3n%20de%20dispositivos%20electr%C3%B3nicos%20industriales..](https://www.logicbus.com.mx/Modbus.php#:~:text=Modbus%20es%20un%20protocolo%20de,controladores%20%C3%B3gicos%20programables%20(PLCs).&text=Es%20el%20protocolo%20de%20mayor,conexi%C3%B3n%20de%20dispositivos%20electr%C3%B3nicos%20industriales..)
- [14] E. Pérez, «Los sistemas SCADA en la automatización industrial,» *Tecnología en Marcha*, vol. 28, nº 4, pp. 3-14, 2015.
- [15] Node-RED, «Node-RED,» 2020. [En línea]. Available: <https://nodered.org/>.
- [16] C. Q. Bolívar Isaías, Artist, *Evaluación técnica y económica de la distribución de hidrocarburo y propuesta de un plan de mejoras para el poliducto Pascuales-Cuenca*. [Art]. Universidad Católica de Guayaquil, 2019.

# ANEXOS

## ANEXO 1.- DIAGRAMA P&ID PARA TERMINAL DE COMBUSTIBLE

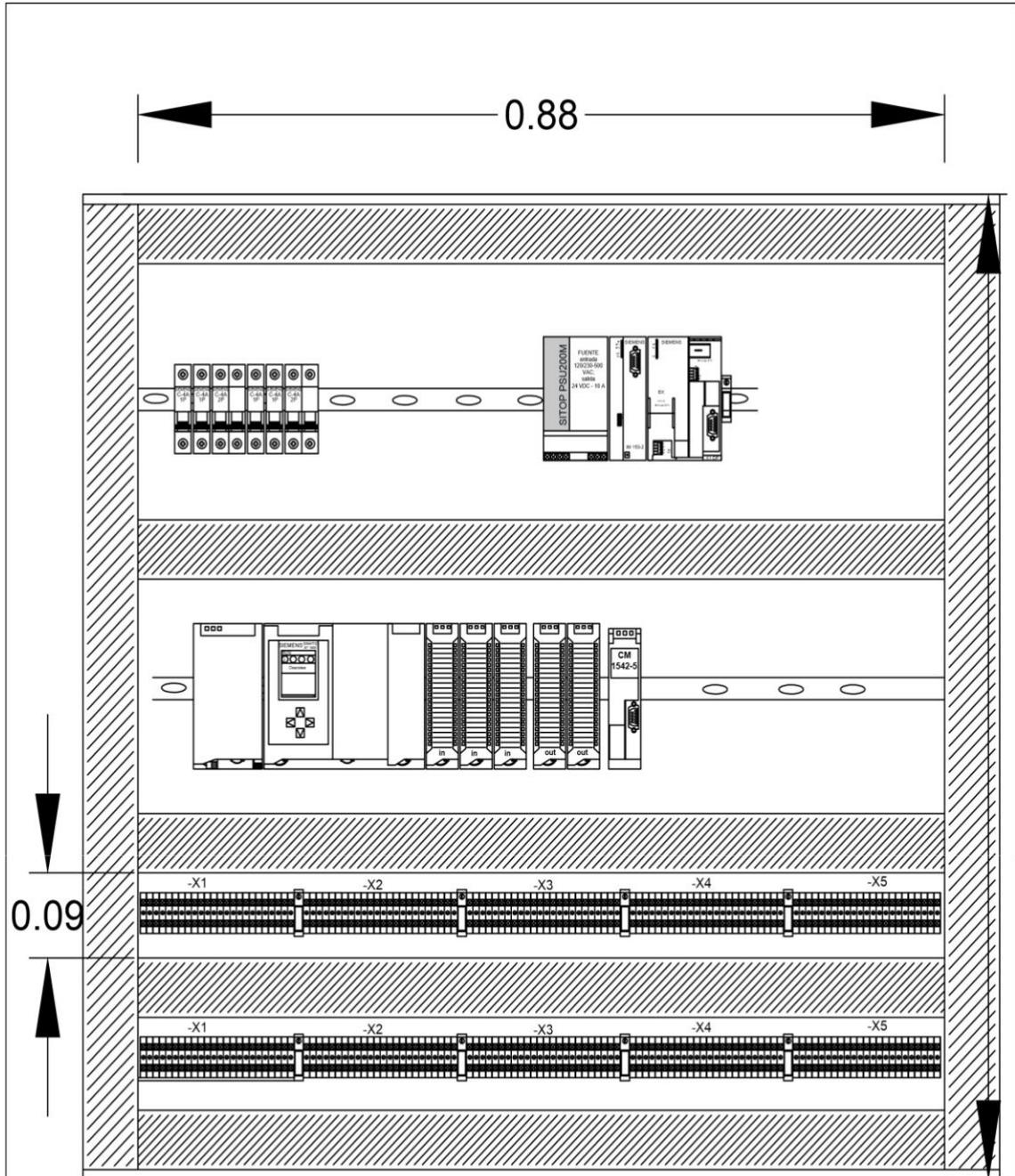


## ANEXO 2.- DIMENSIONES TABLERO DE CONTROL



		Fecha	12 / 02 / 2020	Vista frontal externa y lateral del tablero de control			
		Resp.	Suarez-Carreño				
		Probado	Suarez-Carreño				
Cambio	Fecha	Nombre	Original	Suarez-Carreño	Sustitución por	Sustituido por	
							Hoja Anexo 1
							Hoja Anexo 1

# VISTA INTERNA TABLERO DE CONTROL



0.a

2

			Vista interna del Tablero de Control		Unidad: m		
Cambio	Fecha	Nombre				Hoja	0.b
Autor	SUAREZ_CARREÑO	Comprobado por	Número de diseño		Página 5	desde 5	
						Formato A4	

## ANEXO 3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INDICADOR DE NIVEL

Hoja de datos del producto

Junio de 2014

00813-0109-5901 Rev. AA

### Rosemount 5900C Indicador de nivel por radar

Medición sin contactos fiable para sistemas de medición de tanques



- La mayor fiabilidad en la monitorización de activos de líquidos a granel
- Compatible con la certificación IEC 61508 SIL 2
- Medición de nivel con una precisión de instrumentos de  $\pm 3$  mm (0,12 pulg.)
- Alimentación por bus para una instalación de 2 hilos cómoda y segura
- Funcionalidad completa cableada o inalámbrica
- No es necesario quitar de servicio los tanques no presurizados durante la instalación

**ROSEMOUNT**

**EMERSON**  
Process Management



### Diagnósticos avanzados

Software, memoria, base de datos, electrónica, comunicaciones, linternas, simulación, corrección de nivel, medición de nivel, temperatura ambiente, corrección de presión, temperatura de vapor, pin de verificación de gas licuado de petróleo y valores de medición manuales.

## Consideraciones eléctricas

### Cableado de Tankbus:

0,3-3,5mm<sup>2</sup> (AWG 22-16), pares trenzados apantallados

### Fuente de alimentación:

RS00: 9,0-17,5V DC no sensible a polaridad (por ejemplo, del concentrador de tanques 2410)

BT100: 9,0-30,0V DC no sensible a polaridad

### Consumo de corriente de bus:

50 mA

### Potencia de salida de microondas:

<1 mW

## Piezas mecánicas

### Material y tratamiento de superficie de la carcasa

Aluminio fundido con recubrimiento de poliuretano

### Entrada de cables (conexión/prensaestopas)

Dos entradas de 1/2-14 NPT para prensaestopas o conductos. Junto con la entrega del transmisor se adjunta un tapón de metal para sellar todos los puertos inutilizados. Opcional:

- Adaptador de conducto (cable M20 x 1,5)
- Prensaestopas de cable en metal (1/2-14 NPT)
- Conector Eurofast macho de 4 pines o conector Minifast macho de 4 pines tamaño A

### Peso total:

- Cabezal de transmisor 5900C: 9,1 kg (20 lbs)
- 5900C con antena cónica: Aprox. 12 kg (26 lbs)
- 5900C con antena parabólica: Aprox. 17 kg (37 lbs)
- 5900C con antena direccional de tubo tranquilizador: Aprox. 13,5 a 24 kg (30 a 53 lbs)
- 5900C con antena para gas licuado de petróleo (gas natural licuado): Aprox. 29 kg (65 lbs) para 5 pulg. 150 psi, y 40 kg (88 lbs) para 6 pulg. 300 psi

### Antenas

Las antenas de 5900C poseen un diseño de goteo que en algunas versiones también incluye superficies inclinadas de PTFE pulido. Se minimiza la condensación en la antena y la señal del radar conserva su potencia. Esto permite una operación sin mantenimiento, además de alta precisión y fiabilidad. Siempre hay una antena adecuada para cada tipo de tanque, abertura de tanque y aplicación.

<http://rosemount.es>

- Parabólica
- Cónica
- Direccional de tubo tranquilizador
- Gas licuado de petróleo (gas natural licuado)

### Cabezal del transmisor

Se usa el mismo cabezal del transmisor para todos los tipos de antena de 5900C, lo que minimiza los requisitos de piezas de repuesto:

- El alojamiento del transmisor de compartimento doble, con electrónica y cableado separados, se puede reemplazar sin abrir el tanque
- Está protegido contra rayos y humedad/lluvia, además de contar con una protección superficial contra sulfuro y atmósferas de niebla salina
- El sistema electrónico consiste en una unidad encapsulada
- No es necesario efectuar recalibración

## Ambiente

### Temperatura ambiente operativa

-40 a 70 °C (-40 a 158 °F). La temperatura de inicio mínima es -80 °C (-98 °F).

### Temperatura de almacenamiento

-50 a 85 °C (-58 a 185 °F).

### Humedad

Humedad relativa de 0-100%

### Protección contra ingreso

IP 66 (IP 67) y Nema 4X

### Resistencia a las vibraciones

(IEC 60770-1 nivel 1, IACS UR: E10 prueba 7).

### Telecomunicaciones

Cumple con:

- FCC 15B clase A y 15C
- SARTE (directiva EU 99/5/EC) ETSI EN 302372; EN 50371
- IC (RSS-210.5)

### Compatibilidad electromagnética

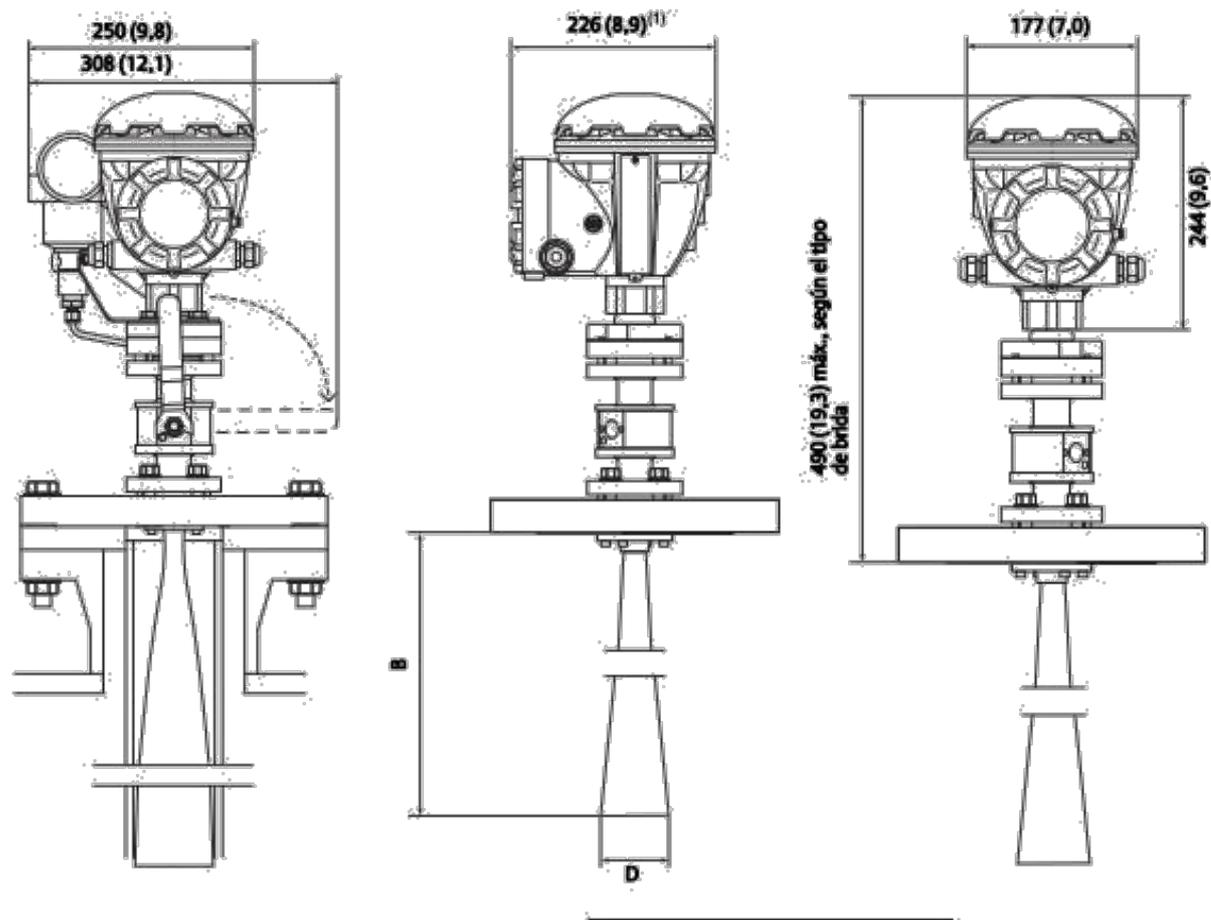
EMC (directiva EU 2004/108/EC) EN 61326-1; EN 61326-2-1

### Protección contra transitorios (rayos integrada)

Según IEC 61000-4-5, línea de 2 KV, relacionada con la ESD. Cumple con la protección contra transientes de IEEE 587 categoría B y la protección contra sobrecorriente de IEEE 472.



Figura 4. Dimensiones de Rosemount 5900C con antena para gas licuado de petróleo/gas natural licuado



(1) - 302 (11,9) sin opción de transmisor de presión

Diámetro de la antena (D)	B
4 pulg. calibre 10 (Ø 107 mm)	752 (29,6)
4 pulg. calibre 40 (Ø 101 mm)	534 (21,0)
DN100 (Ø 99 mm)	502 (19,8)

**Nota**

Las dimensiones están en milímetros (pulg.).

## ANEXO 4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TRANSMISOR DE TEMPERATURA ROSEMOUNT 2240S

Hoja de datos del producto

Octubre 2014

00813-0109-2240, Rev AB

### Transmisor de temperatura de múltiples entradas Rosemount 2240S

para sistemas de medición en tanques



- Obtener medición de temperatura muy estable para cálculos de inventario precisos y transferencia de custodia para cumplimiento con API capítulo 7.3
- Obtener una sorprendente precisión en la conversión de temperatura de  $\pm 0,05$  °C ( $\pm 0,09$  °F)
- Conectar hasta 16 elementos de temperatura de tres o cuatro hilos
- Incluir el sensor de nivel de agua integrado
- Beneficiarse de la instalación conveniente y segura con una fuente de alimentación de bus IS de 2 hilos

ROSEMOUNT

  
**EMERSON**  
Process Management

# Especificaciones

## Especificaciones de funcionamiento

### Precisión de conversión de temperatura:

$\pm 0,05^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,09^{\circ}\text{F}$ )

Sobre el rango de medición y temperatura ambiental de  $20^{\circ}\text{C}$  ( $68^{\circ}\text{F}$ )

### Efecto de la temperatura ambiental

$\pm 0,05^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,09^{\circ}\text{F}$ )

### Rango de medición de temperatura

$-200$  a  $250^{\circ}\text{C}$  ( $-328$  a  $482^{\circ}\text{F}$ ) para Pt-100

### Resolución

$\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,1^{\circ}\text{F}$ ) según los capitales / y 12 de A/D

### Tiempo de actualización

4 s

## Especificaciones generales

### Número de elementos de punto y cableado

Se pueden conectar hasta 16 Elementos de punto de termorresistencia o sensores de promedio a un 2240S.

### Sensores de temperatura / nivel de agua Rosemount (modelos 565, 566 y 765)

Se pueden utilizar tres tipos de cableado:

- Termorresistencia de 3 hilos con extremo común (1-16 elementos de punto)
- Termorresistencia de 3 hilos individual (1-16 elementos de punto con Rosemount 565, 1-6 elementos de punto con Rosemount 566 y 1-4 elementos de punto con Rosemount 765)
- Termorresistencia de 4 hilos individual (1-16 elementos de punto con Rosemount 565, 1-4 elementos de punto con Rosemount 566 y 1-10 elementos de punto con Rosemount 765)

### Tipos de sensores de temperatura estándar

Pt-100 (según IEC/EN 60751, ASTM E1137) y Cu-90

### Posibilidad de sellado de metrología:

☑

### Interruptor de protección contra escritura:

☑

## Especificaciones de configuración

### Herramienta de configuración

TankMaster WinSetup es la herramienta recomendada para la configuración de 2240S. La característica de configuración automática de Tankbus admite el trabajo por el cubo concentrador del tanque Rosemount 2410, admite el 2240S.

### Parámetros de configuración (ejemplos)

#### Temperatura

- Cantidad de elementos sensores de temperatura
- Tipo de elemento de temperatura (punto o promedio)
- Posición del elemento de temperatura en el tanque

#### Sensor de nivel de agua:

- Compensación de nivel (diferencia entre el nivel visto del tanque y nivel cero del agua)
- Longitud de sonda (configurada automáticamente por el Rosemount 765)

### Variables de salida y unidades

Temperatura de punto y promedio:  $^{\circ}\text{C}$  (Celsius) y  $^{\circ}\text{F}$  (Fahrenheit)  
 Nivel de agua libre (FWL) (metro, centímetro, milímetro, pies o pulgadas)

## Características FOUNDATION fieldbus

### Sensible a la polaridad

No

### Consumo de corriente en reposo

30 mA

### Voltaje inicial mínimo

9,0 VDC

### Capacitancia / Inductancia del dispositivo

Consultar "Características del producto" en la página 8.

### Clase (Básica o Link Master)

Link Master (LAS)

### Cantidad de relaciones de comunicación virtual (VCR)

Máximo 20, incluyendo una fijo

## Enlaces

Módulo 90

**Tiempo mínimo de espera para retransmisión después de una colisión / retardo de respuesta máximo / retardo mínimo entre mensajes**

475/3

## Bloques y tiempo de ejecución

- 1 bloque de recursos,
- 2 bloques transductores (temperatura, registro, AVG\_Temp),
- 2 bloques de entrada analógica múltiple (MAI): 15 ms,
- 6 bloques de entrada analógica (AI): 10 ms,
- 1 bloque de salida analógica (AO): 10 ms,
- 1 bloque caracterización de señales (SCLR): 10 ms,
- 1 bloque proporcional/integral/derivativo (PID): 15 ms,
- 1 bloque integrador (INT): 10 ms,
- 1 bloque aritmético (ARITH): 10 ms,
- 2 bloques selecciones de entrada (SEL): 10 ms,
- 1 bloque selector de control (CS): 10 ms,
- 1 bloque divisor de salida (DS): 10 ms

Para obtener más información, consultar el manual de los bloques Foundation™ Fieldbus (número de documento 00809-0100-4783).

## Ejemplificación

SI

## Conforme a FOUNDATION fieldbus

(TR 5.2)

## Compatibilidad de alertas PlantWeb

SI

## Asistentes de soporte de acción

Reiniciar/ detener la medición, proteger el dispositivo contra escritura, reinicio configuración de medición de fábrica, reiniciar estadística, iniciar/ detener la simulación del dispositivo

## Diagnósticos avanzados

Fallos (mantenimiento), alertas de aviso: Software, memoria, base de datos, electrónica, comunicación (alerta, simulación), dispositivo auxiliar, medición del dispositivo auxiliar, temperatura ambiental, medición de temperatura promedio, medición de temperatura, configuración

## Especificaciones eléctricas:

### Fuente de alimentación

- Fuente: 9,0-17,5 VCC, no se ve afectado por la polaridad.
- Entidad: 9,0-20,0 VCC, no se ve afectado por la polaridad.

### Consumo interno de energía

0,5 W

### Consumo de corriente del bus

30 mA

### Cableado de Tankbus

0,5-3,3 mm<sup>2</sup> (AWG 22-16), pares trenzados apantallados

### Terminador de Tankbus incorporado

SI (debe conectarse si es necesario)

### Tankbus al aislamiento del sensor

Mínimo 700 V<sub>CA</sub>

### Entrada del sensor auxiliar

Conexión de bus digital para el sensor de nivel de agua

## Especificaciones mecánicas

### Material de la carcasa

Aluminio fundido, recubierto de poliuretano

### Entrada de cables (conexión prensaestopas)

Tres entradas (1 a 14 NPT) para prensaestopas o conductos. En la entrega se incluyen dos obturadores metálicos para sellar cualquier puerto no utilizado.

Opcional:

- Adaptador de conducto / cable M20 x 1,5
- Prensaestopas metálicos (1 a 14 NPT)
- Conector macho Eurofast de 4 pines o un mini conector macho Eurofast, tamaño 6, de 4 pines

### Conexión del 565/566/765

Conexión costada M20 x 1,5, hembra

Opcional:

- Se puede utilizar un adaptador M20 o prensaestopas M20 si el 2240S se instala lejos del sensor

### Instalación

El 2240S se puede instalar directamente en la parte superior del sensor de temperatura/nivel de agua o remotamente en un tubo de 33,4-60,3 mm (1 a 2 in) o en una pared.

## ANEXO 5.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VÁLVULA ROTATIVA 8580

**Válvula 8580**  
D103299X0ES

**Boletín de producto**  
51.6:8580  
Julio de 2018

### Válvula rotativa 8580 de Fisher™

La válvula rotativa 8580 ofrece un control de obturación excelente y un funcionamiento de cuarto de vuelta de cierre automático. Su característica de caudal aproximadamente lineal proporciona un control preciso. La válvula 8580 ofrece una larga vida útil y fiabilidad robusta.

El cuerpo de la válvula cumple con las clasificaciones de PN 10 a PN 40, CL 150 y CL 300. Las dimensiones entre caras cumplen con las normas EN 558, API 609 y MSS-SP68. Las presillas de centrado ofrecen versatilidad para montar y alinear el mismo cuerpo de la válvula de disco en diferentes configuraciones de tubería (clasificaciones ASME y EN).

La válvula rotativa 8580 incorpora un disco de montaje excéntrico provisto de sello blando o metálico, con la consiguiente mejora de su capacidad de cierre. La tecnología de sellado intercambiable permite que el mismo cuerpo de válvula acepte sellos blandos y metálicos.



### Características de la válvula 8580

- **Característica de caudal aproximadamente lineal:** su característica de caudal aproximadamente lineal proporciona un control preciso.
- **Normas mundiales:** la válvula se basa en las normas API, ASME y EN, y puede utilizarse en todo el mundo. Un soporte de montaje opcional aporta capacidad de montaje de actuador ISO 5211.
- **Rodamiento de PEEK/PTFE estándar:** el rodamiento de PEEK revestido de PTFE es un rodamiento de baja fricción y desgaste mínimo. Permite que la válvula funcione bajo altas caídas de presión durante una larga vida útil y con un par de apriete bajo. El diseño de rodamiento embutido permite un mantenimiento rápido y fácil.
- **Eje de extremo ranurado:** el eje ranurado, provisto de palanca con abrazadera y varillaje de junta simple, reduce la pérdida de movimiento entre el actuador y el eje de la válvula.
- **Versatilidad de aplicación:** eje cuadrado opcional, ideal para aplicaciones de abierto/cerrado y que otorga flexibilidad en la selección del actuador. Conjuntos de sellos y materiales de construcción estándar que proporcionan un rendimiento superior y una vida útil prolongada en una amplia gama de aplicaciones de líquido y gas.



**FISHER**

[www.Fisher.com](http://www.Fisher.com)

  
**EMERSON**

# Especificaciones de la válvula 8580 y materiales de construcción

Tabla 1. Especificaciones de la válvula 8580 de Fisher

Especificaciones		EN	ASME
Tamaño de cuerpo de la válvula		DN50, 65, 100, 150, 200, 250 y 300	NPS 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12
Clasificación de presión		PN 10 a 40	CL 150 (300), CL 150 (600) para NPS 2
Materiales del cuerpo de la válvula		Acero EN 1.4571	Acero WCC
		Acero inoxidable EN 1.4404	Acero inoxidable CF3M (316L)
		LC2	LC2
		CW209/1	CW209/1
		N08904	N08904
Materiales del eje	Sello de PTFE o RPTFE <sup>1</sup>	Acero inoxidable EN 1.4404	Acero inoxidable CF3M
		CW209/1	CW209/1
	Sello de metal o UHMWPE <sup>2</sup>	Acero inoxidable EN 1.4404 cromado <sup>3</sup>	Acero inoxidable CF3M cromado
Dimensiones (estándar)		Se aplica la tabla de cara elevada según EN 1092-1	Se aplica la tabla de cara elevada según ASME B16.5
Estilo del cuerpo de la válvula		Con o sin anillo (con o sin flange) y pasante, con o sin flange con orificio pasante y tipo con orificio pasante (sin flange)	Con o sin anillo (con o sin flange) y pasante, con o sin flange con orificio pasante y tipo con orificio pasante (sin flange)
Dimensiones y tolerancias		Cumple con la norma ISO 5201, API 600 y EN 558	
Cierre		Anillo de sello de PTFE, RPTFE o UHMWPE. Clase VI según ANSI/API 703 y BS 6054-4 Anillo de sello S31600 (acero inoxidable 316). Clase II según ANSI/API 703 y BS 6054-4	
Coeficientes de flujo		Ver el catálogo 13 de Fisher	
Dirección de flujo		El flujo normal (directo) es en el sentido de la flecha de dirección de flujo arriba de permitiendo el flujo inverso para los sellos de banda	
Características de sellado		Aplicación de sellado	
Rotación del eje		Entrenamiento antihorario para abrir y sentido de flujo de la válvula (en posición de apertura) hasta la 90 grados de rotación de eje	
Dimensiones del eje y pasante aproximadas		Consultar el GB 6.3	

1. Este material es superior a N1 (PTFE) con ASME B16.34. Consulte el capítulo 13 para conocer las aplicaciones de sellado de esta válvula.  
 2. UHMWPE con el 2% de fibra de carbono para mejorar la resistencia al desgaste.  
 3. El eje de la válvula 8580 con el sello de metal o UHMWPE debe estar cromado.  
 4. La válvula 8580 debe estar protegida contra la corrosión por el agua de mar para el servicio estándar.

Tabla 2. Materiales (otros componentes de la válvula)

Componente	Material
Cuerpo pasante y anillo de sellado	Acero inoxidable S17400 (1.4404) o acero inoxidable S10910 (316L) con NPS 26, NPS 30 y NPS 36
Sello	PTFE, RPTFE o UHMWPE con resorte de S31600 (acero inoxidable 316) o S30400. Sello metálico de acero inoxidable S316 con resorte de S31600 y O-ring
Rodamientos	PEEK/PTFE, P3000 (Alloy 6), acero de S17400
Arrojes	PTFE/PTFE sin resorte de carbono (estándar), anillo de sello metálico, empaque de PTFE ENARO-SEAL, empaque de grafito ENARO-SEAL
Resorte del sello	1.4307TiB con el tubo de acero PEEK o resorte de resorte S31600
Enrosca	EN837, EN837M, N08904, N07718
Operación	SM, CM, NPS40, NPS60

Tabla 3. Combinaciones de internos con materiales de construcción estándar

Material del cuerpo de la válvula	Material del eje	Material del disco	Rodamientos	Material del sello
30619 y WCC	S17400 (1.4404)	1.4404/CF3M	PEEK/PTFE	PTFE o RPTFE
		1.4404/CF3M cromado	PEEK/PTFE	UHMWPE o metal (Metal)
LC2	S17400 (1.4404)	1.4404/CF3M	PEEK/PTFE	PTFE
		1.4404/CF3M	PEEK/PTFE	PTFE o RPTFE
1.4404 y CF3M	50826	1.4404/CF3M cromado	PEEK/PTFE	UHMWPE o metal (Metal)
		1.4404/CF3M	PEEK/PTFE	PTFE o RPTFE
CW209	N08904	CW209	PEEK/PTFE	PTFE o RPTFE
N08904	N08904	N08904	PEEK/PTFE	PTFE o RPTFE

# ANEXO 6.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONTROLADOR DIGITAL DE VÁLVULA

Instruction Manual  
D103563X012

DVC6200p Digital Valve Controller  
November 2019

## Fisher™ FIELDVUE™ DVC6200p Digital Valve Controller

This manual applies to:

Device ID Number	0x1037
Device Revision	1
Hardware Revision	9
Firmware Revision	1.6.3.2.0
DD Revision	1.3/1.4
Instrument Level	FD
Current GSD	FC051037
Profile Specific GSD	PA139710
DTM Revision	1.0



FISHER™

[www.Fisher.com](http://www.Fisher.com)

  
EMERSON

Table 1-1. Specifications

<p><b>Available Mounting</b></p> <p>DVC6200p digital valve controller and DVC6215 feedback unit: ■ Integral mounting to Fisher 657/667 or GX actuators ■ Integral mounting to Fisher rotary actuators ■ Sliding-stem linear applications ■ Quarter-turn rotary applications</p> <p>DVC6205p base unit for 2-inch pipe stand or wall mounting (for remote-mount)</p> <p>The DVC6200p digital valve controller or DVC6215 feedback unit can also be mounted on other actuators that comply with IEC 60534-6-1, IEC 60534-6-2, VDI/VDE 3845 and NAMUR mounting standards.</p> <p><b>Function Block Suite</b></p> <p>Standard (throttling) control includes AO, AI, DO, and DI function blocks. Also included are a Logbook block and an Alarm Transducer block.</p> <p><b>Function Block Execution Times</b></p> <p>AO Block: 6 ms AI Block: 6 ms DO Block: 6 ms DI Block: 6 ms</p> <p>Minimum Device Interval: 25 ms</p> <p><b>Electrical Input</b></p> <p>Voltage Level: 9 to 32 volts Maximum Current: 19 mA Reverse Polarity Protection: Unit is not polarity sensitive Termination: Bus must be properly terminated per ISA SP50 guidelines</p> <p><b>Digital Communication Protocol</b></p> <p>PROFIBUS registered device Certified to PROFIBUS Profile 3.02</p> <p><b>Supply Pressure<sup>(1)</sup></b></p> <p>Minimum Recommended: 0.3 bar (5 psig) higher than maximum actuator requirements</p> <p>Maximum: 10.0 bar (145 psig) or maximum pressure rating of the actuator, whichever is lower</p>	<p><b>Supply Medium</b></p> <p>Air or Natural Gas</p> <p>Supply medium must be clean, dry and non-corrosive.</p> <p>Per ISA Standard 7.0.01 A maximum 40 micrometer particle size in the air system is acceptable. Further filtration down to 5 micrometer particle size is recommended. Lubricant content is not to exceed 1 ppm weight (w/w) or volume (v/v) basis. Condensation in the air supply should be minimized.</p> <p>Per ISO 8573-1 Maximum particle density size: Class 7 Oil content: Class 3 Pressure Dew Point: Class 3 or at least 10°C less than the lowest ambient temperature expected</p> <p><b>Output Signal</b></p> <p>Pneumatic signal, up to full supply pressure Minimum Span: 0.4 bar (6 psig) Maximum Span: 9.5 bar (140 psig) Action: ■ Double ■ Single Direct or ■ Reverse</p> <p><b>Steady-State Air Consumption<sup>(2)(3)</sup></b></p> <p>Standard Relay At 1.4 bar (20 psig) supply pressure: Less than 0.58 normal m<sup>3</sup>/hr (14 scfh) At 5.5 bar (80 psig) supply pressure: Less than 1.3 normal m<sup>3</sup>/hr (49 scfh)</p> <p>Low Bleed Relay At 1.4 bar (20 psig) supply pressure: Average value 0.056 normal m<sup>3</sup>/hr (2.1 scfh) At 5.5 bar (80 psig) supply pressure: Average value 0.184 normal m<sup>3</sup>/hr (6.9 scfh)</p> <p><b>Maximum Output Capacity<sup>(2)(3)</sup></b></p> <p>At 1.4 bar (20 psig) supply pressure: 10.0 normal m<sup>3</sup>/hr (375 scfh) At 5.5 bar (80 psig) supply pressure: 29.5 normal m<sup>3</sup>/hr (1100 scfh)</p> <p><b>Operating Ambient Temperature Limits<sup>(1)(4)</sup></b></p> <p>-40 to 85°C (-40 to 185°F) -52 to 85°C (-62 to 185°F) for instruments utilizing the Extreme Temperature option (fluorosilicone elastomers) -52 to 125°C (-62 to 257°F) for remote-mount feedback unit</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

-continued-

Table 1-1. Specifications (continued)

<p><b>Independent Linearity</b><sup>(2)</sup> Typical Value: ±0.50% of output span</p> <p><b>Electromagnetic Compatibility</b> Meets EN 61326-1:2013</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Immunity—Industrial locations per Table 2 of the EN 61326-1 standard. Performance is shown in table 1-2 below.</li> <li>□ Emissions—Class A ISM equipment rating: Group 1, Class A</li> </ul> <p><b>Lightning and Surge Protection</b>—The degree of immunity to lightning is specified as Surge Immunity in table 1-2. For additional surge protection commercially available transient protection devices can be used.</p> <p><b>Vibration Testing Method</b> Tested per ANSI/ISA-75.13.01 Section 5.3.5. A. resonant frequency search is performed on all three axes. The instrument is subjected to the ISA specified 1/2 hour endurance test at each major resonance.</p> <p><b>Humidity Testing Method</b> Tested per IEC 61514-2</p> <p><b>Electrical Classification</b> <b>Hazardous Area Approvals</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CSA—Intrinsically Safe, FISCO, Explosion-proof, Division 2, Dust Ignition-proof</li> <li>FM—Intrinsically Safe, FISCO, Explosion-proof, Non-Incendive, Dust Ignition-proof</li> <li>ATEX—Intrinsically Safe, FISCO, Flameproof, Type n Dust by intrinsic safety</li> <li>IECEX—Intrinsically Safe, FISCO, Flameproof, Type n Dust by intrinsic safety and enclosure</li> </ul> <p><b>Electrical Housing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CSA—Type 4X, IP66</li> <li>FM—Type 4X, IP66</li> <li>ATEX—IP66</li> <li>IECEX—IP66</li> </ul> <p><b>Other Classifications/Certifications</b><sup>(3)</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Natural Gas Certified, Single Seal Device—CSA, FM, ATEX, and IECEX</li> <li>□ Lloyd's Register—Marine Type Approval</li> </ul>	<p>CML—Certification Management Limited (Japan) CUTR—Customs Union Technical Regulations (Russia, Kazakhstan, Belarus, and Armenia) INMETRO—National Institute of Metrology, Quality and Technology (Brazil) KGS—Korea Gas Safety Corporation (South Korea) NEPSI—National Supervision and Inspection Centre for Explosion Protection and Safety of Instrumentation (China) PESO/CCOE—Petroleum and Explosives Safety Organisation - Chief Controller of Explosives (India)</p> <p>Contact your <a href="#">Emerson sales office</a> for classification/certification specific information</p> <p><b>Connections</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Supply Pressure: 1/4 NPT internal and integral pad for mounting 67CFR regulator</li> <li>Output Pressure: 1/4 NPT internal</li> <li>Tubing: 3/8-inch recommended</li> <li>Vent: 3/8 NPT internal</li> <li>Electrical: 1/2 NPT internal or M20<sup>(4)</sup></li> </ul> <p><b>Actuator Compatibility</b></p> <p><b>Stem Travel (Sliding Stem Linear)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Minimum: 6.35 mm (0.25 inch)</li> <li>Maximum: 606 mm (23-7/8 inches)</li> </ul> <p><b>Shaft Rotation (Quarter-Turn Rotary)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Minimum: 45°</li> <li>Maximum: 90°</li> </ul> <p><b>Weight</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>DVC6200p Aluminum: 3.5 kg (7.7 lbs) Stainless Steel: 8.6 kg (19 lbs)</li> <li>DVC6205p: 4.1 kg (9 lbs)</li> <li>DVC6215: 1.4 kg (3.1 lbs)</li> </ul> <p><b>Construction Materials</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Housing: module base and terminal box: A03600 low copper aluminum alloy (standard) Stainless Steel (optional)</li> <li>Cover: Thermoplastic polyester</li> <li>Elastomers: Nitrile (standard) Fluorosilicone (extreme temperature)</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(continued)

## ANEXO 7.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MEDIDOR DE DENSIDAD



Hoja de datos del producto  
PS-001630 , Rev G  
Agosto 2017

### Medidores de densidad compactos Micro Motion®

Medidor de densidad preciso de máximas prestaciones



#### Desempeño real e incomparable

- OIML R117-1 aprobado para cumplimiento MID
- Calibración acreditada con ISO/IEC

#### Flexibilidad y compatibilidad de la instalación

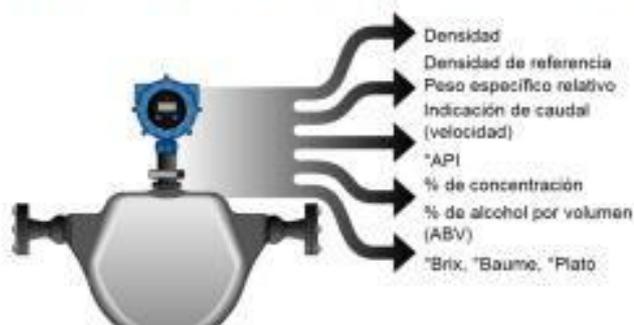
- Compatible con muchos protocolos para la conexión al SCD, PLC y computadores de caudal
- Opcionalmente, carcasa del transmisor en acero inoxidable, resistente a la corrosión en ambientes hostiles

### Medidores de densidad compactos Micro Motion

Los medidores de densidad compactos utilizan la tecnología de medidor de doble tubo curvado de Micro Motion para medir densidad. Estos medidores utilizan un sistema de medición basado en variables múltiples, diseñado para la medición fiscal de productos de alto valor, como el petróleo crudo, los hidrocarburos refinados, el alcohol y muchos líquidos de proceso agresivos.

#### Configuraciones de aplicaciones

Puede seleccionar previamente una configuración específica de la aplicación para su medidor en una amplia gama de opciones.



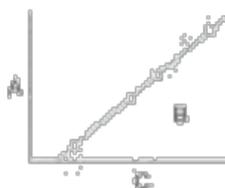
## Transmisor integrado

Acepta comunicaciones de cable de par (RS-485), RS-485 a 2 hilos, analógicas (4-20 mA), HART, y wireless HART™ y Modbus RTU.



## Calibración de densidad

- Los valores medidos de densidad son convertidos a lecturas de densidad usando los coeficientes de calibración del medidor.
- El punto de calibración como mínimo es igual al punto de funcionamiento del medidor.



A: Densidad (kg/m<sup>3</sup>)  
B: Densidad - 1 / frecuencia

## Especificaciones del funcionamiento

### Medición de densidad

Especificación	CDM100P (medidor de densidad con máximo desempeño en la precisión)	CDM100M (medidor preciso de densidad de aplicación general)
Exactitud (kg/m <sup>3</sup> )	±0.1 kg/m <sup>3</sup> (±0.0001 g/cm <sup>3</sup> )	±0.2 kg/m <sup>3</sup> (±0.0002 g/cm <sup>3</sup> )
Repetibilidad	±0.02 kg/m <sup>3</sup> (±0.0002 g/cm <sup>3</sup> )	±0.02 kg/m <sup>3</sup> (±0.0002 g/cm <sup>3</sup> )
Rango de densidad de operación	0-3000 kg/m <sup>3</sup> (0-3 g/cm <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versión del transmisor TPS 0-1000 kg/m<sup>3</sup> (0-1 g/cm<sup>3</sup>)</li> <li>• Versiones del transmisor analógico (rango 0-3000 kg/m<sup>3</sup> (0-3 g/cm<sup>3</sup>))</li> </ul>
Rango de calibración	000-1300 kg/m <sup>3</sup> (0.3-1.3 g/cm <sup>3</sup> )	000-1300 kg/m <sup>3</sup> (0.3-1.3 g/cm <sup>3</sup> )
Presión máxima de trabajo del sensor	245 bar (3500 psi) o límite de la brida	100 bar (1450 psi) o límite de la brida

## Especificaciones del transmisor

### Versiones disponibles del transmisor

Para obtener más información sobre las características del transmisor y los códigos de pedido, visite información de pedido del producto.

#### Analógico

Aplicación típica	Canales de salida		
	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición de aplicación general</li> <li>• Conexión de SCADA</li> </ul>	4-20 mA (HART) (presión)	4-20 mA (presión)	Modbus RTU

### Procesador para transmisores 2700 FOUNDATION fieldbus de montaje remoto

Aplicación típica	Canales de salida		
	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>Medidor de aplicación general</li> <li>Conexión de SCC/PLC</li> </ul>	Inhibido	Verificado	Modbus/RS-485

### TPS a 2 hilos

Aplicación típica	Canales de salida		
	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>Transmisor local de campo</li> <li>Conexión de la computadora de flujo</li> </ul>	Inhibido	RTD de 100 Ohm a 4 hilos	

En la versión de transmisor a 2 hilos, el TPS se suspende en la línea de alimentación.

### Indicador local

Diseño	Características
Especificaciones físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pantalla de LCD de segmentos, dos líneas.</li> <li>Se puede girar en el eje vertical, en incrementos de 90 grados, para una fácil visualización.</li> <li>Adecuado para su funcionamiento en áreas de riesgo.</li> </ul>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conjuntos variables de proceso y reconocer las alarmas.</li> <li>Configurar las salidas de red y RS-485.</li> </ul>

### Variables de medición del proceso

Variabes	Valor
Norma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad, Tiempo, Temperatura, Corriente de la bobina inductiva, Entrada de temperatura externa, Entrada de presión externa, Caudal (velocidad) (m/s)</li> </ul>

### Opciones de comunicación adicionales

Las siguientes opciones de comunicación se compran independientemente del medidor.

Tipo	Descripción
WirelessHART	WirelessHART está disponible con el adaptador TRIM.
FOUNDATION fieldbus	Transmisor remoto 2700 de montaje remoto con FOUNDATION fieldbus. <ul style="list-style-type: none"> <li>Se proporciona una conexión FOUNDATION fieldbus H1.</li> </ul>
HART™ 154-Long	Se dispone de tres salidas de 4-20 mA adicionales con la conexión de un HART™ 154-Long.

### Requerimientos de energía

A continuación se indican los requerimientos de energía de CC para el funcionamiento del medidor:

Tipo de medidor	Descripción
-----------------	-------------



## ANEXO 8.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PLC S7-1500 CPU-1517-3PN/DP



Edición	09/2016
---------	---------

[siemens.com](http://siemens.com)

## Características

La CPU 1517-3 PN DP tiene las siguientes características técnicas:

- **Comunicación:**

- **Interfaces**

La CPU 1517-3 PN DP tiene tres interfaces. Dos interfaces para PROFINET y una para PROFIBUS.

La **1.ª Interfaz PROFINET** (X1 P1, X1 P2) tiene dos puertos. Además de la funcionalidad básica de PROFINET, también soporta PROFINET IO RT (Realtime) e IRT (asynchronous Realtime). La comunicación PROFINET IO y los ajustes en tiempo real pueden configurarse.

Con tiempos de ciclo de emisión de 187,5 µs, la comunicación IO y la comunicación estándar también pueden efectuarse mediante un cable.

Los puertos 1 y 2 también pueden utilizarse como puertos en anillo para el diseño de topologías en anillo redundantes en Ethernet.

La **2.ª Interfaz PROFINET** (X2 P1) tiene un puerto. Además de la funcionalidad básica de PROFINET, también soporta PROFINET IO RT (Realtime). La funcionalidad básica de PROFINET soporta la comunicación HMI, la comunicación con el sistema de configuración, la comunicación con una red de nivel superior (backbone, router, Internet) y la comunicación con otra máquina o célula de automatización. La 2.ª interfaz PROFINET soporta una velocidad de transferencia de 1000 Mbits/s a partir de la versión de firmware V1.3.

---

### **Nota**

#### **Subredes IP**

Las subredes IP de las dos interfaces deben ser diferentes. Es decir, las direcciones IP de las dos interfaces deben diferir en las subredes.

---

La **3.ª Interfaz** (X3) sirve para la conexión a una red PROFIBUS. Si la interfaz se utiliza como interfaz PROFIBUS DP, la CPU asume la función de maestro DP. La CPU no puede actuar como esclavo DP.

- **OPC UA**

Con OPC UA se produce un intercambio de datos mediante un protocolo de comunicación abierto y no propietario. La CPU actúa como servidor OPC UA y puede comunicarse con clientes OPC UA, como p. ej., paneles HMI, sistemas SCADA, etc.

## 2.5 Elementos de mando y señalización

### 2.5.1 Vista frontal del módulo con tapas frontales cerradas

La figura siguiente muestra la vista frontal de la CPU 1517-3 PN/DP.

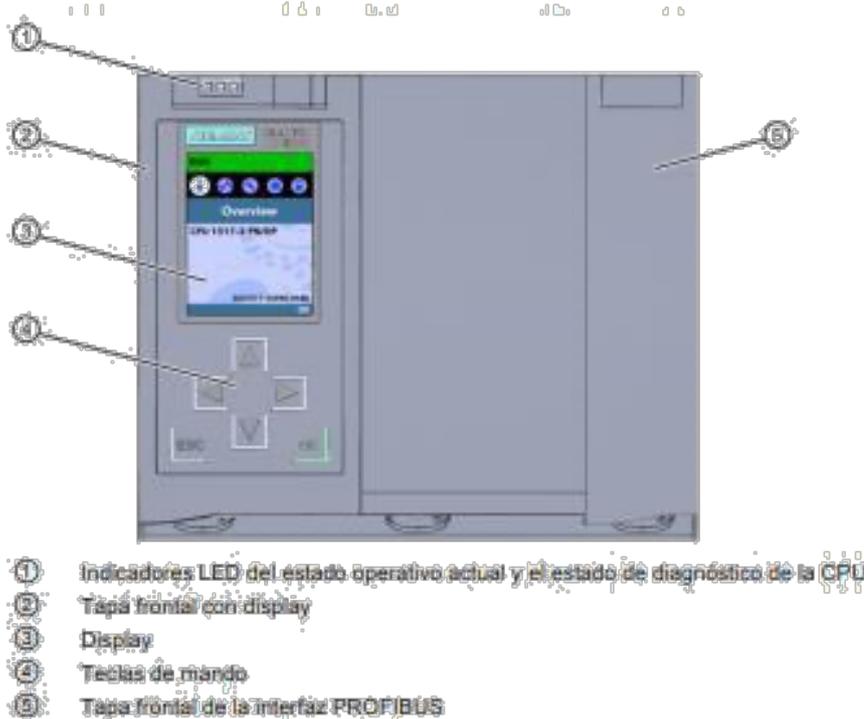


Figura 2-2 Vista de la CPU 1517-3 PN/DP (con tapas frontales), lado anterior

#### Nota

##### Rango de temperatura del display

Para aumentar su vida útil, el display se apaga por debajo de la temperatura de empleo del dispositivo. Una vez que el display se ha enfriado, vuelve a conectarse automáticamente. Cuando el display está apagado, los LED continúan indicando el estado de la CPU.

Encontrará más información sobre las temperaturas a las que el display se apaga y se conecta de nuevo en los datos técnicos (Página 36).

## Datos técnicos

# 5

	6ES7517-3AP00-0AB0
<b>Información general</b>	
Nombre de tipo del producto	CPU 1517-3 PN/DP
Versión del hardware	FS04
Versión del firmware	V2.0
<b>Ingeniería</b>	
Configurable/integrada con STEP 7 TIA Portal a partir de la versión	V14
<b>Control de configuración</b>	
Mediante juego de datos	Sí
<b>Display</b>	
Diagonal del display (cm)	6,1 cm
<b>Elementos de mando</b>	
Número de teclas	6
Selector de modo	1
<b>Tensión de alimentación</b>	
Tipo de tensión de alimentación	24 V DC
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
<b>Regulación por pérdida de red y alimentación</b>	
Tiempo de regulación por pérdida de red y alimentación	5 ms
<b>Intensidad de entrada</b>	
Consumo (valor nominal)	1,55 A
Extracorrente de conexión, máx.	2,4 A; valor nominal
I <sub>Δ</sub>	0,02 A*s
<b>Potencia</b>	
Potencia consumida del bus de fondo (balance)	30 W
Potencia alimentada en el bus de fondo	12 W
<b>Potencia disipada</b>	
Potencia disipada, típ.	24 W
<b>Memoria</b>	
Número de slots para SIMATIC Memory Card	1
SIMATIC Memory Card necesaria	Sí
<b>Memoria de trabajo</b>	
Integrada (para programas)	2 MB
Integrada (para datos)	8 Mbytes

	<b>6ES7517-3AP00-0AB0</b>
<b>Contadores, temporizadores y su remanencia</b>	
<b>Contadores S7</b>	
Cantidad	2048
Remanencia	
• Configurable	Si
<b>Contadores IEC</b>	
Cantidad	Cualquiera (solo limitada por la memoria de trabajo)
Remanencia	
• Configurable	Si
<b>Temporizadores S7</b>	
Cantidad	2048
Remanencia	
• Configurable	Si
<b>Temporizadores IEC</b>	
Cantidad	Cualquiera (solo limitada por la memoria de trabajo)
<b>Áreas de datos y su remanencia</b>	
Área de datos remanente total (incluidos temporizadores, contadores, marcas), máx.	768 KB; memoria remanente utilizable para marcas, temporizadores, contadores, DB y datos tecnológicos (ejes): 700 KB
<b>Marcas</b>	
Cantidad máx.	16 KB
Número de marcas de ciclo	8; son 8 bits de marcas de ciclo, agrupados en un byte de marcas de ciclo
<b>Bloques de datos</b>	
Remanencia configurable	Si
Remanencia predeterminada	No
<b>Datos locales</b>	
Por clase de prioridad, máx.	64 KB; máx. 16 KB por bloque
<b>Área de direcciones</b>	
Número de módulos IO	16384; número máx. de módulos/submódulos
<b>Área de direcciones de periferia</b>	
Entradas	32 KB; todas las entradas se encuentran en la memoria imagen de proceso
Salidas	32 KB; todas las salidas se encuentran en la memoria imagen de proceso
De ellas, en cada subsistema IO integrado	
• Entradas (volumen)	16 KB; 16 KB mediante interfaz PROFINET IO integrada, 8 KB mediante interfaz DP integrada
• Salidas (volumen)	16 KB; 16 KB mediante interfaz PROFINET IO integrada, 8 KB mediante interfaz DP integrada
De ellas, en cada CM/CP	
• Entradas (volumen)	8 KB
• Salidas (volumen)	8 KB

## ANEXO 9.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ACCULOAD III

### Smith Meter Inc

An **FMC Energy Systems** business

### Electronic Preset Delivery System **AccuLoad III™-S** With **ALS1** or **ALD1** Firmware Specifications

Issue/Rev. 0.2 (11/99)

Bulletin SS06030

The **Smith AccuLoad III-S** is a microprocessor-based electronic instrument that can be programmed to be either a single arm or dual arm device depending on the firmware package that is installed in the unit. The single arm unit is capable of loading a straight product, up to four products as a sequential blender, or two products as a ratio blender. The dual arm unit is capable of loading two straight products, up to four products as a sequential blender, and a straight product or two, four-product sequential blends, depending on I/O usage.

#### Features

- One or Two Arm Operation
- Straight Product and/or Sequential Blending or Ratio Blending
- Up to 50 Recipes
- User Configurable Inputs and Outputs
- Block Valve Control and Feedback (Sequential Blending)
- Controls Additive Systems (Either via Pulse or Communications)
- Four Communication Ports
- Programmable Pulse Outputs
- Configurable Load Ticket/BOL Emulation Printing
- Continuous Monitoring of Critical Functions
- Two-Way Data Communication; Built-in Communication Analyzer
- Automatic Temperature and Pressure Compensation and Density Correction
- Meter Factor Calculation
- Five Levels of Security
- Automatic Adjustment of Final Trip Point
- Automatic Flow Control with Recovery
- API Tables From LPG to Crude Oil
- GPA Tables TP-15 and TP-16
- Explosion-Proof
- Programmable Languages/Messages
- LCD Graphics Display with Backlight
- Turbine Meter Diagnostics
- Boolean/Algebraic Processing
- Event Logging
- Stand-Alone Operation

#### Applications

Applications include batch loading of alcohols, gasolines, antifreeze, lube oils, fuel oils, solvents, fertilizers, LPGs, LNGs, and chemicals. The system is ideal for truck,



barge, or rail car loading at loading racks, bulk plants, shipping docks, processing installations, and tank farms where straight products, as well as blended products, must be loaded.

#### Standard Features

##### **Straight Product (ALS1 or ALD1 Firmware)**

The AccuLoad III is designed to handle either single arm, straight product loading (ALS1) or dual arm, straight product loading (ALD1). Using the ALD1 dual arm firmware, both products can be loaded simultaneously.

##### **Sequential Blending (ALS1 or ALD1 Firmware)**

The AccuLoad III is designed to sequentially control the loading of up to four petroleum or chemical products through a single loading arm (ALS1) or through two loading arms (ALD1). The single arm software package (ALS1) controls the loading of up to four products sequentially through a single metering system and loading arm. The dual arm software package (ALD1) controls the loading of up to four products sequentially through a single metering system and a straight product through a second metering system and loading arm. Another option using the ALD1 firmware is to have two, two product sequential blending load arms each with up to four products flowing through a metering position and loading arm.

##### **Ratio Blending (ALS1 Firmware)**

The AccuLoad III is designed to control the blending of two petroleum or chemical products through a single loading arm (ALS1) simultaneously. Both products flow through a metering system, are co-mingled downstream of the metering system and flow through a single loading arm into a transport.

### **Temperature Compensation**

The temperature compensation option provides the customer with the capability of compensating for the variance in temperature from a reference temperature. This option is used with an RTD input or a temperature transducer and, excluding the accuracy of the fluid temperature measurement, will exactly match the proper volume correction factor of ASTM-D-1250 (Sept. 1980) over the fluid temperature range of -40°F to 572°F (-40°C to 300°C). The following API tables can be programmed in the AccuLoad II: 5A, 5B, 5D, 6A, 6B, 6C, 6D, 23A, 23B, 23D, 24, 24A, 24B, 24D, 53A, 53B, 53D, 54, 54A, 54B, 54C, and 54D.

### **Pressure Compensation**

The pressure compensation option provides the customer with the capability of compensating the volume of product delivered at varying pressures per API Tables 11-2.1 and 11-2.2, using a 4-20 mA pressure transducer input per preset position. This option also contains real-time control functions for maintaining system pressures at the meter to a minimally acceptable, user-definable level (pressure transducer not included). This option is particularly useful for light products, such as LPG, where the compressibility factor varies a great deal with different pressures.

### **Density Correction**

The density correction option provides the customer with the capability of correcting the volume of product delivered at varying densities. This can be either a frequency input or a 4-20 mA input.

### **Metered Injectors, Piston Injectors and Smart Additives**

AccuLoad II has been designed to provide maximum flexibility when it comes to additive control. The unit is capable of handling metered injectors, piston injectors and smart additives simultaneously.

The AccuLoad is capable of controlling two additive injector metered systems. The AccuLoad controls the additive solenoids to precisely inject the additive into the main product. It monitors the pulses of the additive meter and controls the amount of additive based on the incoming pulses from the additive meter and the main product meter.

Additive monitoring and smart additives provide the capability for the AccuLoad to monitor the feedback from the piston injectors of the additive products. The AccuLoad monitors the injector feedback switches for a change of state and counts the errors and alarms if no change is detected within the cycle or a period of time, depending on how the unit is programmed. The AccuLoad will totalize the additive volume based on confirmation signals and a programmable volume per cycle. The totalized volume will print on the emulated load ticket printed on the shared printer output.

For Smart additives, the firmware has also been designed with a Master/Slave type of communications with the AccuLoad being the master and the Additive Injector System being the slave. The AccuLoad constantly interrogates the Additive Injector System for a change in status. The AccuLoad can be operated with

communications control over the Smart Additive Injector System or with communication/pulse control. When the AccuLoad has communication control over the Additive System, it will constantly monitor the Additive System for its status, poll the additive totals, and signal the system when to inject the additive - all through the communications line.

The AccuLoad communications package has also been designed with a pass-through communications mode. In the mode of operation the supervisory computer can talk to the Additive Injector System through the communication lines that have been run to the AccuLoad and from the AccuLoad to the Additive Injector System(s).

### **Dual Pulse Security**

This option provides continuous monitoring, error indication, alarm, and correction of the pulse transmission for each preset position per API Petroleum Measurement Standard, Chapter 5.5, Level A, and Institute of Petroleum Standard, IP 252/76, Part XII, Section 1, Level A (PPS High-Security Pulse Transmitter is not included). The PPS High-Security Transmitter provides four signals: 'A', 'A inverted', 'B', and 'B inverted'. The 'A' and 'B' signals are 90 electrical degrees out-of-phase and used for dual-pulse security. The 'A' and 'A inverted' and 'B' and 'B inverted' signals are 180 electrical degrees out-of-phase and are used for transmitter power sensing. If power sensing is not required, only 'A' and 'B' are used for dual-pulse security.

### **Automated Proving Mode**

The AccuLoad II firmware provides an automated proving mode of operation. When the automated proving mode is activated the AccuLoad will calculate the meter factor for a proving run based on information that is obtained during the prove. The operator can select the flow rate and meter factor that is being proved through the keypad of the AccuLoad. After the prove is complete the operator enters the prover volume and prover temperature and the AccuLoad will calculate the new meter factor and the operator has the choice of downloading it to the program or to ignore it. The AccuLoad also has the capability of providing an average meter factor over a maximum of six proves. This feature allows the operator to prove the meter on all four products, and four meter factors and associated flow rates for each product without having to enter the program mode for each product and meter factor.

### **Boolean and Algebraic Processing**

The AccuLoad III provides the customer the flexibility to set-up inputs and outputs for tasks that are not standard in the unit. Through Boolean processing, relays can be turned on and off through equations and events set-up by the customer. For example, a relay is required to close at the first trip point of the load. This can be set-up using Boolean processing and does not require special software from Smith.

Algebraic processing is also an area that the customer can use to do simple mathematical calculations that are not in the unit. These calculations can then be used on the configurable reports for the current batch being run by the unit.

## Specifications

### Accuracy

**Calculated Accuracy:** The gross at standard temperature to gross volume ratio, excluding the accuracy of fluid temperature measurement, will exactly match the proper volume correction factor of ASTM-D 1250 (Sept. 1990) over the fluid temperature range of -40°F to 572°F (-40°C to 300°C).

**Temperature Measurement Accuracy:** Fluid temperature is measured to within  $\pm 0.72^\circ\text{F}$  ( $\pm 0.4^\circ\text{C}$ ) over the fluid temperature range of -148°F to 572°F (-100°C to 300°C). Fluid temperature is measured to within  $\pm 0.45^\circ\text{F}$  ( $\pm 0.25^\circ\text{C}$ ) over the fluid temperature range of 32°F to 572°F (0°C to 300°C).

**Stability:** 0.1°F (0.06°C/year)

**Flow Totalizing:** Within one pulse of input frequency.

### Electrical Inputs

#### AC Instrument Power:

Universal input 100 to 240 Vac, 58V maximum, 48 to 63 Hz. The AC circuitry is fuse-protected.

**Surge Current:** 28A maximum for less than 0.1 seconds.

**Power Interruption Tolerance:** Interruption of power greater than .05 seconds (typical) will cause an orderly shut-down of the AccuLoad and the control valve will be immediately signaled to close.

**Note:** A constant voltage transformer (CVT) is recommended if the available ac power is suspected not to comply with these specifications.

#### Pulse Input:

Quantity: 5.

Type: High-speed, edge-triggered, optically isolated pulse transmitter input. The input pulse must rise above V (high min.) for a period of time and then fall below V (low) to be recognized as a pulse by AccuLoad I.

V (High): 5 Vdc minimum to 28 Vdc maximum.

V (Low): 1 Vdc maximum.

Input Impedance: 1.8 K $\Omega$ .

Pulse Resolution: 1 pulse/unit minimum, 9,999 pulses/unit maximum.

Frequency Range: 0 to 10.0 kHz.

Response: Within one pulse to a step change in flow rate.

Mode: Single, dual, dual with power sensing, density.

Duty Cycle: 35/65 to 65/35 (on/off).

#### Temperature Probe:

Type: four-wire, 100  $\Omega$  Platinum Resistance Temperature Detector (PRTD).

Temperature Coefficient: @ 32°F: 0.00214  $\Omega/\Omega^\circ\text{F}$  (0.00385  $\Omega/\Omega^\circ\text{C}$ ).

Temperature Range: -148°F to 572°F (-100°C to 300°C).

Offset: Temperature probe offset is program-adjustable through the AccuLoad keypad in  $\pm 0.1$  degree

increments in the unit of temperature measurement used.

**Self-calibrating:** Lead length compensation that requires no resistance balancing of leads.

#### Analog (4-20 mA):

Type: Two-wire, 4-20 mA current loop receiver, isolated from ground, programmable as to function.

**Span Adjustment:** Program-adjustable through the AccuLoad keypad or communication in tenths of the unit used.

Input Burden: 50  $\Omega$ .

Accuracy:  $\pm 0.025\%$  of range.

Resolution: One part in 65,536.

Voltage Drop: 2 Volts maximum.

Sampling Rate: One sample/300 mSec minimum.

#### Analog (1-5 Vdc):

Type: Two-wire, 1-5 Vdc voltage loop receiver, isolated from ground, programmable as to function.

**Span Adjustment:** Program-adjustable through the AccuLoad keypad or communications in tenths of the unit used.

Input Burden: 1 m $\Omega$ .

Accuracy:  $\pm 0.025\%$  of range.

Resolution: One part in 65,536.

Sampling Rate: One sample/300 mSec minimum.

#### AC Inputs Qty: 5:

Type: Optically isolated, solid-state voltage sensor.

Input Voltage Range: 90 to 280 Vac.

Pickup Voltage: 90 Vac minimum.

Drop-out Voltage: 30 Vac maximum.

Current at Maximum Voltage: 20 mA maximum.

Input Resistance: 44,000  $\Omega$  typical.

#### DC Inputs Qty: 6:

Type: Optically isolated, solid-state voltage sensors.

Input Voltage Range: 5 to 28 Vdc.

Pickup Voltage: 5 Vdc minimum.

Drop-out Voltage: Less than 1 volt.

Current at Maximum Voltage: 20 mA maximum.

Input Level Duration: 120 mSec minimum.

#### Keypad:

Type: Metal encapsulated, one-piece, sealed, no moving parts, piezoelectric design. Protected against the environment.

#### Display:

The Graphics Display is a 240 by 64 pixel graphic Liquid Crystal Display (LCD) module with LED back-lighting.

### Electrical Outputs

#### DC Power:

24 Vdc  $\pm 1\%$ , 1 A maximum, short circuit protected.

#### AC Outputs Qty: 11:

Type: Optically isolated, AC, solid-state relays. User-programmable as to function.

Load Voltage Range: 90 to 280 Vac (rms), 48 to 63 Hz  
Steady-State Load Current Range: 0.05A (rms) minimum to 0.5A (rms) maximum into an inductive load.

Leakage Current at Maximum Voltage Rating: 5.2 mA (rms) maximum @ 240 Vac.

Input Impedance: 300 Ohms minimum.

On-State Voltage Drop: 2 Vac at maximum load.

#### **DC Outputs Qty: 3:**

Type: Optically isolated solid state output. User programmable as to function.

Polarity: Programmable (normally open or normally closed).

Switch Blocking Voltage: 30 Vdc maximum.

Load Current: 150 mA maximum with 0.6 volt drop.

Note: Transistor normally open.

#### **Analog (4-20 mA):**

Type: Two-wire, 4-20 mA current loop transmitter, isolated from ground, programmable as to function.

Span Adjustment: Program adjustable through the AccuLoad keypad or through communications.

Accuracy:  $\pm 0.025\%$  of range.

Resolution: One part in 65,536.

Voltage Burden: 4 volts maximum.

#### **Analog (1-5 Vdc):**

Type: Two-wire, 1-5 Vdc voltage loop transmitter, isolated from ground, programmable as to function.

Span Adjustment: Program adjustable through the AccuLoad keypad or through communications.

Accuracy:  $\pm 0.025\%$  of range.

Resolution: One part in 65,536.

#### **Pulse Output Qty: 2:**

Type: Optically isolated solid state output. Pulse output units are program selectable through the AccuLoad keypad or communications.

Polarity: Programmable (normally open or normally closed).

Switch Blocking Voltage (Switch Off): 30 Vdc maximum.

Load Current (Switch On): 10 mA with 0.6 volts drop.

Frequency Range: 0 to 3000 Hz.

Duty Cycle: 50/50 (on/off).

### **Environment**

#### **Ambient Operating Temperature**

-40°F to 140°F (-40°C to 60°C).

#### **Humidity:**

5 to 95% with condensation.

#### **Enclosure:**

Explosion-proof (NEMA 7, Class I, Groups C and D) and watertight (NEMA 4X), IP65.

### **Approvals**

#### **UL/CUL**

Class I, Division 1, Group C & D; Class II, Groups E, F & G; UNL-UL Enclosure 4X; CNL-CSA Enclosure 4.

Class I, Zone 1, Group IB, IP65.

Class I, Zone 1, AEx d IB T6, IP65.

UL/CUL File E23545 (N).

#### **CENELEC**

EEx d IB T6, IP65.

DEMKO A/S Certificate No. 99-E-12527.

Note: AccuLoad IP does not contain intrinsically safe circuitry; therefore, all personnel equipment must be suitable for the area in which it is installed.

Weight: 50 lb (22.7 kg).

### **Electromagnetic Compatibility**

Designed to meet the requirements of EMC directive 89/336/EEC.

EN 50081-1:	Generic Emission Standard, Residential, Commercial and Light Industry
EN 55022:	Conducted (Class B)
EN 55022:	Radiated (Class B)
IEC 61000-3-2:	Limits for Harmonic Current Emissions
IEC 61000-3-3:	Limits of Voltage Fluctuations and Flicker in L/V Supply Systems (Pending)
EN-50082-2:	Generic Immunity Standards, Industrial Environment.
IEC 1000-4-2:	Electrostatic Discharge (Severity Level 4)
IEC 1000-4-3:	Radiated, RF, Electromagnetic Field Immunity (Severity Level 3)
IEC 1000-4-4:	Electrical Fast Transient Burst Immunity Test (Severity Level 4)
IEC 1000-4-5:	Surge Immunity Test (Class 3)
IEC 1000-4-6:	Immunity to Conducted Disturbances Induced by RF Fields.
IEC 1000-4-8:	Power Frequency Magnetic Field Immunity Test.
IEC 1000-4-11:	Voltage Dip, Short Interruptions and Voltage Variations Immunity Tests.

### **Communications**

#### **General**

Number of Ports: Four.

Configuration: Multi-drop network; Up to 32 AccuLoad IIs can be connected onto the same transmit and receive data lines.

Data Rate: Keypad selectable to asynchronous data rates of 1200, 2400, 3600, 4800, 7200, 9600, 19200, or 38400 tps.

Data Format: Programmable one start bit, programmable seven or eight data bits - even, odd, or no parity, one stop bit.

Line Protocol: Half-duplex, full-duplex, no character echo.  
Data Structure: ASCII character-oriented, modeled after ISO Standard 1155.

Protocol: Smith ASCII LRC, Smith ASCII CR, Smith ASCII binary, Modbus.

AccuLoad II Style: Terminal Mode, Minicomputer Mode.

**EIA-232 (1 dedicated, 2 programmable)**

Type: Interfacable with EIA-232 data communication standards. Data transmitters are tri-state design.

Typical Applications: Product receipt ticket printing (used with a stand-alone ASCII printer or as a backup in the standby mode with automation for BDL emulation) or communications with Product Management Automation Systems. Up to 16 AccuLoads can be connected onto the same transmit and receive data lines.

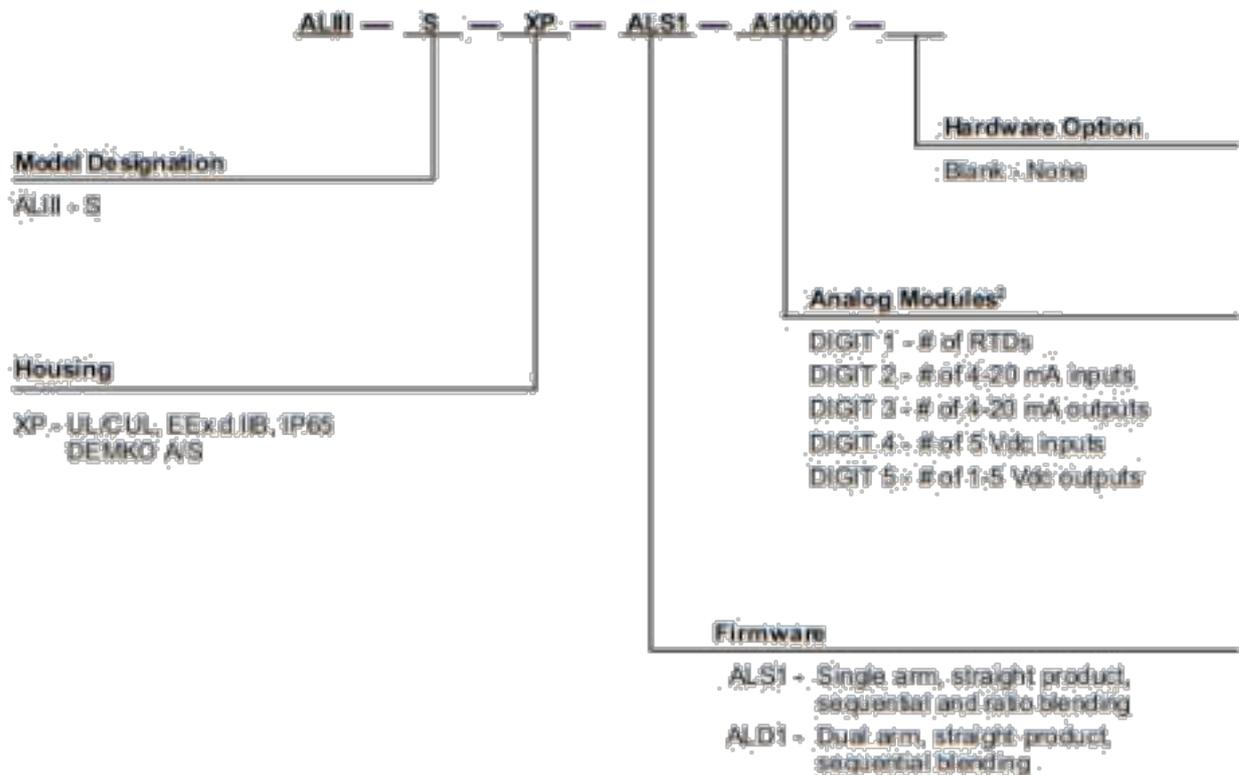
**EIA-485 (1 dedicated, 2 programmable)**

Type: Interfacable with EIA-485 data communication standards.

Typical Application: Communications with Product Management Automation Systems.

Number of Units per Communication Line: Up to 32 AccuLoads can be connected onto the same transmit and receive data lines.

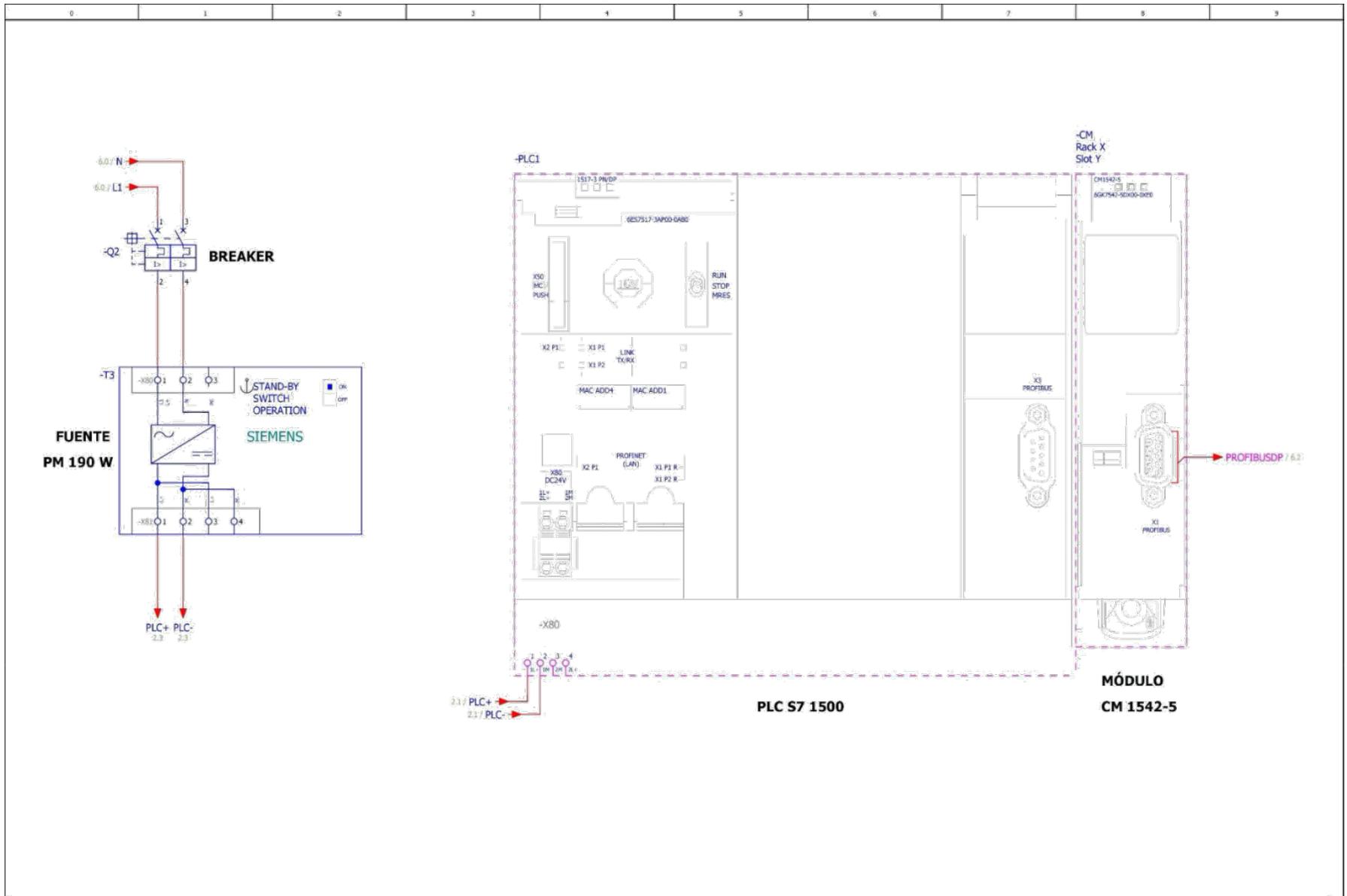
**Modeling<sup>1</sup>**



<sup>1</sup> A complete model number is required when ordering the AccuLoad II.  
<sup>2</sup> Maximum of 6 Analog Modules including RTD standard.

## ANEXO 10.- PLANOS ELÉCTRICOS

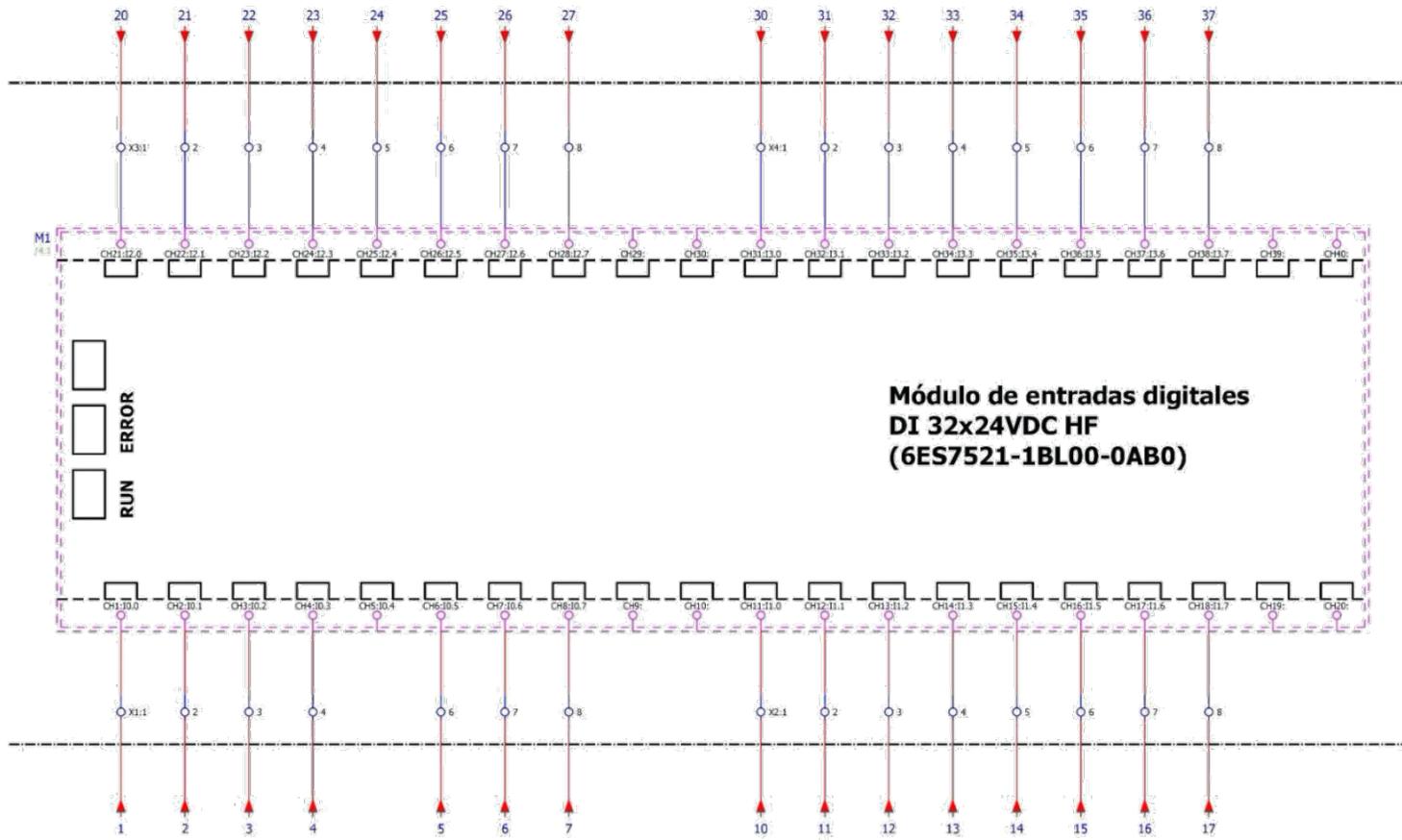
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
									formulario1	
										
<b>Empresa/cliente</b>		PETROECUADOR								
<b>Descripción de proyecto</b>		Proyecto de Automatizacion de una terminal de combustibles								
<b>Número de diseño</b>		2								
<b>Fabricante (empresa)</b>		ESPOL								
<b>Circuito</b>		Circuito de control								
<b>Nombre de proyecto</b>		Proyecto Terminal de Combustible								
<b>Producto</b>		Diagrama de conexiones								
<b>Tipo</b>		Diagrama de conexiones								
<b>Lugar de instalación</b>		Guayaquil								
<b>Responsable del proyecto</b>		Gabriel Suarez y Nelson Carreño								
<b>Creado</b>		30/05/2020								
<b>Modificado</b>		27/09/2020		Número de páginas <b>9</b>						
2										
		Fecha	11/08/2020	<b>Proyecto de Automatizacion de una terminal de combustibles</b>			PORTADA		= CAMPO	
		Resp	Suarez-Carreño	+ TAB.CONTROL					Hoja 1	
		Probedo	Gabriel Suarez						Página 1 / 9	
Cambio	Fecha	Nombre	Original	Suarez-Carreño	Sustitución por	Sustituido por				



1				2.a	
Fecha		27/09/2020		Proyecto de Automatizacion de una terminal de combustibles	
Resp		Suarez-Carreño		CONEXIONES PLC	
Probado		Gabriel Suárez		= CAMPO	
Original		Suarez-Carreño		+ TAB.CONTROL	
Sustitución por		Sustituido por		2	
Cambio		Fecha		Hoja 2	
Nombre		Original		Página 2 / 9	



## Exterior del Tablero de Control

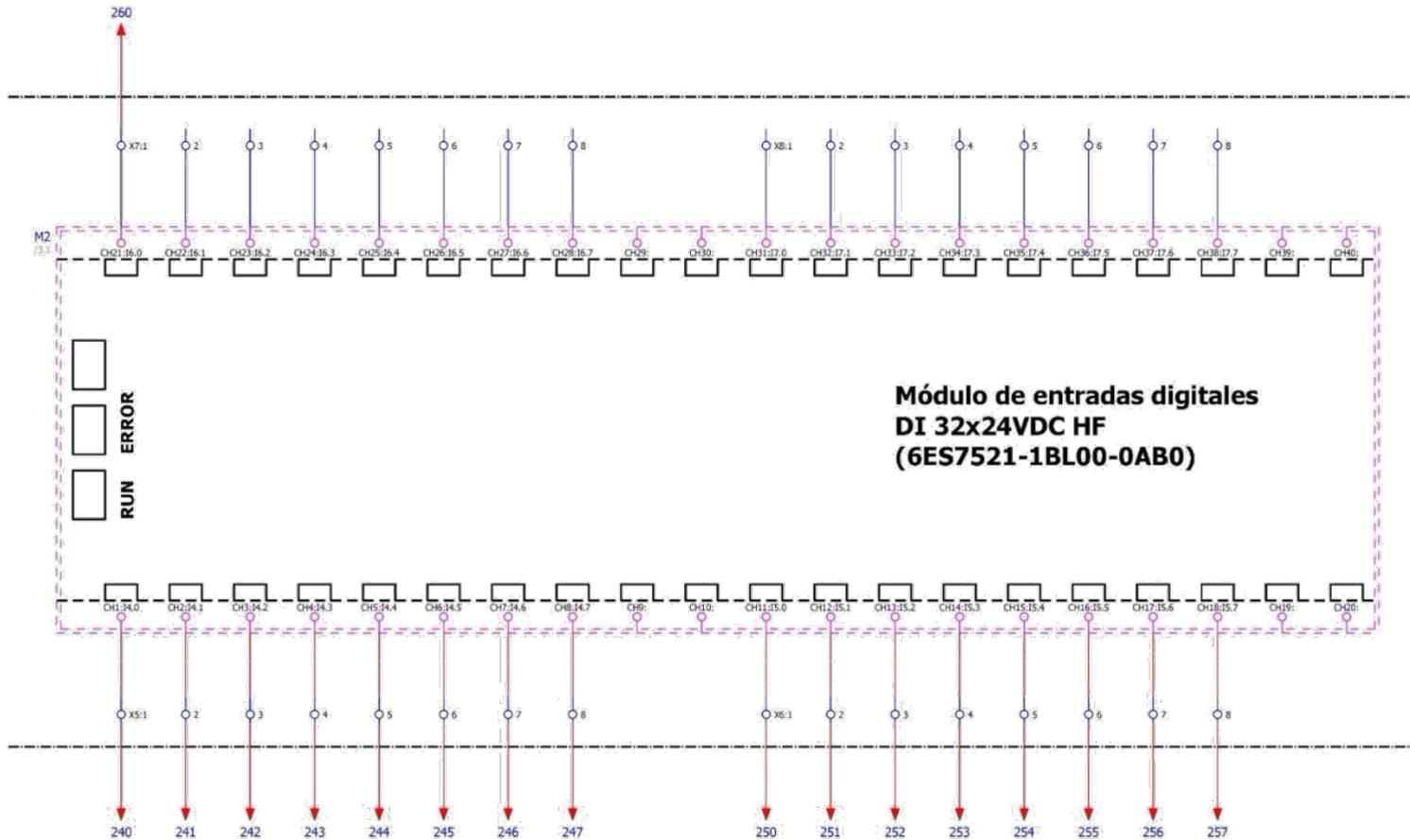


## Exterior del Tablero de Control

		Fecha	27/09/2020	<b>Proyecto de Automatización de una terminal de combustibles</b>				
		Resp.	Suarez-Carreño					= CAPO + TAB.CONTROL
Cambio	Fecha	Nombre	Original		Suarez-Carreño	Sustitución por	Sustituido por	Hoja 2.a Página 3/9

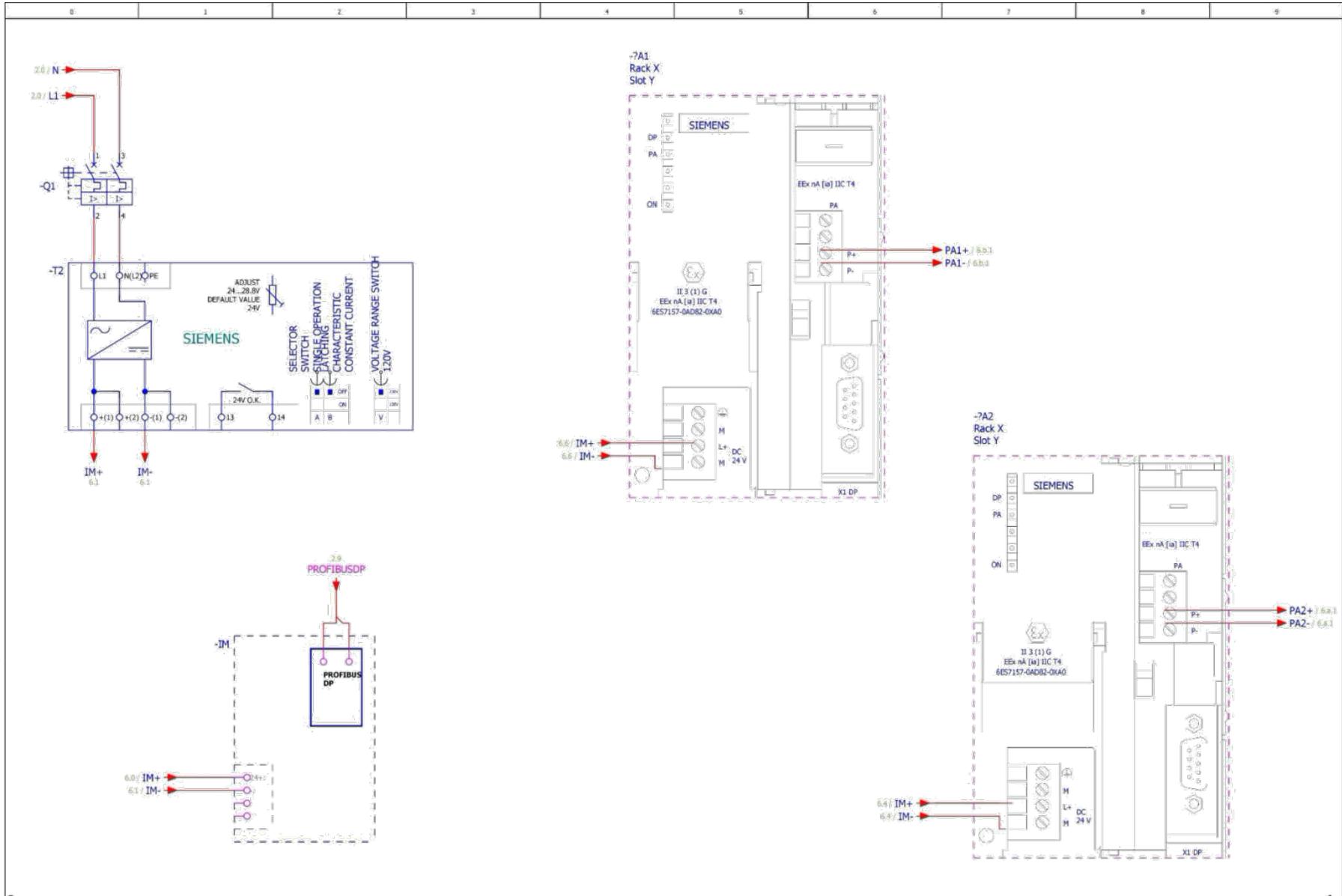


## Exterior del Tablero de Control



## Exterior del Tablero de Control

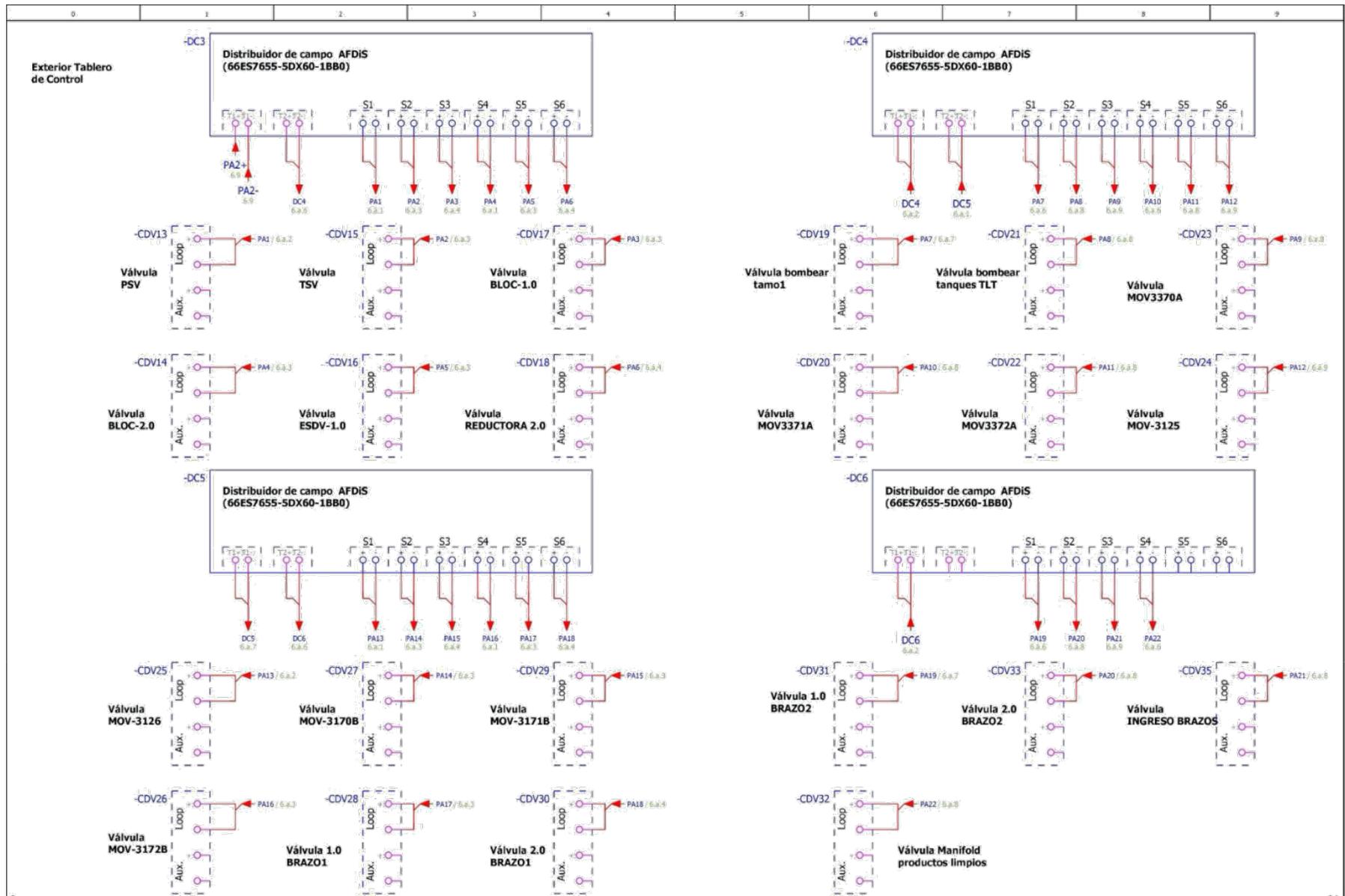
			Fecha: 26/09/2020	Proyecto de Automatización de una terminal de combustibles		Módulo de Salidas Digitales-2-DQ 32x24VDC/0.5A ST (6ES7522-1BL00-0AB0)	= CAMPO + TAB.CONTROL
			Resp: Suarez-Carreño				
			Probado: Suarez-Carreño				
Cambio	Fecha	Nombre	Original	Suarez-Carreño	Substitución por		
							Hoja: 5 Página: 6/9



5		27/09/2020		Proyecto de Automatización de una terminal de combustibles		= CAMPO		6.a	
		Resp. Suarez-Carriello				+ TAB.CONTROL			
		Probado						Hoja 6	
Cambio		Fecha		Nombre		Original		Sucesión por:	
								Página 7/9	



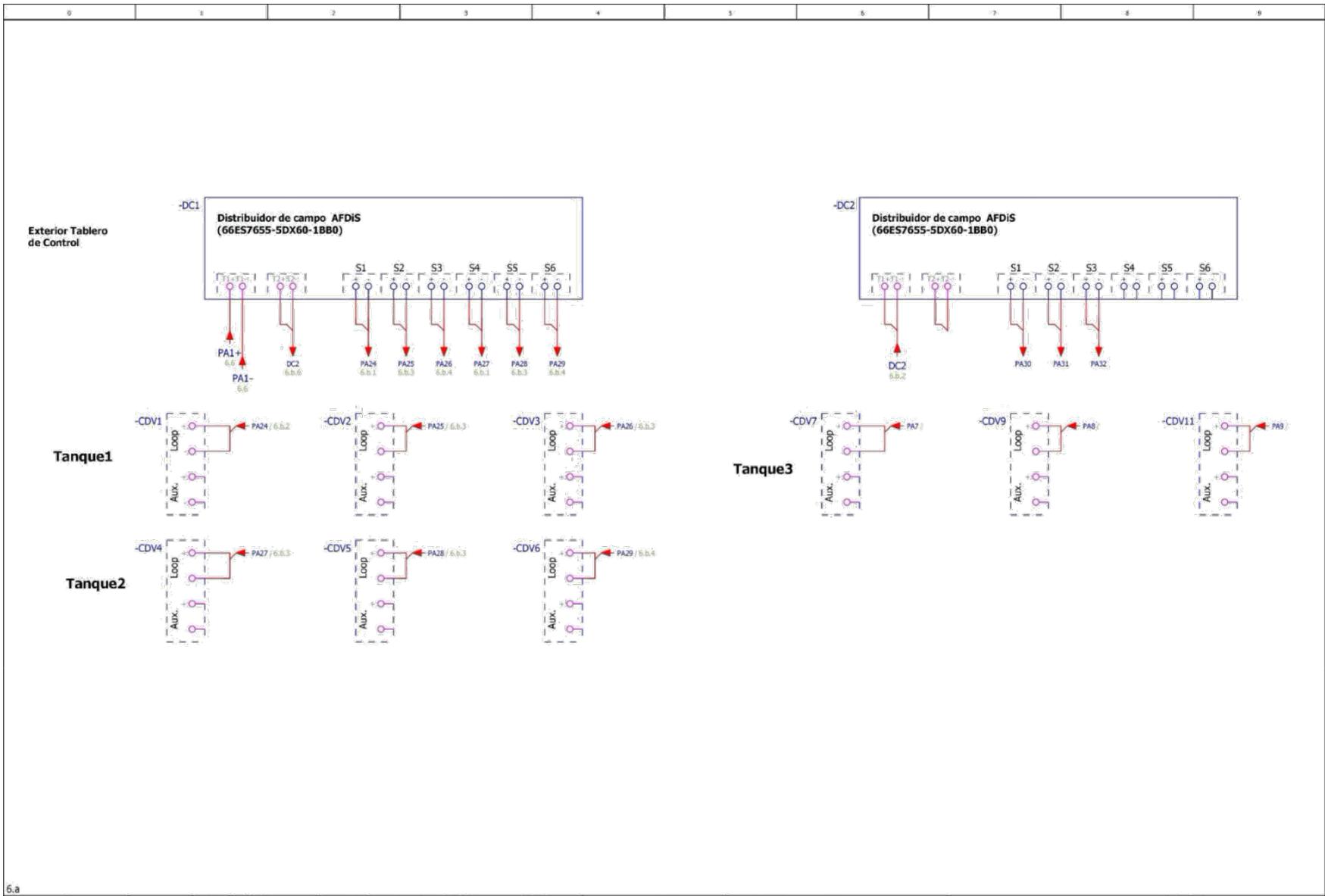
Conexion Acopladores



		Fecha	27/09/2020	Proyecto de Automatizacion de una terminal de combustibles	
		Resp	Suarez-Carrello		
		Probado			
Cambio	Fecha	Nombre	Original	Suarez-Carrello	Sustituido por



Conexion Distribuidores/recepcion		= CAMPO	
		+ TAB.CONTROL	
		2	Hoja 6.a
			Página 8 / 9



6.a

Fecha	27/09/2020	Proyecto de Automatización de una terminal de combustibles				
Resp.	Suarez-Carreño					
Probado						
Cambio	Fecha	Nombre	Original	Suarez-Carreño	Sustitución por	Sustituido por:



Conexión AFDiS/válvulas tanque

= CAMPO		Hoja	6.b
+ TAB.CONTROL		Página	9/9
2			