

**Diseño de propuesta de actualización tecnológica para control y supervisión en planta de  
producción Los Toros del municipio de Trinidad, Casanare.**

Autor: Jose Eduardo Bohorquez Romero

Asesora: Ing. Adriana Del Pilar Noguera

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Ingeniería Electrónica

Yopal-Colombia

2020

## Agradecimientos

*A la ing. Adriana Noguera que fue mi apoyo y guía en este camino de formación profesional.*

*A mi familia que me acompañó en las noches de estudio y son mi fortaleza para seguir adelante.*

## Resumen

El presente trabajo pretende dar a conocer la manera de migrar o actualizar un sistema de control para una planta de producción. Se enfoca en la contextualización de la tecnología existente la cual se desarrolla con controladores y su comunicación se establece por protocolo modbus. . Mediante la propuesta se tendrá un sistema de control distribuido con supervisorio integrado por PLC siemens y gestionado en una red de comunicación Profinet/Industrial Ethernet.

En el desarrollo de este documento se analizan los recursos necesarios para la implementación y las consideraciones que se deben tener en cuenta en su aplicación en la automatización del proceso.

Finalmente, y con el software de Siemens TIA PORTAL (Totally Integrated Automation) que integra programación y diseño se realizan pruebas de simuladas donde verificaremos el funcionamiento y la correcta implementación de la propuesta a partir de la lógica de campo para la estación Los Toros ubicada en el municipio de Trinidad en Casanare y operada por la empresa PERENCO.

## **Abstract**

This work aims to show how to migrate or update a control system for a production plant. It focuses on the contextualization of existing technology, which is developed with controllers and its communication is established by modbus protocol. Through the proposal there will be a distributed control system with supervision integrated by Siemens PLC and managed in a Profinet / Industrial Ethernet communication network.

In the development of this document, the resources necessary for the implementation and the considerations that must be taken into account in their application in the automation of the process are analyzed.

Finally, and with the Siemens TIA PORTAL (Totally Integrated Automation) software that integrates programming and design, simulated tests are carried out where we will verify the operation and correct implementation of the proposal from the field logic for the Los Toros station located in the municipality of Trinidad in Casanare and operated by the PERENCO company.

## Índice

<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>9</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>10</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>11</b>
<b>Marco Referencial.....</b>	<b>12</b>
<b>Desarrollo del proyecto.....</b>	<b>15</b>
Tecnología existente .....	15
Tecnología propuesta .....	27
<b>Propuesta de mejora .....</b>	<b>51</b>
Análisis de mejora.....	51
Recursos de Hardware y Software .....	51
Planes de mantenimiento propuestos .....	52
<b>Conclusiones.....</b>	<b>55</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>56</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>59</b>

## Lista de tablas

Tabla 1. Requerimientos del sistema para instalación de software VIZAPP. ....	16
Tabla 2. Requerimientos del sistema para instalación de software OPC server. ....	16
Tabla 3. Comparación RS232 y RS485 .....	19
Tabla 4. Ventajas y desventajas en protocolo Modbus RTU.....	22
Tabla 5. Ventajas y desventajas en protocolo TCP/IP .....	31
Tabla 6. Direccionamiento IPv4 .....	32
Tabla 7. Características de hardware PC para TIA Portal .....	35
Tabla 8. Hardware modular dispuesto para el desarrollo del proyecto.....	35
Tabla 9. Lógica digital para equipos de PLC-1 .....	40
Tabla 10. Lógica digital para equipos de PLC-2 .....	41
Tabla 11. Tratamiento de señal analógica en equipos de PLC-1 .....	42
Tabla 12. Tratamiento de señal analógica en equipos de PLC-2.....	42
Tabla 13. Relación de espacio en PLC y WinCC para programar.....	45
Tabla 14. Características requeridas para el PC de Ingeniería.....	51

## Lista de figuras

Figura 1. Vista frontal panel Controlador MOD30ML.....	16
Figura 2. Vista posterior para conexión en MOD30 ML.....	17
Figura 3. Topología en bus para protocolo modbus. ....	18
Figura 4. Conversor de medios RS232 a RS485.....	19
Figura 5. Petición de datos maestro esclavo en modbus RTU.....	20
Figura 6. Respuesta de datos esclavo maestro en modbus RTU.....	20
Figura 7. Topología tipo bus para conexión de controladores a PC. ....	21
Figura 8. Direccionamiento modbus en la red. ....	21
Figura 9. Ruta de interconexión dispositivos de campo-controladores. ....	23
Figura 10. Entorno de programación VIZAPP. ....	24
Figura 11. Lenguaje para algoritmo de lógica booleana. ....	24
Figura 12. Entorno de configuración OPC XMODBUS. ....	25
Figura 13. Entorno de visualización del proceso. ....	26
Figura 14. Montaje real de controladores MOD30ML en sala de control.....	26
Figura 15. Sistema SCADA para monitorear el proceso de gas. ....	29
Figura 16. Monitor para sistema SCADA.....	30
Figura 17. Petición de datos cliente servidor en TCP/IP. ....	30
Figura 18. Envío de datos servidor cliente en TCP/IP.....	31
Figura 19. Arquitectura SCADA .....	33
Figura 20. Esquema de flujo para un sistema SCADA.....	34
Figura 21. Distribución modular en TIA Portal.....	36
Figura 22. Acondicionamiento de señales a PLC. ....	37

Figura 23. Topología de red para propuesta. ....	37
Figura 24. Ejemplos de lenguajes de programación siemens. ....	39
Figura 25. Programación lógica (Ladder) generada. ....	43
Figura 26. Herramientas de diseño en WinCC. ....	44
Figura 27. Direccionamiento en WinCC. ....	45
Figura 28. Configuración de interface en PC para simulador PLCSIM. ....	46
Figura 29. Software PLCSIM enlazado por TCP/IP.....	47
Figura 30. Pruebas simuladas en WinCC mediante PLCSIM. ....	47
Figura 31. Parametrización de modulo FM355 para regulación.....	48
Figura 32. Pruebas a lazo PID.....	49
Figura 33. Montaje real de PLC en gabinete para sala de control. ....	50
Figura 34. Arquitectura para clientes remotos WinCC.....	52
Figura 35. Símbolos de estado en CPU de PLC. ....	54



### **Planteamiento del problema**

La tecnología avanza mejorando los diferentes sistemas de producción, seguridad y medio ambiente dejando atrás sistemas ambiguos que potencializan las fallas. Se propone actualizar la tecnología de adquisición y supervisión de datos en el control de una planta de producción en el cual su sistema de control es limitado en aspectos de comunicación e interfaz de usuario. Pero ¿Qué beneficios aporta esta actualización tecnológica al sistema de control actual?

El implementar un sistema más robusto en hardware y con soporte en software aumenta la confiabilidad en los canales de comunicación permite identificar en tiempo real las condiciones del proceso, fallas e históricos para optimizar la producción mejorando así los tiempos de mantenimiento y reduciendo la falta de disponibilidad de equipos en el proceso.

## Justificación

En el sistema de control de la planta de producción Los Toros del municipio de trinidad en Casanare de la empresa PERENCO se tiene actualmente controladores MOD30ML de MicroMod Automation con protocolo Modbus mediante RS-485 y el cual es susceptible a fallos eléctricos y que afectan el sistema de comunicaciones. Estas fallas deshabilitan la supervisión remota siendo necesario la configuración local (punto a punto) por RS-232. Con esta propuesta de solución mediante PLC siemens se tiene un sistema robusto y confiable por el soporte en hardware y software que ofrece el fabricante. De igual forma la interfaz WINCC es compatible y de mejor manejo con el sistema operativo Windows. La distribución por RTU permite el control sectorizado y en caso de falla solo se tendría perdida en ese sector o en caso de falla en la interfaz se puede tener control local desde esta RTU. Este PLC permite lenguajes de programación por Ladder, texto estructurado o bloques y su entorno de desarrollo es amigable. Al igual que los demás controladores maneja señales digitales-análogas y cuenta con módulos de función para lazos PID los cuales dan respaldo al control en caso de falla del PLC garantizando el control de procesos. Presenta protocolo TCP/IP el cual da la posibilidad de tener mayor transmisión de datos y puede ser incorporado a una red superior mediante su configuración en su topología para conectarse al internet lo que permite llegar a la tele-supervision de un proceso industrial.

## Objetivos

### Objetivo general

Diseñar un sistema de adquisición, control y supervisión de datos (SCADA) para la automatización y control de la estación de producción los toros ubicada en el municipio de Trinidad - Casanare mediante instrumentación electrónica y PLC siemens.

### Objetivos específicos

- ✓ Identificar los protocolos y estándares de comunicación a actualizar en los diferentes sistemas de control.
- ✓ Definir la filosofía de control para el proceso a actualizar tomando como base el proceso actual.
- ✓ Verificar la funcionalidad de la propuesta de diseño en cada uno de los sistemas del proceso mediante la simulación en TIA portal de Siemens.

## Marco Referencial

Sistema SCADA (De las siglas Supervisory Control And Data Acquisition)

Es un sistema que permite supervisar una planta o proceso por medio de una estación central que hace de maestro o MTU, y una o varias estaciones remotas RTU por medio de las cuales se realiza el control y adquisición de datos desde y hacia el campo.

Es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar variables de proceso a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo y controlando el proceso de forma autónoma por medio de un software especializado.

El SCADA provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como el de otros a nivel dentro de la empresa (supervisión, calidad, control de producción, etc.). (Betancourt Reyes, D. P., 2012).

Sistema DCS (De las siglas Distributed Control System).

Es un sistema de control aplicado a procesos industriales complejos que cumple con su función a través de una serie de módulos de control automáticos e independientes distribuidos en una planta o proceso.

Los DCS trabajan bajo una sola base de datos integrada para todas las señales, variables, gráficos y eventos del sistema. La estación de ingeniería es solo una (centralizada) para desarrollar y cargar la lógica de los controladores y el sistema de monitorización

En un DCS se identifican cuatro niveles funcionales para su implementación en los procesos industriales: *Nivel de operación* donde se monitorea el proceso de la planta en tiempo real, el *nivel de control* que mediante redes de comunicación se interconectan los controladores o RTU

entre sí (control descentralizado) con la estación de operación, el *nivel de módulos E/S* donde se interconectan las señales cableadas con la periferia y este a su vez con el controlador en campo y finalmente el *nivel de elementos de campo* conformado por los instrumentos y dispositivos finales (Villalba Cabrera, E. J., 2019).

#### Protocolo

Un protocolo de comunicación está formado por un conjunto de reglas y formatos de mensajes establecidas a priori para que la comunicación entre el emisor y un receptor sea posible.

Las reglas definen la forma en que deben de efectuarse las comunicaciones de las redes, incluyendo la temporización, la secuencia, la revisión y la corrección de errores. (Tolosa, G., 2014)

#### PLC (De la sigla Controlador Lógico Programable)

Son dispositivos en estado sólido que se encuentran dentro de la familia de los computadores y que utilizan circuitos integrados en vez de dispositivos electromecánicos para realizar funciones de control. Los PLC son capaces de ejecutar la mayor parte de las funciones que realiza un computador de uso general, no obstante, los primeros no están pensados para ser reprogramados. Los programas realizados sobre PLC suelen seguir un flujo bastante sencillo. Dentro la estructura de estos programas se tienen funciones o lógicas para la medición, control y retroalimentación de procesos. (Heras, T. las, & La, J. A. de 2016).

#### Actualización de tecnología

En la actualidad las industrias están obligadas a utilizar nuevos sistemas que soporten la dinámica a la que se enfrentan las organizaciones, sin embargo, los sistemas actuales de las empresas carecen de este dinamismo, lo que muchas veces imposibilita la implementación de nuevas funcionalidades a los procesos de producción autónomos debido a la poca flexibilidad y agilidad de responder a la dinámica de los estilos de producción que se experimentan hoy. La ingeniería de software aporta a la dinámica en el área de la automatización industrial resaltando mejoras significativas en la configuración de sistemas industriales. (Mejía-Neira, Á., Jabba, D., Caballero, G. C., & Caicedo-Ortiz, J., 2019).

#### Redes de campo industriales

Las redes industriales limitadas antes a comunicar los diferentes dispositivos de campo (transductores y transmisores con actuadores) han ido evolucionando para poder procesar los datos que una planta moderna debe generar para ser competitiva, segura, confiable. Así mismo han tenido que desarrollarse para poder satisfacer las necesidades de información que ahora se tiene no solo a nivel de proceso sino también a nivel de gerencia.

Una planta industrial organizada de esta forma requiere de sistemas SCADA, DCS, multiplexores y HMI's. Debe entenderse que la unión no es solamente asunto de unir eléctricamente un bus con otro, sino lograr que dos protocolos diferentes puedan comunicarse entre sí. (Corrales Paucar, L., 2007).

## Desarrollo del proyecto

### Tecnología existente

Dentro del control actual de la estación Los Toros se tienen controladores MOD 30ML de MicroMod Automation *figura 1* que recibe las señales cableadas de instrumentos de control y medición de campo para generar el algoritmo y la lógica mediante señales digitales y análogas. Este controlador permite realizar funciones de control y visualización de un sistema específico mediante configuración básica por teclado (control básico) o por software lógico y de diseño VIZAPP (control avanzado) mediante las interfaces de comunicación embebidas en la tarjeta del controlador (ICN, RS232, RS422/485) para configuraciones como lazos PID, funciones de parametrización y configuración de proceso para medición y control *MicroMod Automation & Control (s.f.)*.

Los requerimientos mínimos del PC para uso de este software se especifican en la tabla 1, donde se evidencia que las características mínimas han sido superadas en el tiempo. La interfaz gráfica o HMI (Interfaz Hombre-Maquina) del sistema está diseñada bajo el software VIZAPP (Visual Application Designer) que permite la configuración en bloque de función gráfico para establecer la lógica del control, una vez finalizado los algoritmos se realiza la descarga del programa a los controladores y se procede a la simulación del proyecto estableciendo comunicación con el servidor OPC. Esta comunicación se realiza mediante protocolo Modbus RTU con interfaz serie RS-485 siendo necesario un conversor serie RS-232 para permitir el envío y recepción de datos desde el controlador hacia el PC de ingeniería y viceversa.

Tabla 1. *Requerimientos del sistema para instalación de software VIZAPP.*

VIZAPP Designer
Procesador Intel i286 (16 bits) o superior.
Una unidad de disco duro con al menos 10 MB de espacio disponible en el disco duro.
Una unidad de disco flexible de 3,5 pulgadas (alta densidad 1,44 MB).
4 MB de RAM. Toda la RAM por encima del primer megabyte debe ser configurado como memoria extendida.
Dos puertos de comunicación serie (COM1, COM2, COM3 o COM4)
Una pantalla a color (VGA, SVGA)
DOS versión 3.3 o superior.

Tabla 2. *Requerimientos del sistema para instalación de software OPC server.*

Servidor OPC XMODBUS
1GHz CPU with 512 MB RAM.
500 MB of available hard disk space.
RS-232 port, RS-485 or compatible USB to serial port adaptor.
Microsoft Windows 2000, Windows XP or Windows NT 4.0. with the latest service packs.
Parallel or USB port for the copy protection key (dongle).
1024x768, 256 color video card and monitor
CD ROM Drive.

Nota: Recuperado de *MicroMod Automation & Controls*.



Figura 1. Vista frontal panel Controlador MOD30ML.

Termoprocesos e instrumentación. Recuperado de <http://www.termoprocesos.com/Manuales%20Micromod/S->

*MOD-MOD30ML\_ES.pdf*.



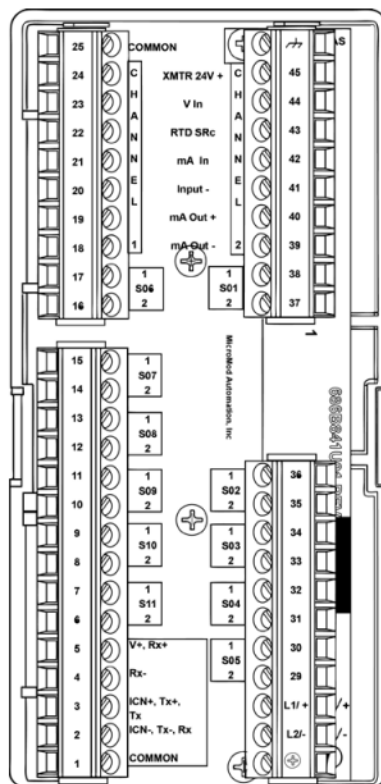


Figura 2. Vista posterior para conexión en MOD30 ML.

Controlador multilazo. Recuperado de <https://docplayer.es/58117314-Mod-30ml-controlador-multilazo.html>

## Topología de red

La topología de red es el aspecto físico que forman los equipos y su cableado para la comunicación. Para los controladores MOD30ML tenemos actualmente las siguiente:

La comunicación en los controladores se encuentra embebida como se mencionó anteriormente y se define por un puente (conexión entre dos puntos mediante un conductor) entre terminales o puntos ubicados en la placa electrónica pudiendo definir comunicación Modbus RTU en conexión serie RS-232 o RS-485.

En la topología tipo bus que se muestra en la *figura 3* se identifica la configuración en red modbus definida para la tecnología existente, donde el PC se actúa como maestro y los controladores MOD30ML como esclavos en este intercambio de datos.

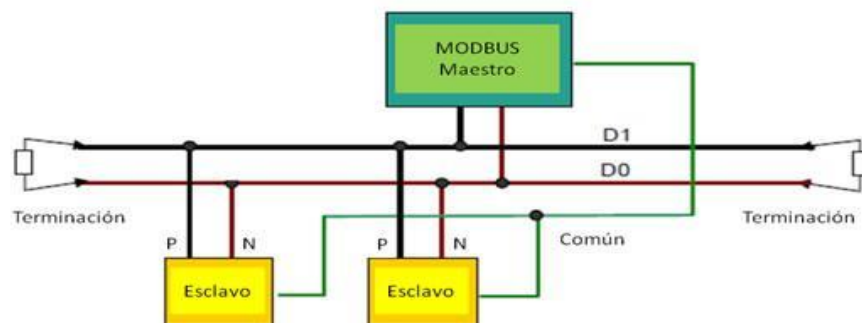


Figura 3. Topología en bus para protocolo modbus.

Recuperado de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tizayuca/n5/p7.html>

Cuando se establece la comunicación serial RS-232 se realiza conexión punto a punto por medio de un cable (máximo 15 mts) que se conecta al PC con conector DB9 y por el otro extremo a la parte frontal del controlador por un plug tipo Jack y así establecer la transmisión y recepción de datos con velocidad de 9600 bps. La característica de esta interfaz es que es bidireccional, full dúplex y es el único estándar EIA/TIA (Electronic Industries Association/Telecommunications Industries Association que reemplazo la sigla RS) que permite receptores múltiples y drivers en configuración tipo “bus”. Para la comunicación serial RS-485 se realiza la conexión tipo bus mediante cable par trenzado (Rx/Tx) que permite un enlace unidireccional half dúplex permitiendo recibir o transmitir datos con la condición de realizar una operación a la vez. La conexión se tiene especificada en los terminales de la parte posterior del controlador como se indica en el conexionado de la *figura 2*. Para la interconexión con el PC se utiliza un conversor serial RS-232 a RS-485 de 2 hilos (*figura 4*) *MicroMod Automation & Controls (s.f.)*.

Cuando se tienen altas velocidades de transmisión en la comunicación RS-485 se presentan problemas con las reflexiones (forma de propagación de la señal) y para ello se instalan resistencias en las terminaciones en relación con la impedancia del cableado utilizado.

Comúnmente se adecuan resistencias de 120 ohmios para un par trenzado #24AWG. Este tipo de comunicación es útil cuando se requiere monitorear y controlar pocas variables.



Figura 4. Conversor de medios RS232 a RS485.

Conversor ADAM-4520. Recuperado de <https://www.mcielectronics.cl/shop/product/conversor-rs-232-a-rs-422-485-con-aislamiento-adam-4520-ee-10546>

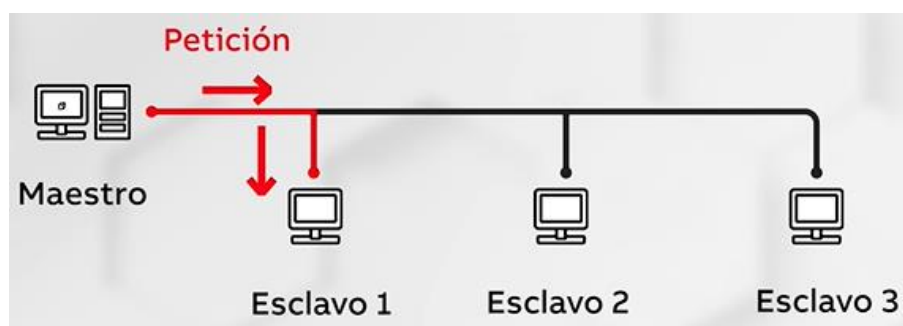
Tabla 3. Comparación RS232 y RS485

Norma	RS 232	RS 485
Modo	simple	diferencial
Numero de transmisores	1	32
Numero de receptores	1	32
Longitud máxima	15 m	1200 m
Velocidad máxima	20kb (baudios)	10mb (baudios)

## Comunicación

La comunicación tipo bus por Modbus RTU utiliza una única línea la cual es compartida por todos los nodos de la red y al ser un bus compartido antes de enviar un mensaje, cada nodo debe ser consultado si el bus está libre. Por otra parte, en el bus circula solo un mensaje en un instante de tiempo a cada controlador ya que si se emite otro mensaje teniendo uno ya en la red se produce una colisión y nuestro programa puede no responder. Bajo este tipo de protocolo se

usa el termino maestro-esclavo para definir el emisor y receptor del mensaje. (Espin, A., & Fernando, D. (2018)).



*Figura 5.* Petición de datos maestro esclavo en modbus RTU.

Quiroz J., 2020. Redes de comunicaciones Industriales.



*Figura 6.* Respuesta de datos esclavo maestro en modbus RTU.

Quiroz J., 2020. Redes de comunicaciones Industriales.

Esta red permite 32 dispositivos, pero este número se puede incrementar mediante repetidores soportando hasta 247 dispositivos. Cada esclavo en esta red modbus tiene una única dirección la cual será de 0-247 (0-f7 en hexadecimal). Actualmente en nuestro sistema de control Los Toros se tienen 12 controladores como esclavos.



Figura 7. Topología tipo bus para conexión de controladores a PC.

The screenshot shows the 'Extended Modbus Device Properties' dialog box. The 'Name' field is set to 'Gun Barrel'. The 'Primary' section has 'Port' set to 'COM1', 'Timeout' set to '500', and 'Address' set to '3'. The 'Enable Redundancy' checkbox is unchecked. The 'Backup' section has 'Port' set to 'COM1', 'Timeout' set to '500', and 'Address' set to '1'. The 'Interface File' section shows 'File name' as 'C:\Toros\jvcp1\Toros\Gun Barrel.MIF', 'Time stamp' as 'Tue Dec 27 15:45:38 2016', 'Instrument ID' as 'I2', and 'Data points' as '20'. There are 'OK', 'Cancel', and 'Reload' buttons. At the bottom, there are checkboxes for 'Simulate I/O (does not access the Modbus device)', 'Scan Event Queue', and 'Override Timestamp'.

Figura 8. Direccionamiento modbus en la red.

Tomado de software de programa Los Toros. (2020).

Tabla 4. *Ventajas y desventajas en protocolo Modbus RTU.*

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Costo de instalación bajo	Limitado en la distancia (10km)
El fallo de un nodo no afecta al resto de la red	Posibilidad elevada de colisiones en la red
La ampliación de nuevos nodos es sencilla	

#### Conexión a dispositivos de campo

El controlador posee módulos de entrada y salida tanto digitales como análogas los cuales se instalan en la tarjeta electrónica y mediante la distribución de los terminales se cablean las señales a un concentrador. Este gabinete o concentrador de señales contiene dispositivos como DPS (dispositivo de protección para sobretensiones), barreras Zener (limitadores de corriente) y fusibles para la protección de picos de corriente y de perturbaciones presentes en los sistemas eléctricos. Para la distribución de estas señales a campo se utiliza cableado encauchetado multipar 12 x 18AWG o de mayor cantidad y que son enviados por banco ductos hasta las cajas de paso o “junction box” ubicada en campo. Finalmente, mediante tubería rígida se envía el cableado a los dispositivos de campo para su interconexión final. En la *figura 9* se ilustra de forma general la ruta de las señales.

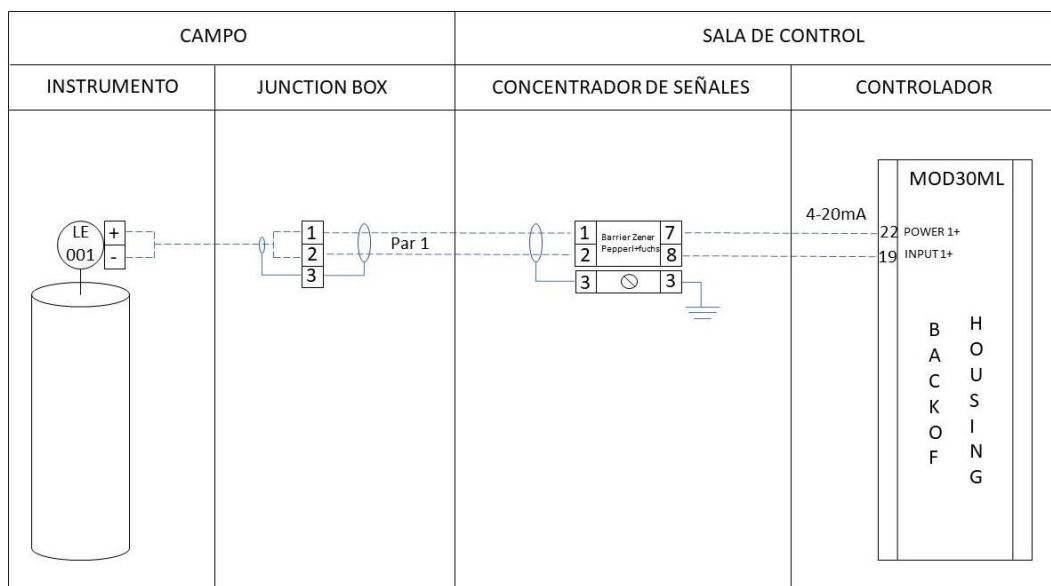


Figura 9. Ruta de interconexión dispositivos de campo-controladores.

Tomada de planos de instrumentación Los Toros. (2020).

### Entorno de configuración y programación en software

Inicialmente en el software de diseño VIZAPP (*figura 10*) se genera la lógica del programa para el control y visualización de señales análogas y digitales. La programación se realiza mediante bloques de funciones y su algoritmo se define en comandos de lenguaje “C”. Su esquema permite fácilmente identificar las conexiones lógicas entre bloques lo cual permite identificar las posibles fallas de control y seguridades.

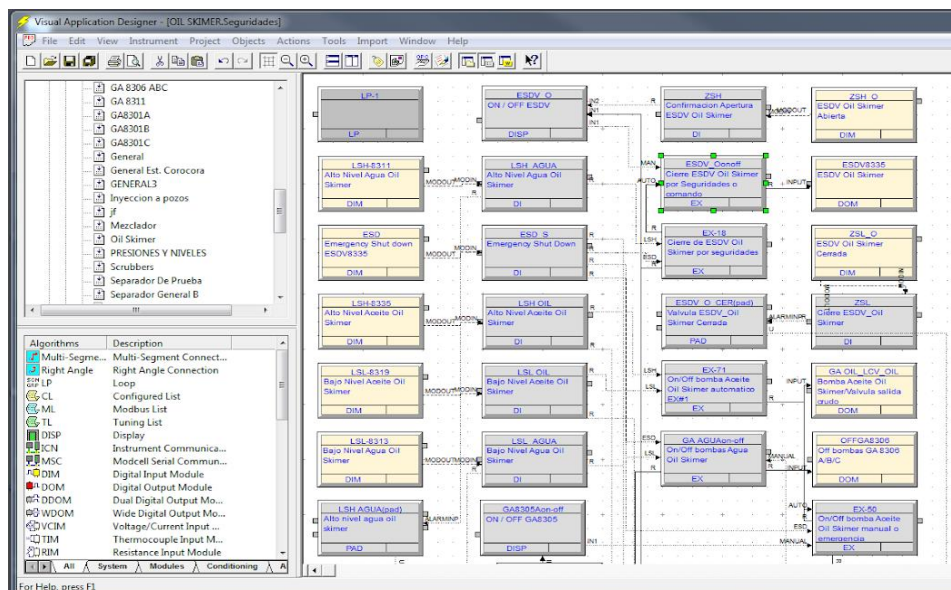


Figura 10. Entorno de programación VIZAPP.

Tomado de software de programa Los Toros. (2020).

El lenguaje de programación C es de propósito general que es muy popular, simple y flexible. Es un lenguaje estructurado independiente de la máquina que se utiliza ampliamente en diversas aplicaciones. Se utiliza en sistemas embebidos, para desarrollar aplicaciones de sistemas y de escritorio. Tomado de *Elementos de programación Algoritmos, herramientas, programación estructura (s.f.)*.

```

IF (AUTO==1) && (MAN==1) && (ESD==1) && (LSL==1) THEN
{
1
}
ELSE
{
0
}

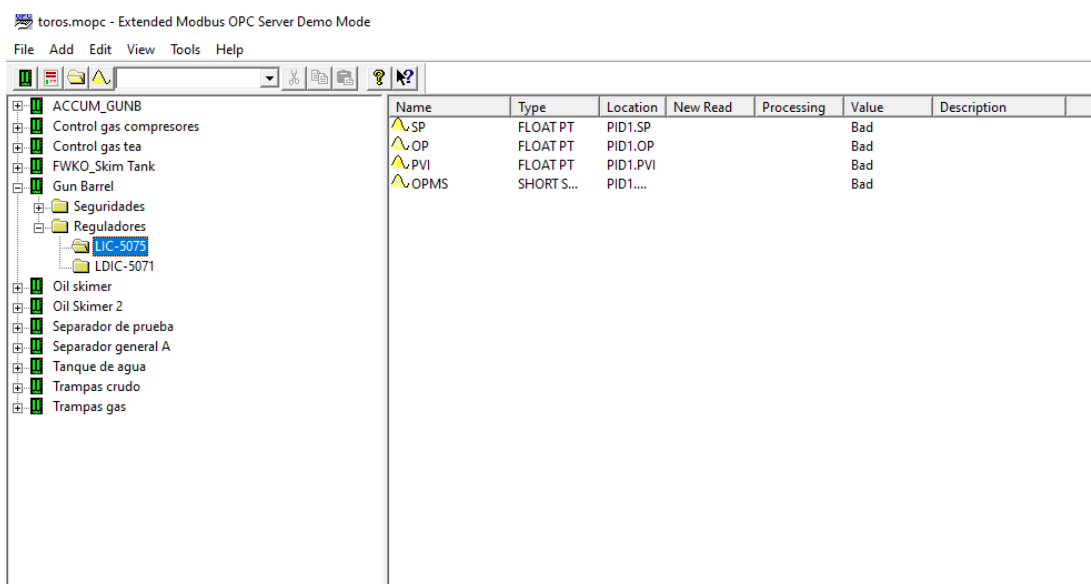
```

Figura 11. Lenguaje para algoritmo de lógica booleana.

Tomado de software de programa Los Toros. (2020).



Luego, para establecer la comunicación entre los controladores y el software de diseño se utiliza un servidor OPC. Dentro del entorno de configuración del servidor OPC “XMODBUS” se define el medio para la conexión (RS232/RS485), la dirección modbus en red para cada dispositivo y se transfiere al controlador el programa a ejecutar. Una vez establecida la comunicación se podrán observar las variables en tiempo real mediante la función monitor como se evidencia en la *figura 12*.



*Figura 12.* Entorno de configuración OPC XMODBUS.

Tomado de software de programa Los Toros. (2020).

Actualmente se tiene un diseño básico y general (*figura 13*) en la interfaz HMI instalado en el PC de operador donde la interacción se limita a visualización de estados y ajustes básicos de parámetros en lazos PID de los equipos.

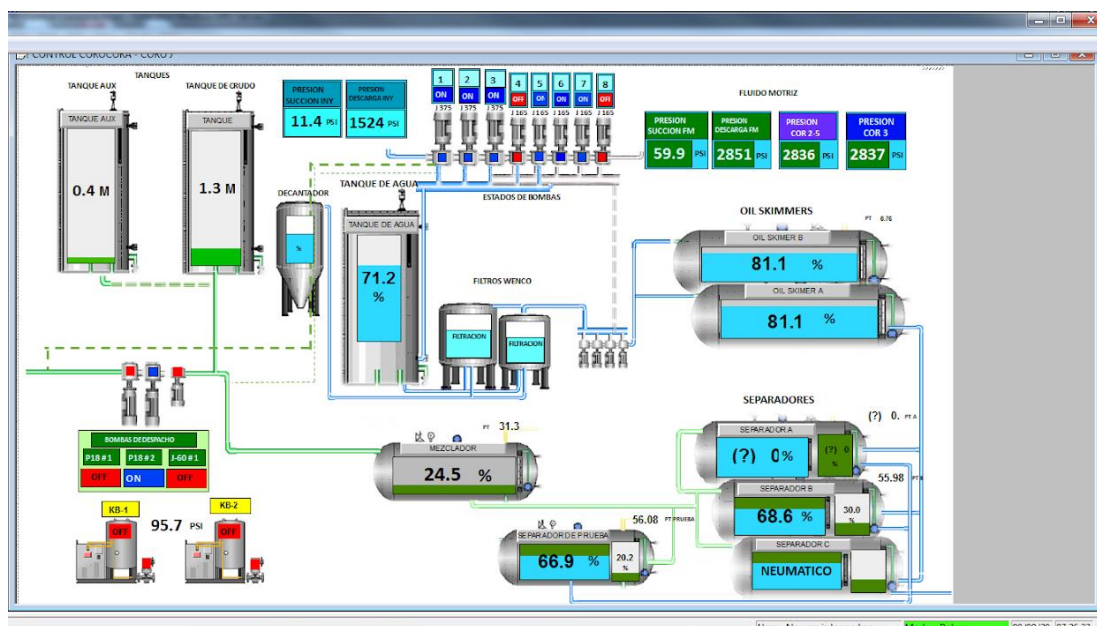


Figura 13. Entorno de visualización del proceso.

Tomado de software de programa Los Toros. (2020).

Finalmente se puede apreciar la distribución del sistema de control con controladores MOD30 ubicado en la sala de control de la estación Los Toros ubicada en el municipio de Trinidad en Casanare perteneciente a la empresa PERENCO.



Figura 14. Montaje real de controladores MOD30ML en sala de control.

## Tecnología propuesta

Los protocolos de fabrica o embebidos para la mayoría de PLC, DCS y demás controladores para los sistemas de control en la industria son profibus, Modbus y ethernet TCP/IP. Dentro de las tecnologías de punta y que brindan un respaldo en cuanto robustez, confiabilidad y disponibilidad en la empresa PERENCO se tiene a SIEMENS. Se implementará TIA PORTAL v11 donde más adelante se analizará en detalle este entorno de programación.

Siemens dentro de su desarrollo ha implementado el protocolo Profinet siendo así propio del fabricante. Pérez, Orueta y Castro Gil (2007) describe a Profinet como la continuación consecuente de PROFIBUS DP (bus de campo) e Industrial Ethernet (bus de comunicación para el nivel de célula). La experiencia de ambos sistemas ha sido integrada en Profinet.

Los objetivos de Profinet son crear un estándar Ethernet abierto para la automatización basada en Industrial Ethernet, que los componentes de Industrial Ethernet y estándar ethernet puedan utilizarse conjuntamente, aunque los equipos de IE son más robustos y por consiguiente más apropiados para el entorno industrial (temperatura, seguridad de funcionamiento, etc.) para utilizar los estándares TCP/IP e IT, conseguir una automatización con ethernet en tiempo real y poder realizar una integración directa con sistemas de bus de campo.

Profinet especifica las funciones para la realización de una solución total de automatización desde la instalación de la red hasta el diagnostico basado en web gracias a su estructura modular, Profinet puede ampliarse fácilmente con funciones futuras.

Profinet proporciona las ventajas de un bus de campo avalado por muchas empresas de control industrial encabezadas por siemens. Estas ventajas se basan en la flexibilidad gracias al empleo de ethernet y de los acreditados estándares IT, el ahorro de ingeniería y puesta en marcha gracias

a la modularización, la protección de la inversión para equipos y aplicaciones profibus aún más rápido que los actuales buses especiales en el ámbito de control y un amplio abanico de productos disponibles en el mercado.

Un dispositivo Profinet dispone de como mínimo una conexión IE. Puede tener una estructura modular como un esclavo DP (profibus). El dispositivo PN está compuesto por ranuras (slot), en la que se pueden enchufar módulos/submódulos. En estos existen canales a través de los cuales se pueden leer o emitir señales del proceso.

Como se puede apreciar Profinet es la versión industrial para ethernet por lo que las características son similares en cuanto a direccionamiento, configuración y demás parámetros usualmente vistos en ethernet TCP/IP.

### Implementación SCADA

Mediante un programa SCADA se puede convertir a un PC en un puesto de monitorización y control de la instalación, por un lado, este Software permite comunicar al PC con los nodos del sistema distribuido y de este modo el PC realiza la adquisición de datos de la planta a través de la red de comunicaciones. Bajo el control de este software se aprecia en la pantalla de alta resolución del PC la planta gráficamente junto con los valores de diferentes variables del proceso (Pérez, Orueta y Castro Gil, 2007, p. 373).

Mediante la implementación del sistema SCADA en la estación Los Toros se podrá realizar funciones como:

- Supervisión remota del proceso: Mediante esta función el operador puede conocer el estado del proceso y coordinar de manera eficiente las actividades de producción y mantenimiento (*figura 16*).

- Control remoto del proceso: Además de control remoto a petición del operador el programa permite ejecutar automáticamente acciones de mando preprogramadas (como abrir o cerrar una válvula, arrancar o parar una bomba) dependiendo de las variables establecidas en el proceso (Pérez, Orueta y Castro Gil, 2007, p. 374).
- Presentación de gráficos dinámicos: Estos gráficos tienen propiedades de visibilidad, apariencia, valores numéricos o de estado que son consultados periódicamente para ser visualizados en el sistema supervisorio (figura 15).
- Alarmas: Mediante la configuración predeterminada para las alarmas definidas en los avisos al operador se alerta de forma visual y audible las condiciones anormales en el proceso con la cual el operador puede tomar acciones correctivas.
- Generar reportes: Basados en la información recibida y almacenada por el SCADA entre las cuales se consideran las tendencias históricas configuradas en bases de datos del programa y que se pueden exportar en formato Excel o texto.

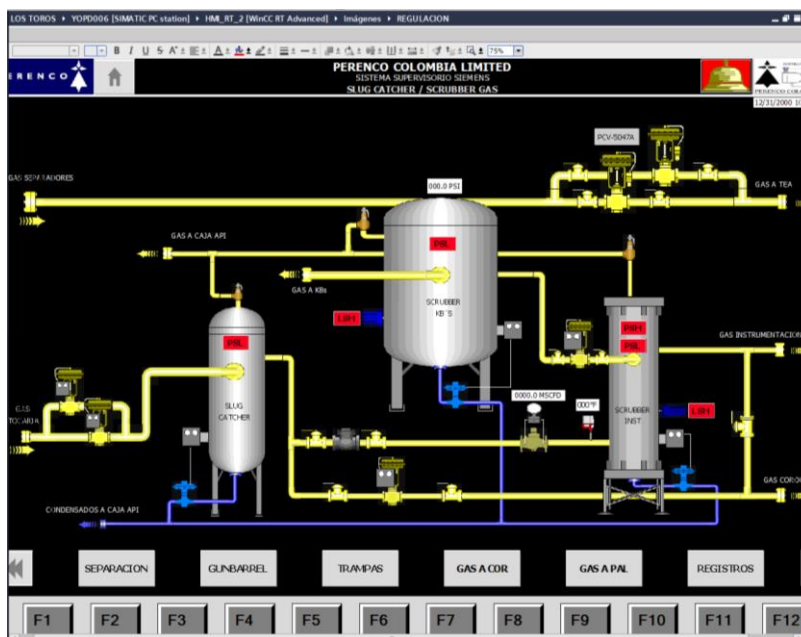


Figura 15. Sistema SCADA para monitorear el proceso de gas.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

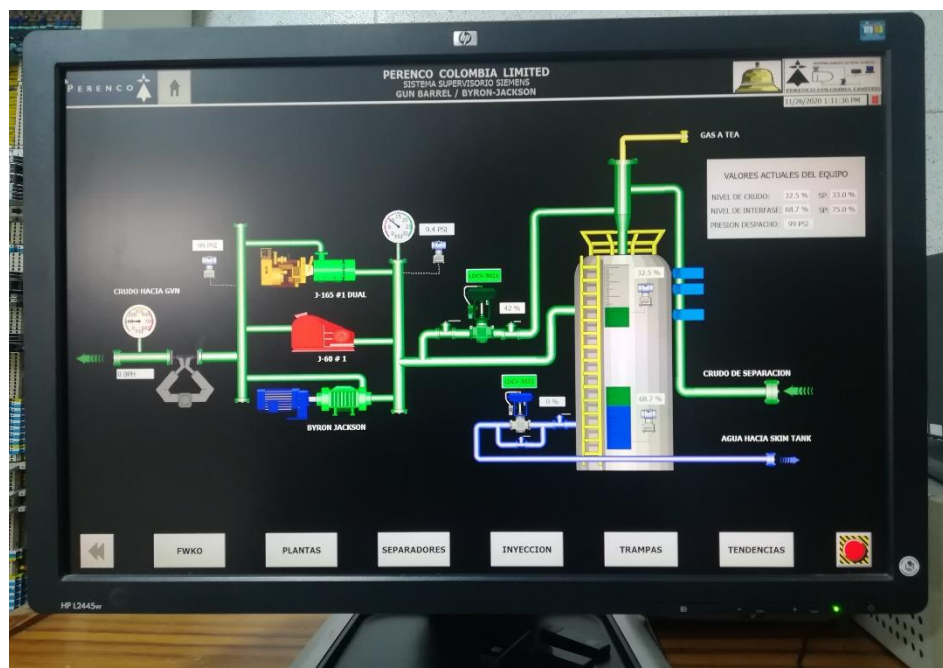


Figura 16. Monitor para sistema SCADA.

## Comunicación

En la comunicación por red mediante protocolo TCP/IP en PN/IE “todos los puestos de trabajo están conectados a un mismo nodo de la red. El nodo central es el que controla toda la transferencia de información con lo cual se crea una dependencia total siendo susceptible a que si falla se cae toda la red” (Fata, 2011, p. 11). Bajo este tipo de protocolo se usa el termino cliente-servidor para definir el emisor y receptor del mensaje como se aprecia a continuación:

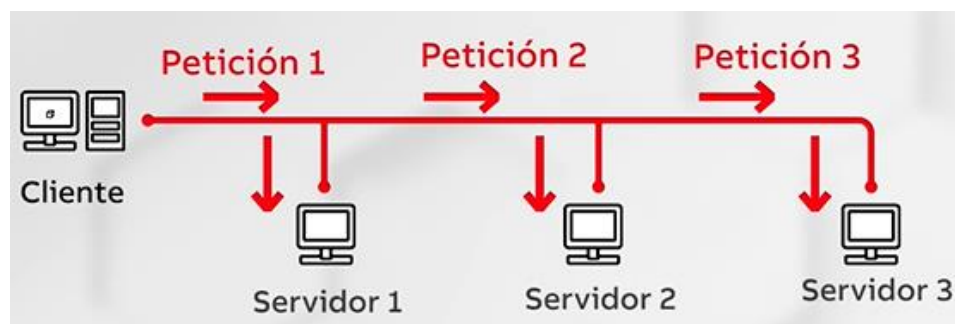


Figura 17. Petición de datos cliente servidor en TCP/IP.

Quiroz J., 2020. Redes de comunicaciones Industriales.



Figura 18. Envío de datos servidor cliente en TCP/IP.

Quiroz J., 2020. Redes de comunicaciones Industriales.

Tabla 5. Ventajas y desventajas en protocolo TCP/IP

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Mayor rendimiento	Dependencia total
Se puede añadir nodos con mucha facilidad	
Fácil conexiónado y mantenimiento	

## Direccionamiento en red Ethernet

### *Dirección MAC*

Para la transferencia de datos a través del enlace físico se requiere las direcciones MAC del remitente y destinatario pues en la capa de enlace de datos se ejecuta el control de acceso al medio o protocolo MAC y sin estas direcciones es imposible enviar un dato ni identificar el remitente en caso de responderle (PC sin nombre en una red).

El control de acceso al medio se refiere a los protocolos que determinan como y que dispositivos pueden transmitir datos en una red compartida (Piñero A. L., 2015. Introducción a las redes de campo digitales).

### *Dirección IP*

El Protocolo de internet utiliza direcciones series de 4 octetos con formato de punto decimal por ejemplo 192.168.0.10

TCP es protocolo de control de transmisión que permite establecer una conexión y el intercambio de datos entre dos anfitriones. Este protocolo proporciona un transporte fiable de datos.

Para que dos dispositivos se comuniquen entre sí, es necesario identificarlos y para ello utilizamos direccionamiento IPv4 la cual es una secuencia de unos (1) y ceros (0) de 32 bits, pero se muestra en formato decimal como se mencionó anteriormente.

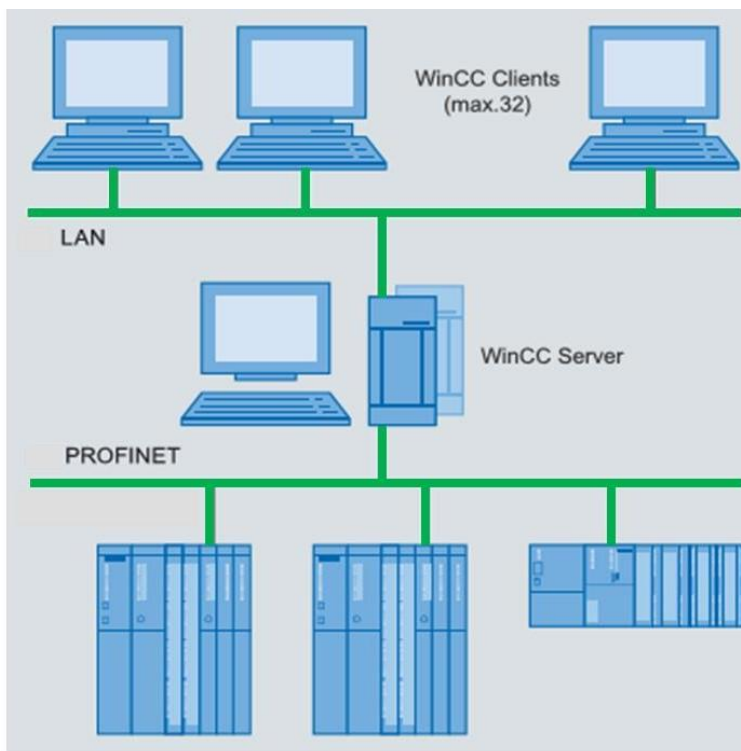
Para la interconexión inicialmente se requiere identificar la dirección del dispositivo y la dirección del grupo de red a la que se conecta y para ello se dispone de la dirección de mascara de subred. Esta mascara está formada por 4 grupos expresados en formato decimal desde 0 a 255.  
*Tomado de Qué es TCP/IP y características principales. (2019).*

Tabla 6. *Direccionamiento IPv4*

	Dirección de red			Dirección de nodo
IP	10.	0.	127.	100
Mascara de subred	255.	255.	255.	0

Ethernet bajo el protocolo de TCP/IP han permitido a las empresas integrar internet al desarrollo de los procesos mediante la expansión de su arquitectura permitiendo tener clientes remotos geográficamente distantes para la supervisión de datos en tiempo real.





*Figura 19. Arquitectura SCADA*

Siemens Driver and PLC. Recuperado de <https://docplayer.net/97734475-Siemens-drives-plcs.html>

En la siguiente imagen se puede comprender el flujo de información y datos que se exportan del proceso a los clientes remotos donde solo podrán monitorear los parámetros establecidos en el SCADA de la estación.

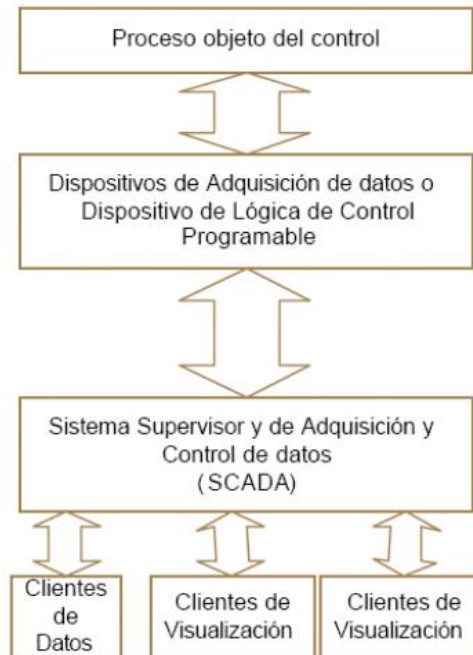


Figura 20. Esquema de flujo para un sistema SCADA

Diagrama SCADA. (2005). Recuperado de <https://sites.google.com/site/diazayalaadanindustrial/4-aplicaciones>

## Software de diseño

Para el desarrollo de la actualización de tecnología se elige el software de automatización TIA Portal de Siemens el cual es un entorno que integra la programación lógica (STEP 7) y diseño HMI (WinCC). Para la ejecución en sistemas basados en PC como el SCADA se tendrá la aplicación WINCC RunTime donde se enlaza el programa diseñado y es la aplicación de ejecución para el PC de operador, cabe resaltar que a pasar que se tiene integrado el entorno de desarrollo, cada software tiene sus características y licencias dependiendo de las necesidades de la empresa o arquitectura requerida. Para el desarrollo del proyecto se trabaja con STEP 7 profesional V11, WinCC Advanced V11 (el cual permite la arquitectura SCADA de forma local al tener la posibilidad de ser servidor a clientes remotos) y WinCC RT Advanced V11 con 512 Power tags (Tags generadas en el diseño HMI).

Tabla 7. *Características de hardware PC para TIA Portal*

Hardware
Windows 7 professional (64 bits) SP1
processor Core TM i3 3240 @ 3.4GHz
memoria RAM 8GB
disco duro 250GB HDD
Resolución 1920x1080
pantalla 15"

### Recursos de hardware para la implementación

Para analizar los recursos necesarios para la adquisición de datos (módulos) se tomó como referencia el archivo del Anexo *listado de señales a programar LTS* donde se relaciona las señales a programar para el proceso y que actualmente se encuentran en funcionamiento para la estación Los Toros.

Tabla 8. *Hardware modular dispuesto para el desarrollo del proyecto*

TARJETA	<i>CPU 314</i>	<i>IM 360</i>	<i>IM 361</i>	<i>CP 343</i>	<i>DI 321</i>	<i>DO 322</i>	<i>AI 331</i>	<i>FM 355C</i>
REFERENCIA	GES7- 314-	GES7- 360-	GES7- 361-	6GK7- 343-	GES7- 321-	GES7- 322-	GES7- 331-	GES7- 355-
A	1AG14- 0AB0	3AA01- 0AA0	3CA01- 0AA0	1CX10- 0XE0	1BH02- 0AA0	1BF01- 0AA0	7KF02- 0AB0	0VH10- 0AE0
CANTIDAD	2	2	2	2	7	8	4	6

En base a la distribución para el control de proceso definido por la empresa se diseña en el software TIA PORTAL la disposición para los módulos requeridos en cada RTU con sus respectivas configuraciones y direccionamientos. Debido a la cantidad de módulos permitidos en cada rack siemens se hace necesaria la expansión y distribución modular en un nuevo rack (*figura 21*) respetando la ubicación de cada componente definida por el fabricante (Slot 1-11).

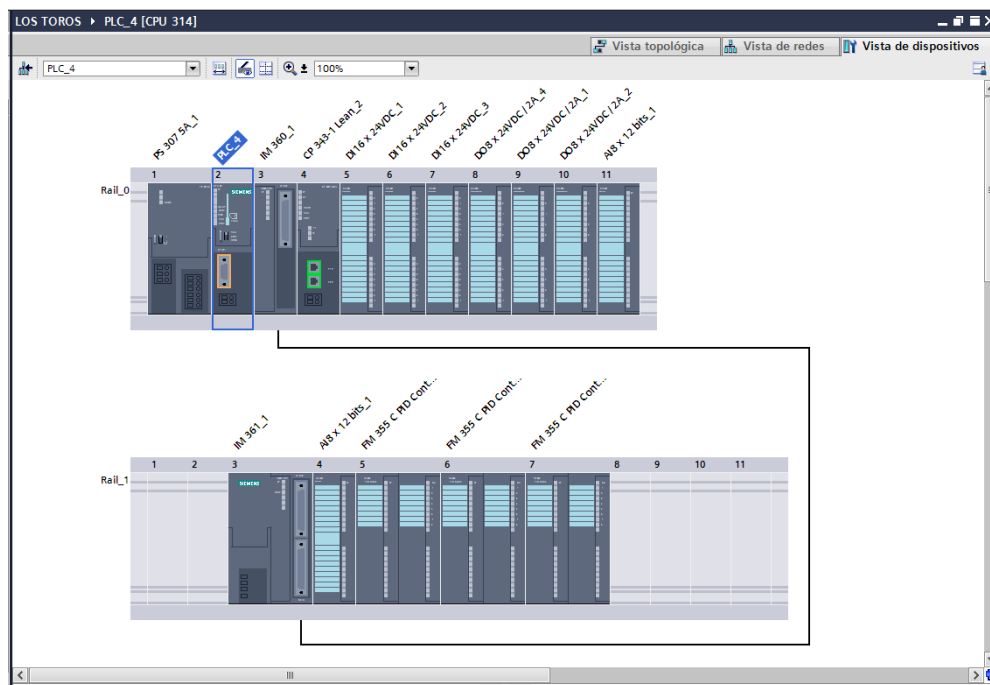


Figura 21. Distribución modular en TIA Portal.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

## Diseño de la solución

Para la propuesta a implementar se busca aprovechar la confiabilidad que proporciona el sistema DCS ajustando al sistema SCADA para supervisar, comunicar y configurar los PLC's que conforman la red de control. Cada estación RTU está conformada por PLC que toman decisiones una vez ejecutado el algoritmo de control (datos que reciben en sus entradas) para activar las salidas hacia dispositivos finales y mantener así las variables de proceso según los valores definidos por el usuario.

Una vez definida la distribución y la topología de red para la comunicación del nuevo sistema (*figura 23*) se analiza los componentes y modificaciones que tendrán los dispositivos de campo al sistema de control donde las adecuaciones se darán en el concentrador de señales y el gabinete para el PLC como se observa en el plano de la *figura 22*.

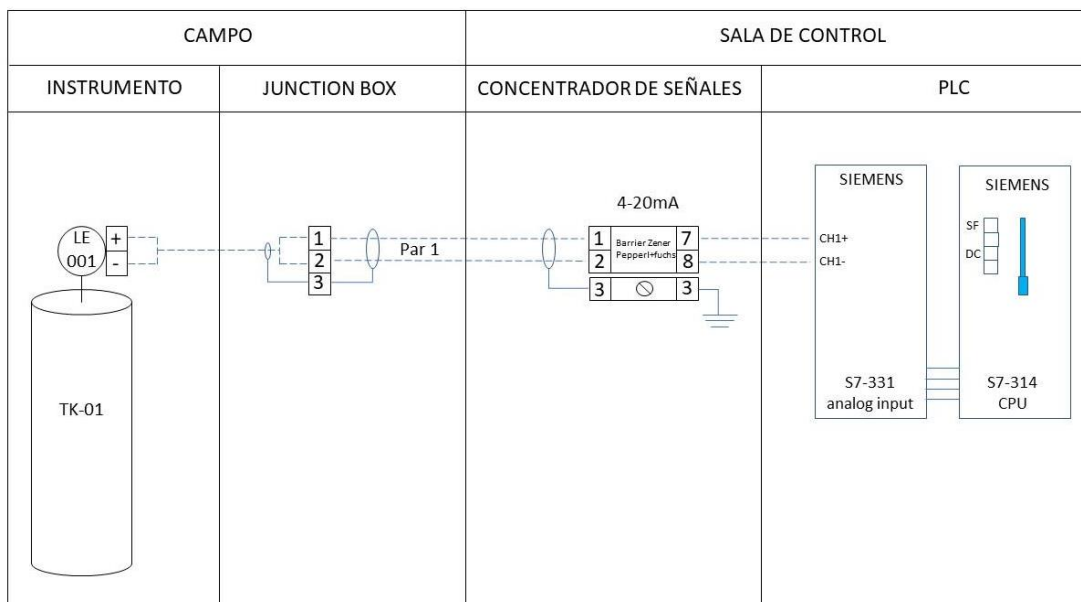


Figura 22. Acondicionamiento de señales a PLC.

Tomada de planos de instrumentación Los Toros. (2020).

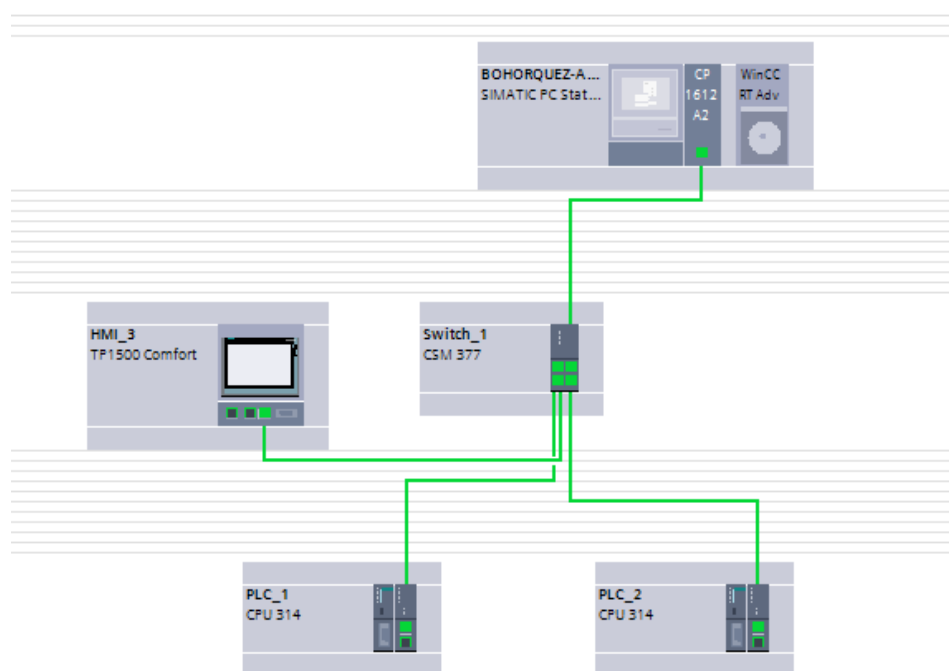


Figura 23. Topología de red para propuesta.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

Una vez establecida la configuración hardware en el software de diseño se procede a programar la lógica y algoritmos. Step 7 nos presenta 4 tipos diferentes de lenguaje para programar como son:

### Lenguaje KOP

Sigue los principios del lenguaje “Esquema de contactos” (en inglés Ladder Logic). Las operaciones lógicas con bits operan con dos dígitos, 1 y 0. Estos dos dígitos constituyen la base de un sistema numérico denominado sistema binario. En el ámbito de los contactos y bobinas, un 1 significa activado ("conductor") y un 0 significa desactivado ("no conductor"). Las operaciones lógicas con bits interpretan los estados de señal y los combinan de acuerdo con la lógica de Boole. Estas combinaciones producen un 1 o un 0 como resultado y se denominan "resultado lógico" (RLO). Las operaciones lógicas con bits permiten ejecutar las más diversas funciones (Moreno Morales, T. C., 2019).

### Lenguaje FUP

Es un lenguaje gráfico que utiliza los cuadros del álgebra booleana para representar la lógica. Asimismo, permite representar funciones complejas (por ejemplo, funciones matemáticas) mediante cuadros lógicos. Cuando hay mucha lógica booleana en serie suele ser más compacto y fácil de ver el segmento completo (Moreno Morales, T. C., 2019).

### Lenguaje AWL

El lenguaje de programación AWL (lista de instrucciones) es un lenguaje textual de alto nivel orientado a la máquina. Las diversas instrucciones equivalen a los pasos de trabajo con los que la CPU ejecuta el programa y éstas se pueden reunir en segmentos. Con este lenguaje editar

bloques S7 de forma incremental o crear su programa en una fuente AWL con un editor orientado a la fuente para compilarlo luego en bloques (Moreno Morales, T. C., 2019).

## Lenguaje SCL

Opcional en la instalación del software de programación, se presenta en texto estructurado similar al código maquina donde se usan los condicionales.

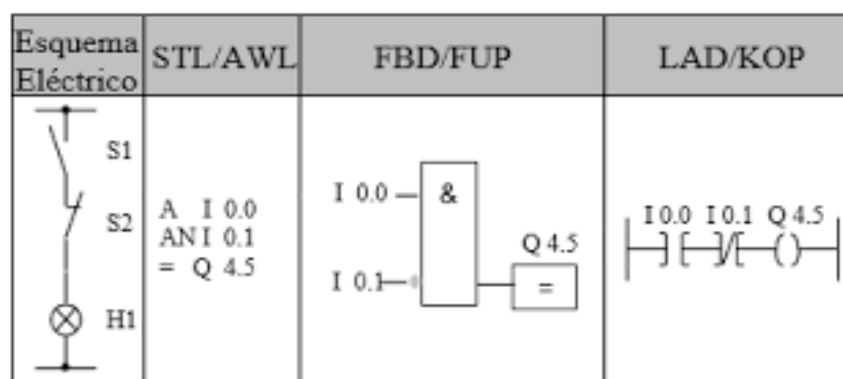


Figura 24. Ejemplos de lenguajes de programación siemens.

Lenguaje para programar en Step 7. Recuperado de <https://programacion Siemens.com/step-7-awl-fup-kop-cual-elijo/>

Debido al entorno industrial y de fácil comprensión para el personal técnico se programa en lenguaje KOP el cual es el lenguaje más difundido y de mayor manejo por su similitud con la lógica de contactos en circuitos eléctricos y electrónicos.

## Fase de programación lógica y de señales

La instrumentación de la estación Los Toros está dividida en Sistema de emergencia y sistema de registro, control y medición.

El sistema de parada de emergencia (ESD) para estación y los equipos de proceso presenta la siguiente secuencia: Los equipos de proceso como separadores, scrubber, trampas,

Gun barrel, y demás cuentan con interruptores operados por presión o nivel los cuales son el origen de las señales indicadoras de la parada de emergencia.

Estas señales llegan al PLC para ser generar la lógica de mando para energizar válvulas solenoides que operan las válvulas con actuadores neumáticos accionados por gas que interrumpen el proceso. En el sistema supervisorio se visualizan los estados del sistema de parada de emergencia o seguridades, se activan en sala de control las alarmas audibles y visuales las cuales no desaparecen hasta ser reconocidas por el operador de campo.

En las tablas 9 y 10 se relaciona la lógica de seguridades para los equipos de proceso programados en el PLC 1 y 2 respectivamente.

Tabla 9. *Lógica digital para equipos de PLC-1*

EQUIPO	DISPOSITIVO	LOGICA	RESULTADO
SCRUBBER GAS ESTACION	PSL SLUG CATCHER PSH SCRUBBER INST. PSL SCRUBBER INST. LSH SCRUBBER INST. MANDO MANUAL SHUTDOWN GENERAL	OR	CIERRA ESDV GASODUCTO GVN-LTS
SCRUBBER GAS COMPRESORES	LSH PSL	OR	APAGA COMPRESORES GASLIFT
OIL SKIMMER	LSL DESNATE LSH DESNATE		ON/OFF BOMBA DE TRASCIEGO
SKIM TANK	LSL DESNATE LSH DESNATE		ON/OFF BOMBA DE TRASCIEGO
SKIM TANK	LSH MANDO MANUAL	OR	ABRE ESDV DE ENTRADA HACIA PISCINA
TANQUE DE AGUA	LSH MANDO MANUAL	OR	ABRE ESDV DE ENTRADA HACIA PISCINA
TANQUE DE AGUA	LSL LSLL	OR	APAGA BOMBAS DE INYECCION
TRAMPAS DE GAS SUBESTACIONES	PSL SHUTDOWN GENERAL	OR	CIERRA ESDV TRAMPAS



MANDO MANUAL		
ESTACION	SHUTDOWN GENERAL	CIERRA ESDV TRAMPAS DE GAS ESTACION Y SUBESTACIONES

Tabla 10. *Lógica digital para equipos de PLC-2*

EQUIPO	DISPOSITIVO	LOGICA	RESULTADO
SEPARADOR DE PRUEBA	LSH	OR	CIERRA ESDV ENTRADA SEPRADOR DE PRUEBA
	LSL		
	PSH		
	MANDO MANUAL		
	LSHH GUN BARREL		
SEPARADOR GENERAL	SHUTDOWN GENERAL	OR	CIERRA ESDV ENTRADA SEPRADOR DE PRUEBA
	LSH		
	LSL		
	PSH		
	MANDO MANUAL		
FWKO	LSHH GUN BARREL	OR	ABRE ESDV HACIA PISCINA
	SHUTDOWN GENERAL		
	PAH		
GUN BARREL	MANDO MANUAL	OR	APAGA BOMBAS DE TRANSFERENCIA
	LSH GUN BARREL		
GUN BARREL	PAL	OR	ALARMA ABRE ESDV FWKO HACIA PISCINA CIERRA ESDV SEPARADORES Y TRAMPAS DE CRUDO
	LSL		
	LAH		
TRAMPAS DE CRUDO SUBESTACIONES	LSH	OR	CIERRA ESDV TRAMPAS
	LSHH		
ESTACION	MANDO MANUAL	OR	CIERRA ESDV SEPARADORES Y TRAMPAS DE CRUDO SUBESTACIONES
	SHUTDOWN GENERAL		

El sistema de registro, control y medición recibe señales análogas y digitales de la operación para formar los lazos de control para nivel, presión y flujo en los equipos de proceso, así como como lecturas de estas variables para el seguimiento, registro e indicación de alarmas y estados cuando se rebosa un límite definido.

En la tabla 11 y 12 se describe las señales de registro, medición y control para el PLC 1 y 2.

Tabla 11. *Tratamiento de señal análoga en equipos de PLC-1*

EQUIPO	DISPOSITIVO	FUNCION
SCRUBBER GAS ESTACION	FQIT	LECTURA DE CAUDAL DE GAS
	PIT	LECTURA PRESION DE GASODUCTO GVN-TRS
	PCV	CONTROL DE GAS A TEA
SCRUBBER GAS COMPRESORES	PCV	CONTROL DE GAS DESDE SCRUBBER DE INSTRUMENTACION A SCRUBBER COMPRESORES
GASLIFT TRS-1	FCV	CONTROL DE GASLIFT A POZO TRS-1
SKIM TANK	LT	LECTURA DE NIVEL POR RADAR
	LCV	CONTROL DE NIVEL EN EQUIPO
TANQUE DE AGUA	PIT	LECTURA PRESION DE INYECCION DE AGUA
	LCV	CONTROL DE NIVEL EN EQUIPO

Tabla 12. *Tratamiento de señal análoga en equipos de PLC-2*

EQUIPO	DISPOSITIVO	FUNCION
SEPARADOR DE PRUEBA	FQIT GAS	LECTURA CAUDAL DE GAS
	FQIT AGUA	LECTURA CAUDAL DE AGUA
	FQIT CRUDO	LECTURA CAUDAL DE CRUDO
	PIT	LECTURA PRESION EN EQUIPO
	TIT	LECTURA TEMPERATURA EN EQUIPO
	LCV	CONTROL DE NIVEL DE CRUDO
	LDCV	CONTROL DE NIVEL DE AGUA
SEPARADOR GENERAL	LCV	CONTROL DE NIVEL DE CRUDO
	LDCV	CONTROL DE NIVEL DE AGUA
FWKO	PCV	CONTROL DE PRESION EN EQUIPO
	LCV	CONTROL DE NIVEL EN EQUIPO
	PIT	LECTURA DE PRESION EN EQUIPO
GUN BARREL	PIT	LECTURA DE PRESION EN EQUIPO
	LCV	CONTROL DE NIVEL DE CRUDO
	LDCV	CONTROL DE NIVEL DE AGUA
TRAMPAS DE CRUDO SUBESTACIONES	PIT	LECTURA DE PRESION EN LINEAS

Como soporte a esta designación se tiene el anexo *programación digital, análoga y PID de proyecto LTS* donde se define para cada PLC las señales digitales, análogas y de lazo PID.

Una vez generado el algoritmo y lógica para cada una de las señales de proceso en el PLC correspondiente se enlaza el direccionamiento a la animación e interacción HMI para WinCC.

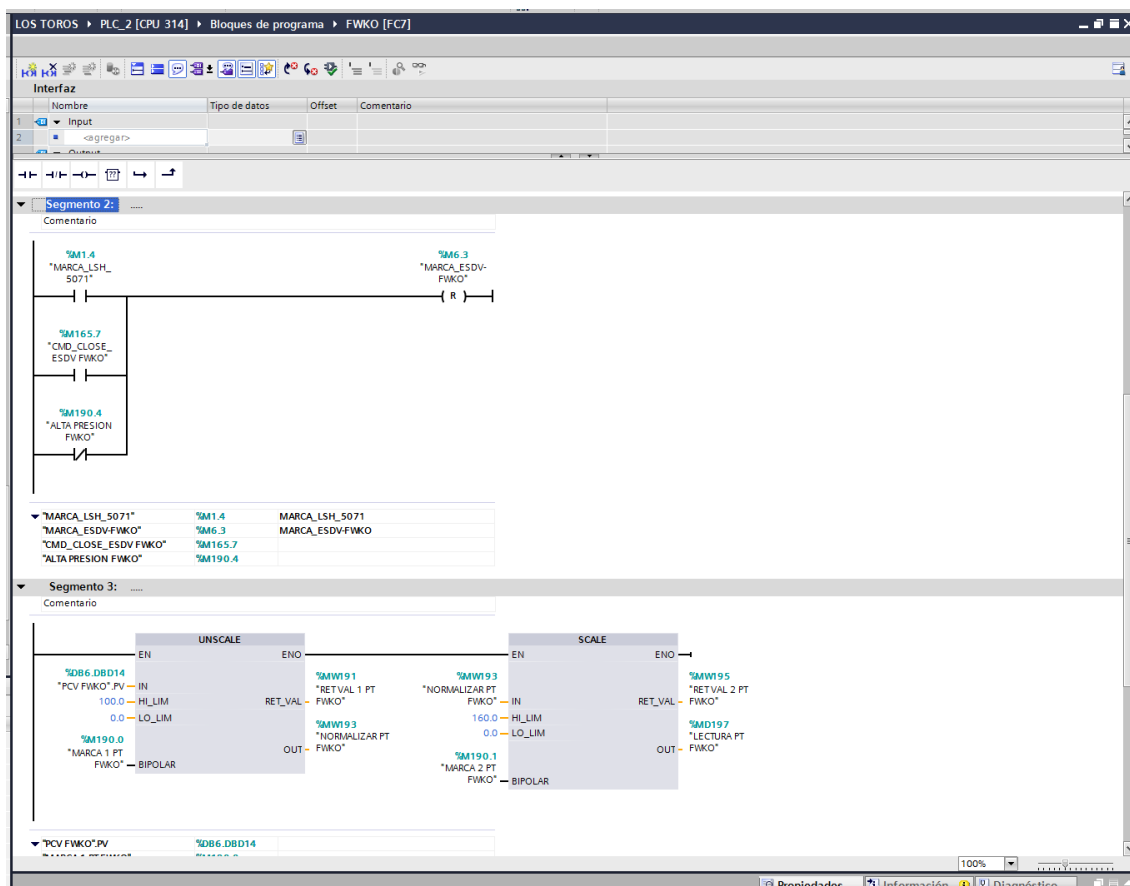


Figura 25. Programación lógica (Ladder) generada.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

## Fase de diseño HMI

Para cada equipo del proceso se ha generado una animación la cual se diseña siguiendo el montaje real de los dispositivos y controles. Para cada evento se le asigna apariencia, visibilidad, color y demás propiedades requeridas en la visualización de señales digitales, análogas y de

control de lazo. En las lecturas análogas se define un cuadro numérico donde se indica el valor de las señales con sus respectivas unidades. Finalmente, para los lazos de control PID se generan faceplace (ventanas emergentes) donde se tiene la posibilidad de manipular los valores de SP, modo manual-automático y los valores de ganancia, tiempo integral y tiempo derivativo del PID.

WinCC ofrece una librería amplia en gráficos, objetos básicos, elementos y controles (figura 26) ubicada en la parte derecha del entorno de diseño para poder generar las diferentes animaciones y representar lo más similar posible nuestro proceso. De igual forma se tiene la posibilidad de importar imágenes ya sea prediseñadas o diseñadas en formato .png o .jpg las cuales son incluidas en una carpeta especial dentro de gráficos.

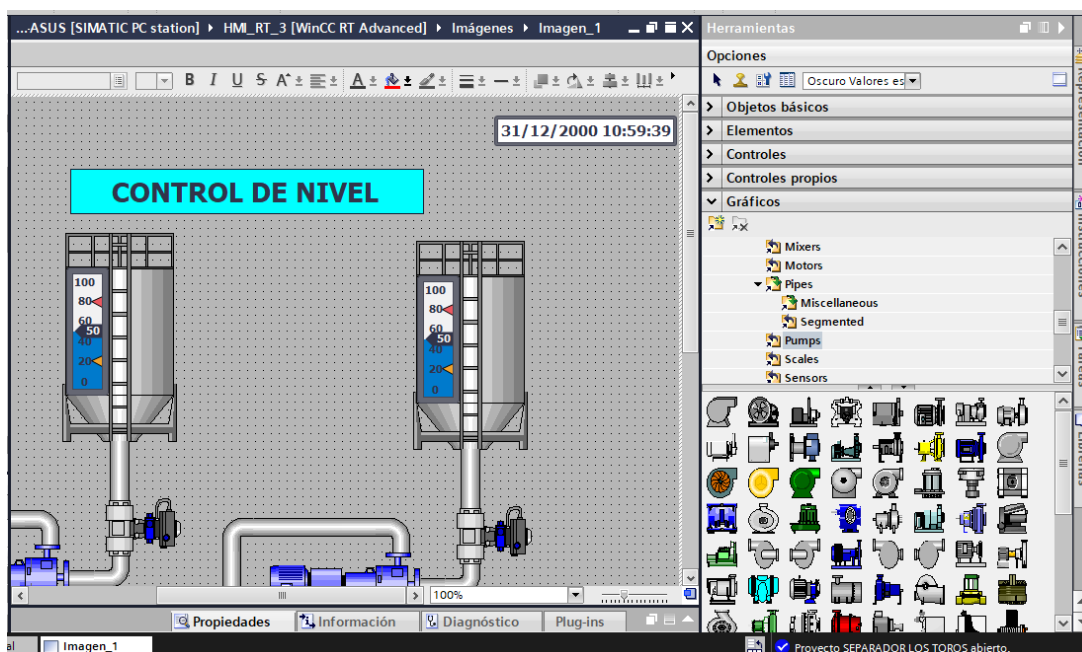


Figura 26. Herramientas de diseño en WinCC.

Tomado de software TIA PORTAL. (2020).

Una vez finalizada la etapa de diseño de gráficos se realiza el enlace de variables generadas en la fase lógica y de programación. En cada elemento, control u objetivo se tiene la propiedad de enlazar un estado en formato bit o real para las lecturas de variables. Estos tags se

enlazan desde WinCC a Step 7 mediante el enlace definido en la topología de red PN/IE y simplemente se busca el PLC donde se tomará la variable para luego ser incluida dentro de los power tags de WinCC.

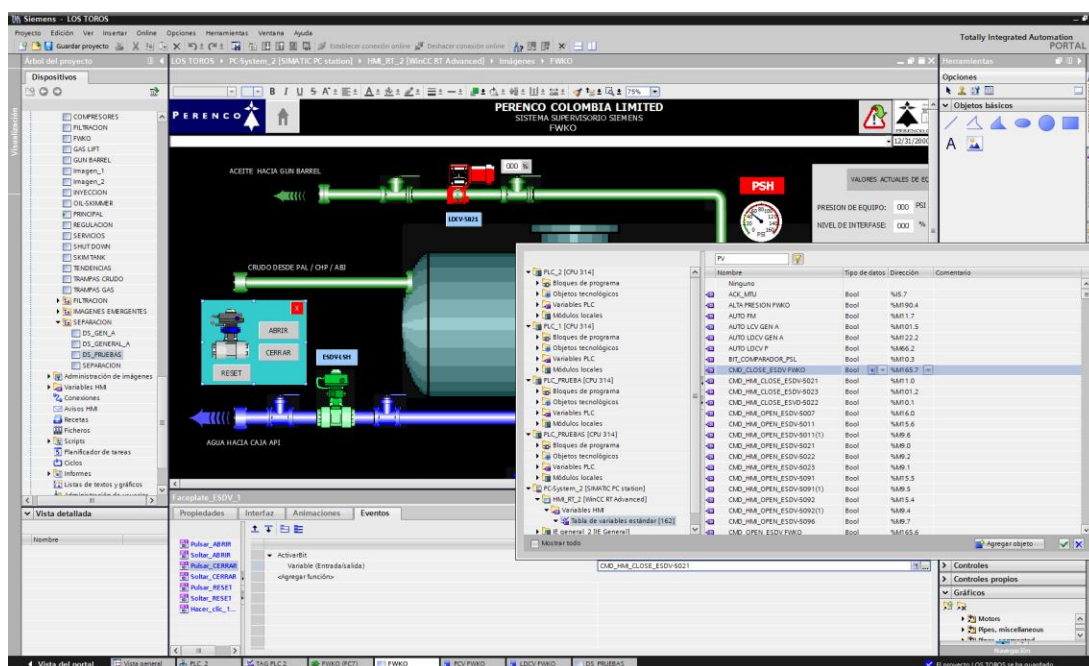


Figura 27. Direccionamiento en WinCC.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

En la siguiente tabla se puede apreciar el uso de marcas, temporizadores y contadores para cada PLC teniendo en cuenta que se tiene un uso limitado de éstos.

Tabla 13. Relación de espacio en PLC y WinCC para programar.

Descripción	PLC-1	PLC-2
Marcas utilizadas	M0.0-M221.7	M0.0-M209.7
Marcas disponibles	M222.0-M255.7	M210.0-M255.7
Temporizadores utilizados	T11 de T255	T10 de T255
Contadores utilizados	C0 de C255	C0 de C255
Power tags generados	290/512	

Pruebas simuladas a proyecto

Una vez finalizado el proceso de programación y diseño se realizan pruebas simuladas a las señales digitales y análogas mediante el enlace al simulador PLCSIM que se encuentra integrado en TIA PORTAL. Este simulador se enlaza al software de programación mediante el modo simulación por conexión ethernet en TCP/IP u otro medio como PROFIBUS o MPI el cual permite activar/desactivar los periféricos digitales, así como las marcas, temporizadores y contadores que se hayan generado durante la programación.

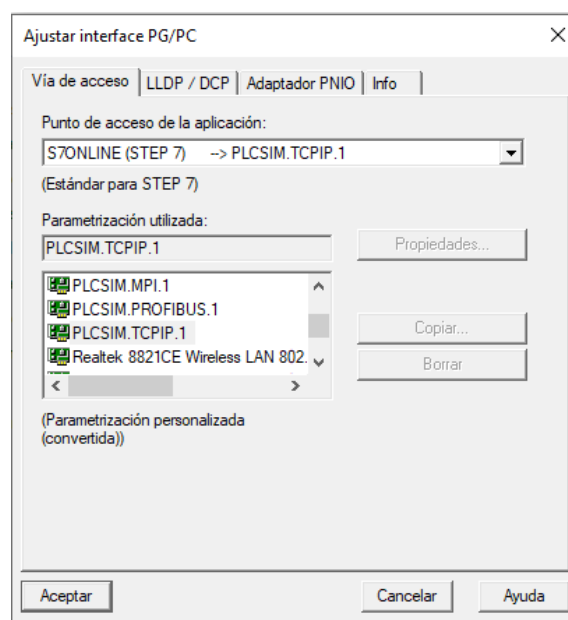


Figura 28. Configuración de interface en PC para simulador PLCSIM.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

Dentro del entorno del PLCSIM se establece la interfaz de red para comunicarse con el software TIA PORTAL. Este enlace permite visualizar la activación/desactivación de las entradas y salidas o en su efecto las marcas del proyecto creado. En caso de fallas en el programa, PLCSIM reconoce esta condición pasando a STOP. Esta herramienta de Siemens es de gran ayuda para verificar el programa antes de transferirlo a un PLC real.

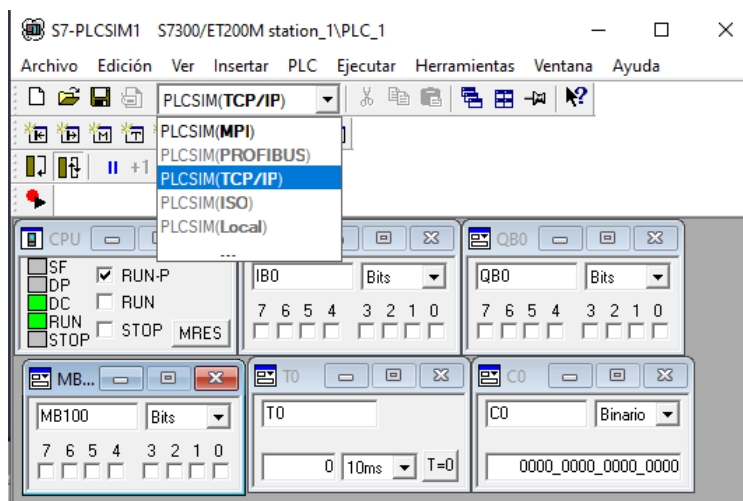


Figura 29. Software PLCSIM enlazado por TCP/IP.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

Como complemento a las pruebas realizadas a la lógica en STEP 7 también se puede verificar la interacción en WinCC realizando las mismas pruebas lógicas, pero ya con la animación en gráficas y los comandos en botones donde se activan marcas del programa.

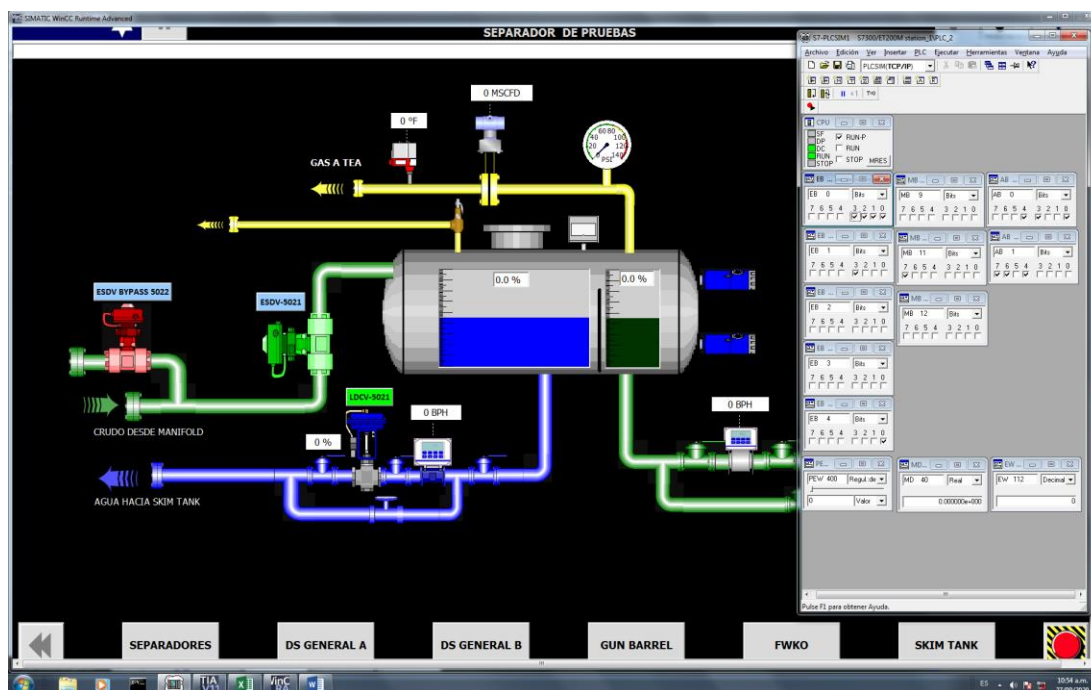


Figura 30. Pruebas simuladas en WinCC mediante PLCSIM.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

Dentro de los módulos de función con los que cuenta Siemens y que se instalan en el proyecto se tienen módulo de función FM355 para regulación o lazos de control, éstos no se pueden simular por lo que se debe verificar una vez se realice el montaje del proyecto. Dentro de la configuración del módulo se tiene la parametrización de señal de entrada, regulación y señal de salida (figura 31) donde se define la señal analógica del lazo (4-20mA) y el modo de operación pudiendo escoger entre P (proporcional) que corresponde a valor entero de ganancia, I (integral) y D (derivativo) que corresponde a tiempos de integración y tiempos de derivación respectivamente.

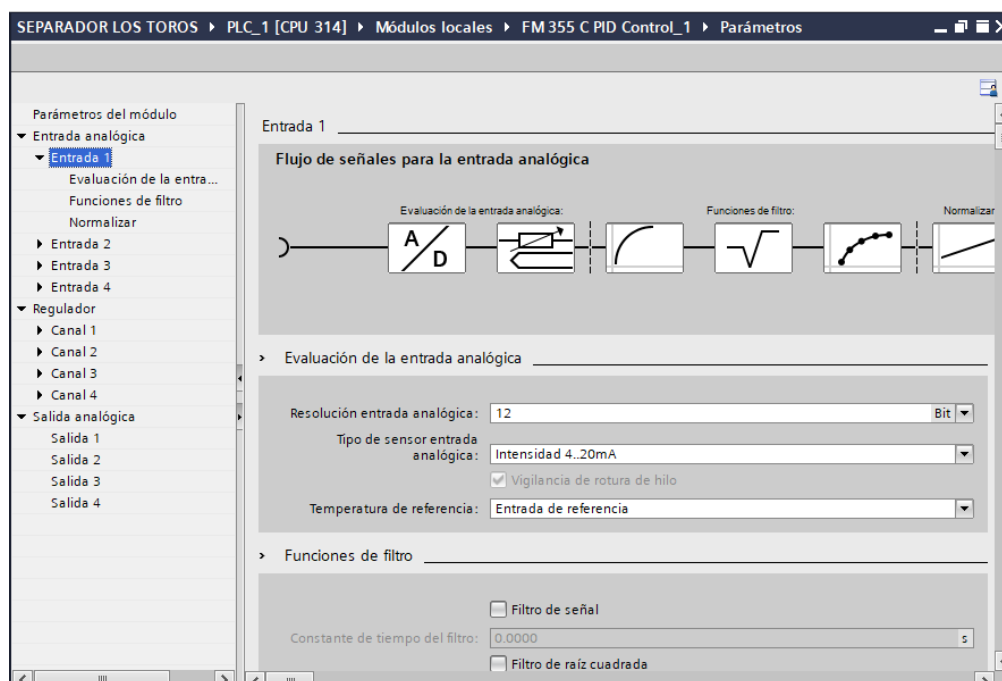


Figura 31. Parametrización de módulo FM355 para regulación.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

Para verificar la correcta programación y funcionamiento de estos lazos de control se simula a la entrada del módulo FM355 una corriente de 4-20mA por medio de un calibrador de procesos o multímetro digital (ejemplo processmeter 789 de FLUKE). Esta variación se traduce en una escala de 0-100% para ser interpretada por el programa el cual según los ajustes de



regulación P, PI, PD, PID genera una salida 4-20mA en la tarjeta. Estas variaciones del control se evidencian en el diseño HMI y en los bloques DB del programa lógico S7.

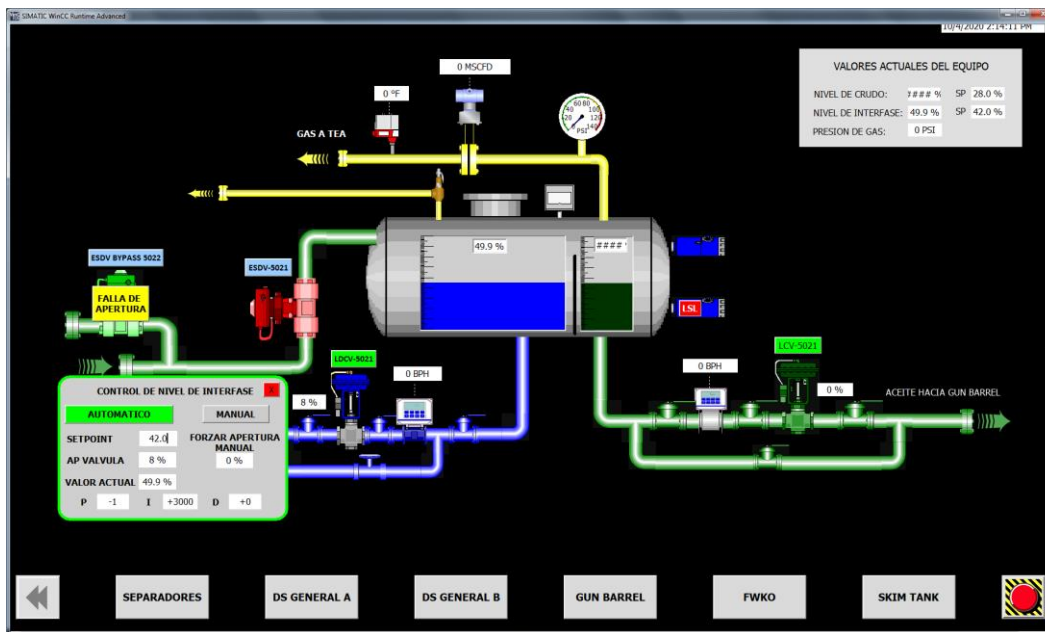


Figura 32. Pruebas a lazo PID.

Tomado de software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

Como resultado del proceso de actualización tecnológica se tendrá una optimización de espacio en la sala de control (*figura 33*) pues se mejora la disposición del sistema de control, una mejor interfaz e interacción HMI para el operador, un sistema robusto, confiable y con respaldo para el proceso.



*Figura 33.* Montaje real de PLC en gabinete para sala de control.

### Análisis de resultados

En el diseño y desarrollo de la propuesta se logra implementar un sistema de control distribuido robusto y confiable conformado por PLC siemens, un montaje modular para las diferentes conexiones de proceso y protecciones para señales análogas y digitales que garantizan la integridad de la implementación.

Se optimiza la planta de producción mediante el control oportuno en los sistemas que integran el proceso y se actualizan los conocimientos y destrezas del personal operativo que interactúa con la interfaz para el control y supervisión de la planta.

Finalmente, el diseño permite analizar los recursos necesarios para un proyecto de actualización tecnológica pues se enmarcan conceptos de comunicación, hardware, software y conocimiento técnico requerido para su implementación.

## Propuesta de mejora

### Análisis de mejora

Para el desarrollo de la propuesta se trabajó con las herramientas dispuestas por la empresa Perenco que consiste en recursos de hardware y software adquiridos en su momento o que en su efecto son parte del stock dentro del inventario y limitan el óptimo desarrollo de la propuesta por lo cual se recomienda implementar las mejoras expuestas para garantizar un mejor resultado del proyecto.

### Recursos de Hardware y Software

Adquirir el software TIA PORTAL v16 con llaves de licencia flotante ilimitada (Uso ilimitado en cualquier PC o a través de una red) para Step7 y WinCC profesional, licencia para Run time con 512PT y complementos como data logging y avisos.

De igual forma para garantizar la correcta ejecución del software TIA PORTAL y sus herramientas se requiere un PC con las siguientes características:

Tabla 14. *Características requeridas para el PC de Ingeniería.*

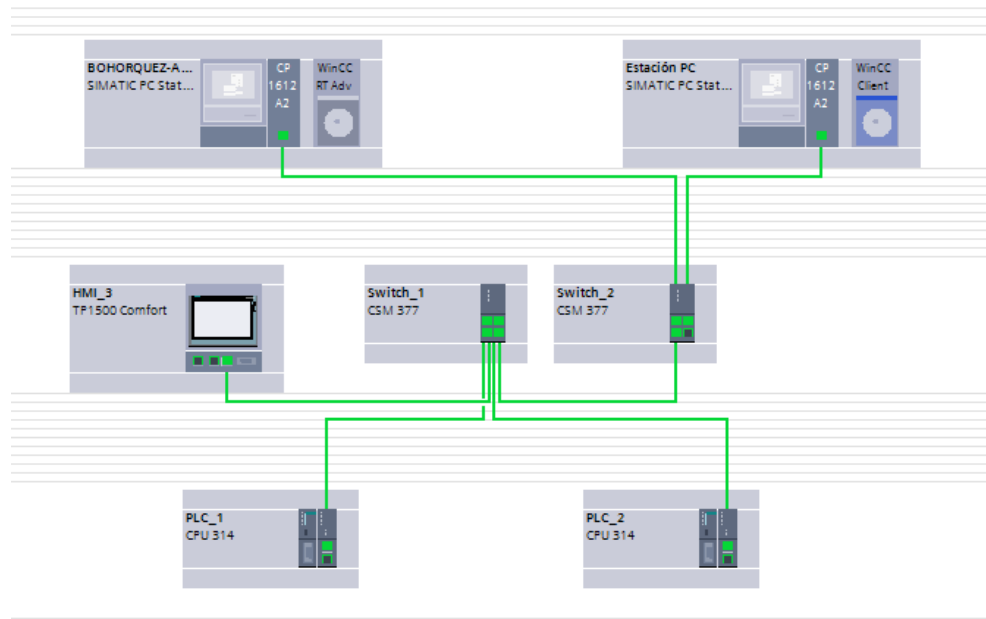
Hardware
Windows 10 (64 bits)
Processor CORE TM i5 3320M 3.3 GHz o superior
Memoria RAM 8GB o superior
Disco duro 300GB SSD
Resolución mínima 1920x1080
pantalla 15" pantalla ancha

Nota: Tomado de *siemens.com* (s.f.).

Por otra parte, es necesario la actualización de módulos y componentes siemens como la adquisición de PLC con puerto ethernet integrado. Si se presentan proyectos con procesos complejos o para grandes estaciones se sugiere analizar la distribución del control pues se puede

adquirir módulos de hasta 64 entradas/salidas digitales lo cual simplifica la distribución modular. Se requiere tener en cuenta que los PLC soportan hasta 255.7 bits en marcas por lo que hace necesario dividir el proceso en etapas o DCS mediante RTU para descentralizar el control, pero integrando la supervisión.

Para ampliar la arquitectura de supervisión a nivel remoto o clientes administrativos como se plantea en la *figura 34*, se tienen el software *professional* para WinCC RT tanto en el equipo de operación como los clientes remotos.



*Figura 34.* Arquitectura para clientes remotos WinCC.

Tomado de software TIA PORTAL (2020).

### Planes de mantenimiento propuestos

Para garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los sistemas implementados en el proyecto se requiere generar planes preventivos a nivel de hardware y software en función del

tiempo y de la carga de trabajo. Estos mantenimientos van enfocados a prevenir fallas que generen parada o cierre de equipos que impactan en el proceso productivo.

#### Software

- ✓ Guardar copia de seguridad del programa cada mínimo cada 2 años.
- ✓ Verificar el estado y buffer de diagnóstico del PLC.
- ✓ Comparar las lecturas digitales y análogas de campo con el supervisorio.
- ✓ Verificar la curva de respuesta y control para los lazos PID del proceso.
- ✓ Revisar el estado del disco duro del PC.







#### Hardware

- ✓ Verificar la temperatura al interior del gabinete y en los módulos del PLC.
- ✓ Verificar el voltaje y estado de la batería de respaldo en CPU de PLC y reemplazar según recomendaciones del fabricante.
- ✓ Verificar y ajustar conexiones en tarjetas, borneras y cableado de comunicaciones.
- ✓ Limpiar filtros en sistema de refrigeración (ventilación).
- ✓ Limpiar suciedad y polvo en los módulos.

#### Dispositivos de campo

- ✓ Verificar la calibración de los sensores y transmisores.
- ✓ Revisar estado de cableados en dispositivos y elementos finales.
- ✓ Verificar puesta a tierra y lectura de resistencia.
- ✓ Proteger los dispositivos de posibles daños por exposición a rayos UV.
- ✓ Ajustar terminales en cajas de paso, empalmes y demás puntos de conexión.
- ✓ Actualizar planos de conexión al realizar modificaciones o instalación de instrumentos.

Dentro de las herramientas de diagnóstico que cuenta TIA PORTAL se tiene la indicación de estados en PLC que permite orientar al programador en la identificación y resolución de fallas.

Símbolo	Significado
	Correcto (sin mantenimiento o sin fallos)
	Mantenimiento necesario
	Mantenimiento solicitado
	Error
	La conexión solo existe online
	La conexión solo existe offline

*Figura 35. Símbolos de estado en CPU de PLC.*

Tomado de librería en software TIA PORTAL Los Toros. (2020).

### **Conclusiones.**

- Se logra reconocer las características de comunicación, conexión y programación de los controladores Mod30ML y Siemens en la estación Los Toros de la empresa Perenco.
- Se desarrolla una propuesta de actualización tecnológica necesaria para el sistema de control teniendo como base la filosofía de control del proceso.
- Se integra el software TIA PORTAL de Siemens al desarrollo de los procesos para la empresa Perenco e implementando así un sistema de control distribuido bajo la arquitectura SCADA.
- Se generan propuestas de mejora para optimizar el funcionamiento y desarrollo del proyecto de actualización tecnológica en el tiempo.
- Se fortalecen los conocimientos y competencias del personal técnico para el planteamiento y desarrollo de proyectos que apunten al mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Perenco para los campos del departamento de Casanare.

## Referencias

- Betancourt Reyes, D. P. (2012). Diseño e implementación de un sistema Scada para el proceso overhead de sellado en OMNIBUS  
BB. <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.6E3FC901&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Cabrera, V., & Javier, E. (2019). Desarrollo y análisis de un sistema DCS y protocolos industriales. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10779>
- Comunicaciones Industriales Sistemas Distribuidos y Aplicaciones Manuel-Alonso Castro Gil. (s.f.). <https://qdoc.tips/comunicaciones-industriales-sistemas-distribuidos-y-aplicaciones-manuel-alonso-castro-gil-pdf-free.html>
- Corrales Paucar, L. (2007). Interfaces de comunicación industrial. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10020>
- Elementos de programación Algoritmos, herramientas, programación estructura...: Discovery Service para UNAD. (s.f.).  
from <http://eds.b.ebscohost.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/eds/detail/detail?vid=2&sid=74006f11-35a3-4c90-82b5-3b670987f5fa%40pdc-v-sssmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=edsbas.4DCB0445&db=edsbas>
- Espin, A., & Fernando, D. (2018). Desarrollo de una herramienta computacional que contenga comunicación Modbus RTU y Modbus TCP para la implementación de sistemas de



- control supervisorio y adquisición de datos a bajo costo. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19850>
- Introducción a las redes de campo digitales. (s.f.). <https://docplayer.es/8693054-3-introduccion-a-las-redes-de-campo-digitales.html>
- las Heras, T. (2016). Diseño e implementación de prototipo Hardware/Software para la automatización de procesos industriales en la Harinera Castellana. <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/10236>
- Mejía-Neira, Á., Jabba, D., Caballero, G. C., Caicedo-Ortiz, J., Mejía-Neira, Á., Jabba, D., Caballero, G. C., & Caicedo-Ortiz, J. (2019). The Influence of Software Engineering on Industrial Automation Processes. *Información Tecnológica*, 30(5), 221–230. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500221>
- MicroMod Automation & Controls. (s.f.). <https://micromod.com/sites/default/files/IB-MLTUT.pdf>
- Morales, M., & César, T. (2019). Propuesta de metodología para programación de PLC en lenguaje LADDER. Universidad Privada Antenor Orrego. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4749>
- Moreno Morales, T. C. (2019). Propuesta de metodología para programación de PLC en lenguaje LADDER. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4749>
- Oliva, N., Castro, G. M. A., y Díaz, O. G. (2013). Redes de comunicaciones industriales (pp. 64 – 68; 161 – 178; 433 – 445). Madrid, ES: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/48611?page=64>

Qué es TCP/IP y características principales. (2019). <https://openwebinars.net/blog/que-es-tcpip/>

Tolosa, G. (2014). Protocolos y Modelo OSI. <http://www.tyr.unlu.edu.ar/TYR-publica/02-Protocolosy-OSI.pdf>.

## **Anexos**

- I. Acta de entrega de trabajos para PERENCO
- II. Planos actualizados de control MOD30 LTS.
- III. Listado de señales a programar LTS
- IV. Planos para nuevo sistema de control LTS.
- V. Pruebas en vacío PLC LTS.
- VI. Video demostrativo de proyecto LTS

## I. Planos actualizados de control MOD30 LTS.

**PERENCO COLOMBIA LIMITED**  
**ACTA DE ENTREGA DE EQUIPO A PRODUCCION**

<b>Fecha</b>	07 diciembre 2020	<b>Elaborado Por</b>	Jose Eduardo Bohorquez
<b>Equipo</b>	Sistema SCADA	<b>Estación</b>	Los Toros

Se hace entrega de todos los equipos de proceso, relacionados en las pruebas de seguridad adjuntas.

**1. DATOS DE PRUEBA.**

EQUIPOS DE PROCESO	
Sistema SCADA para seguridades y control del proceso	Tablero con PLC siemens y PC para supervisión


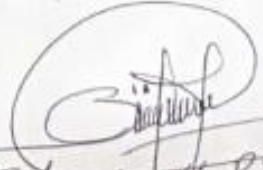
**2. LISTA DE ENTREGA**

CHECK LIST	
Funcionalidad comprobada (resultado pruebas de seguridad)	

**3. OBSERVACIONES.**

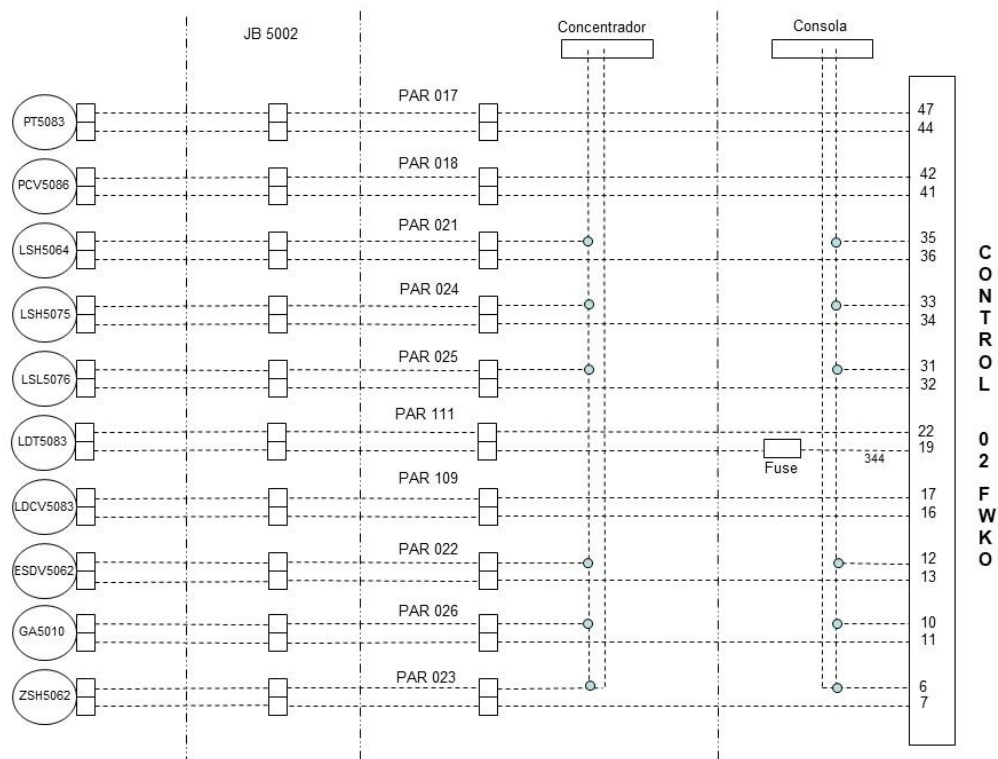
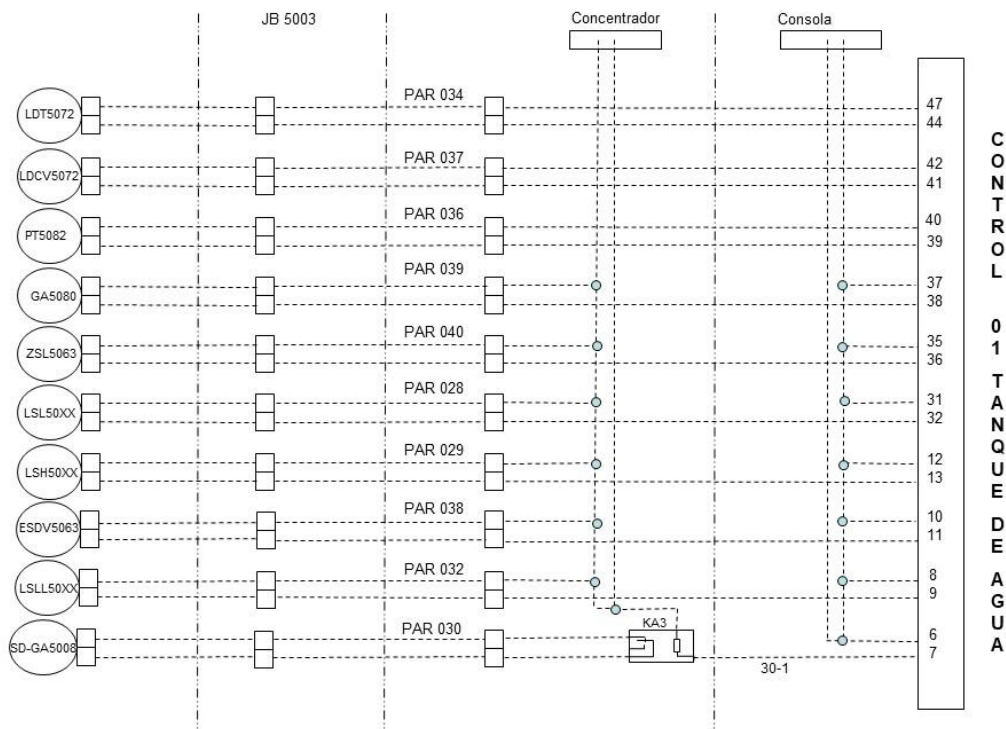
Se realiza capacitación y socialización de funcionamiento e interacción con interfaz al personal operativo de la estación.
--

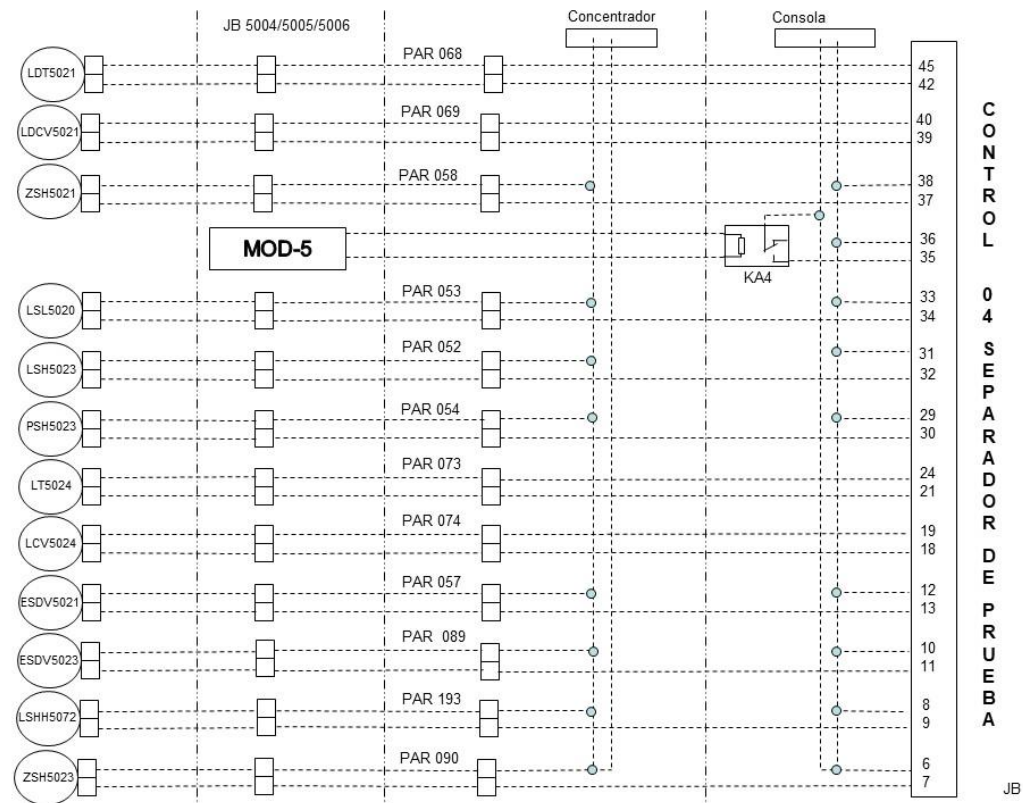
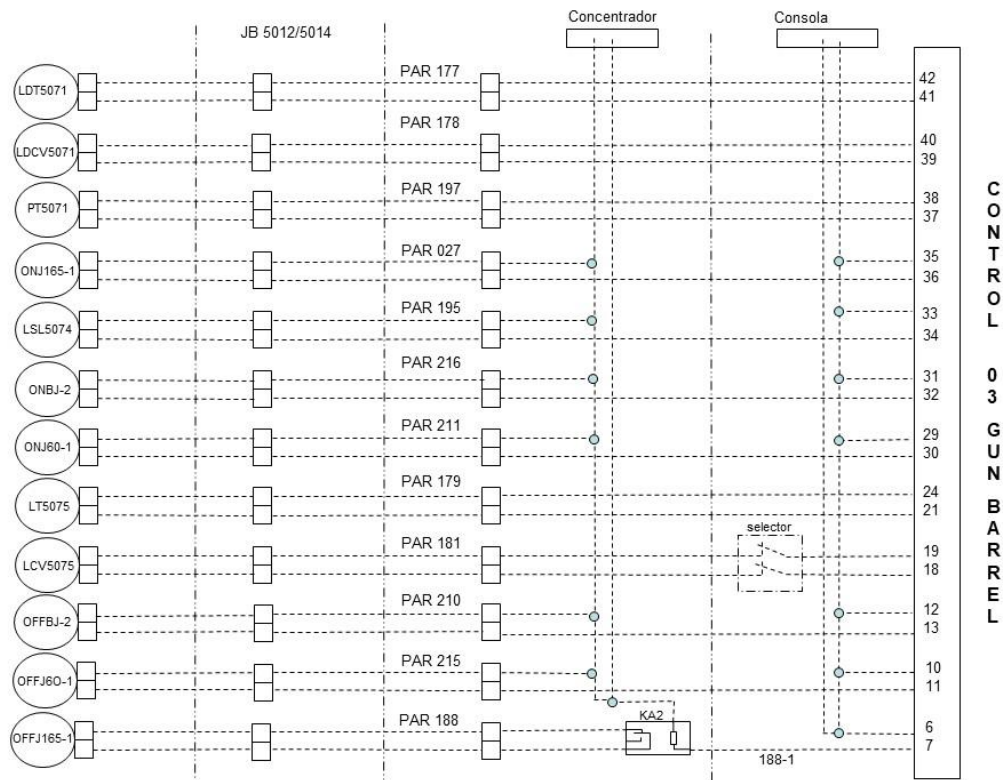
**4. RECIBIDO.**

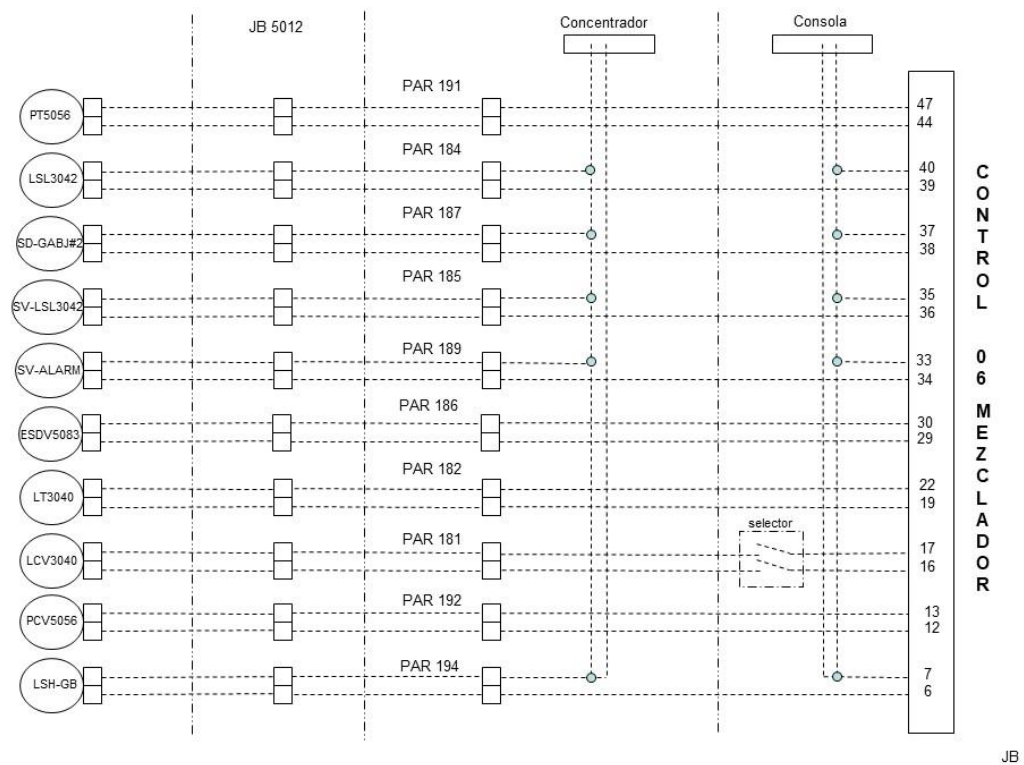
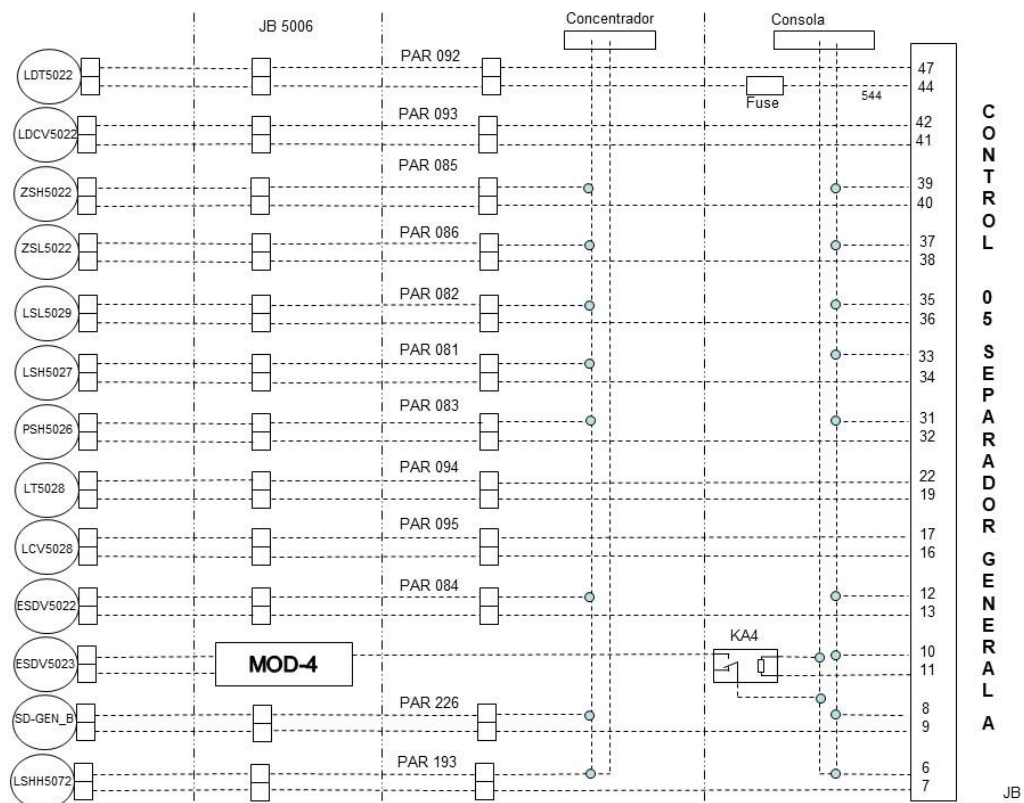
<p><b>ENTREGA MANTENIMIENTO</b> Nombre y Firma:</p> <p> Jose Bohorquez Fecha: 07 Dic 2020</p>	<p><b>RECIBE PRODUCCION</b> Nombre y Firma:</p> <p> Belisario H. Perez S. Fecha:</p>
--	--

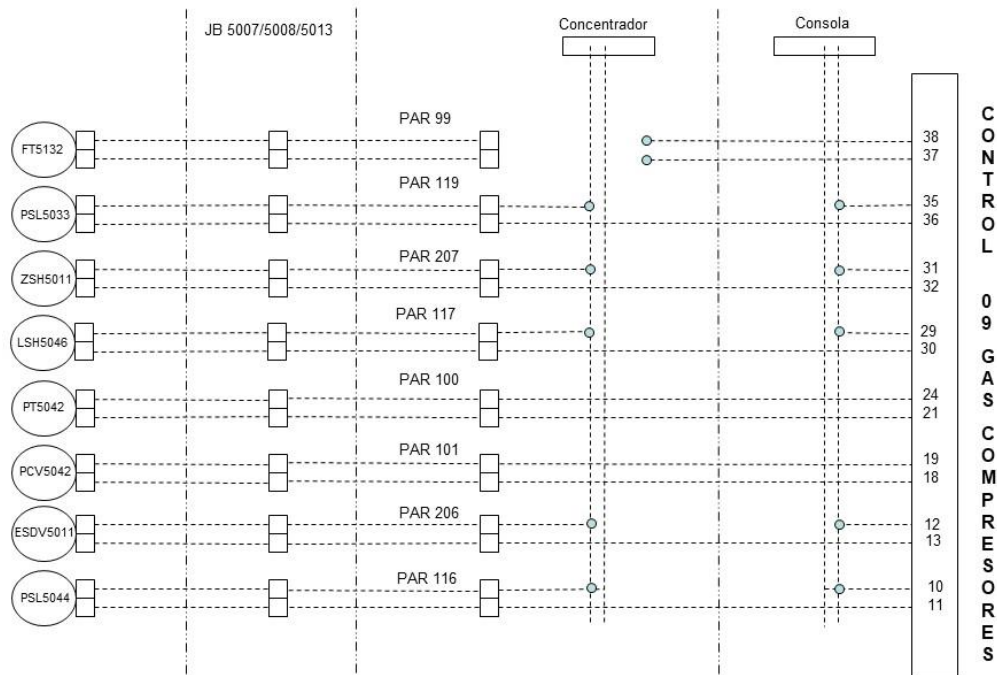
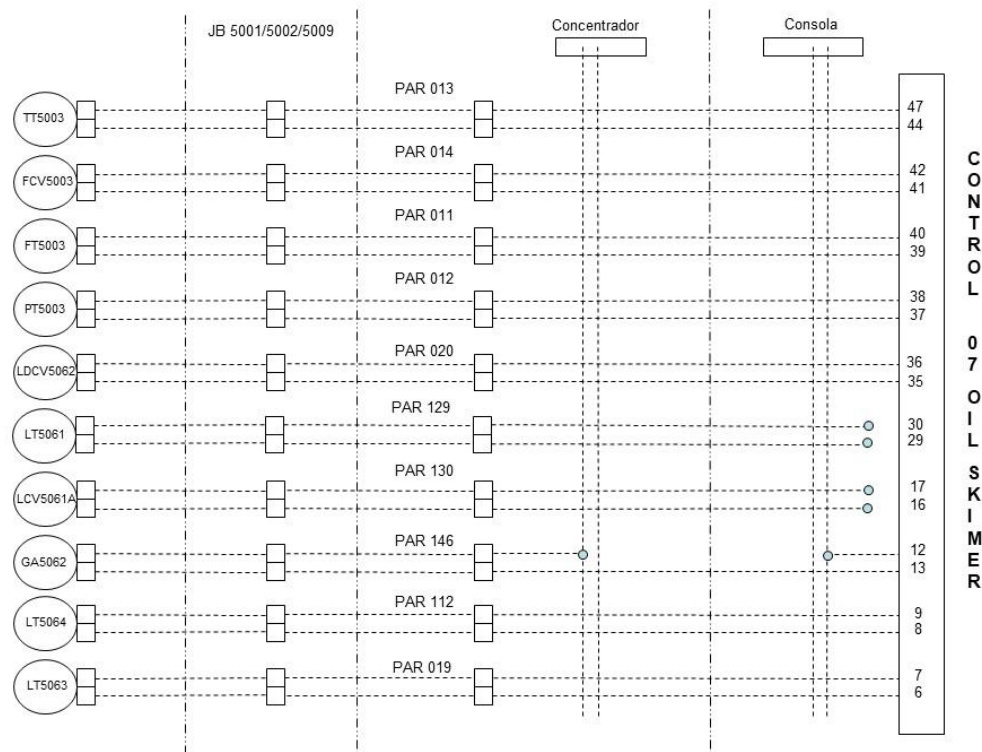
Pág. 1

II. Planos actualizados de control MOD30 LTS.

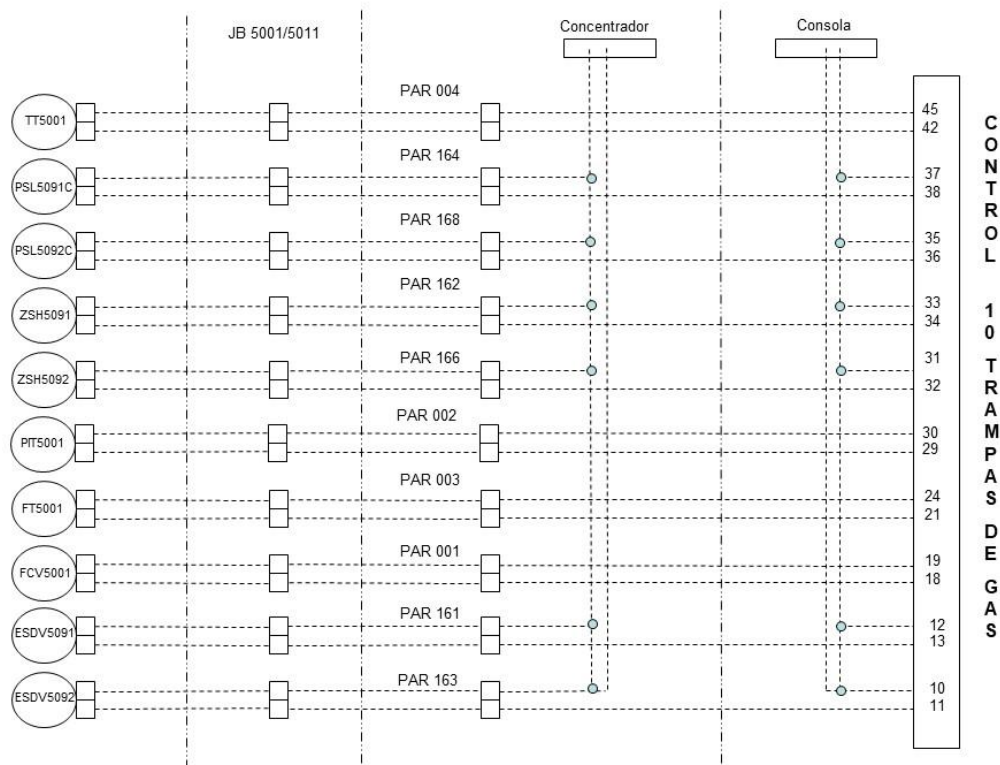




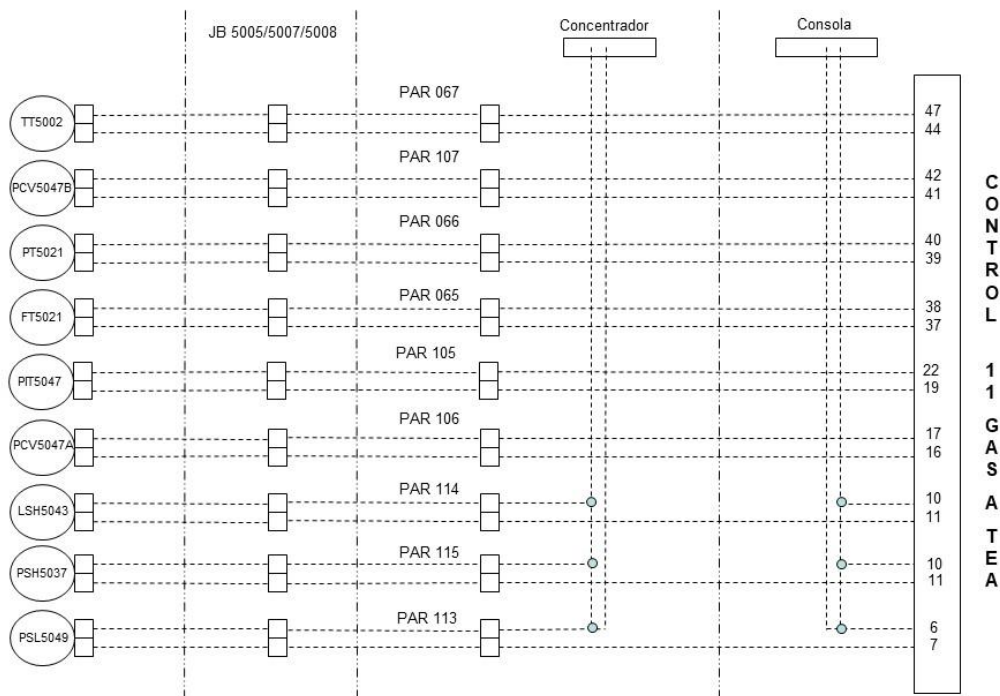


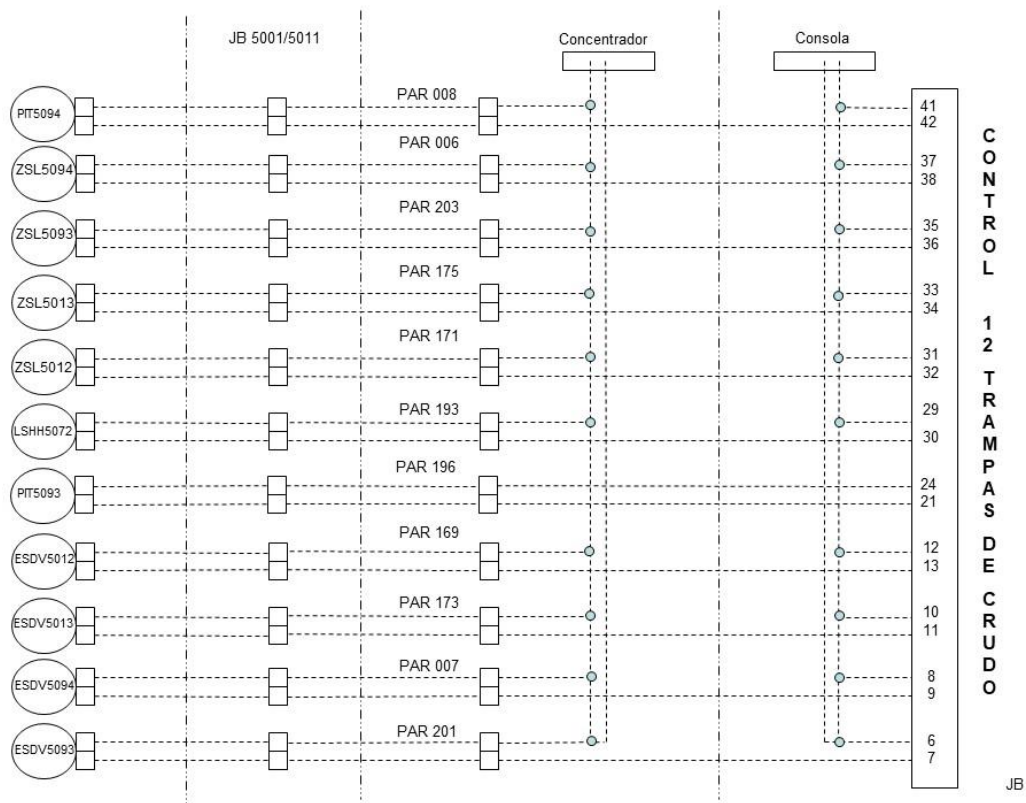




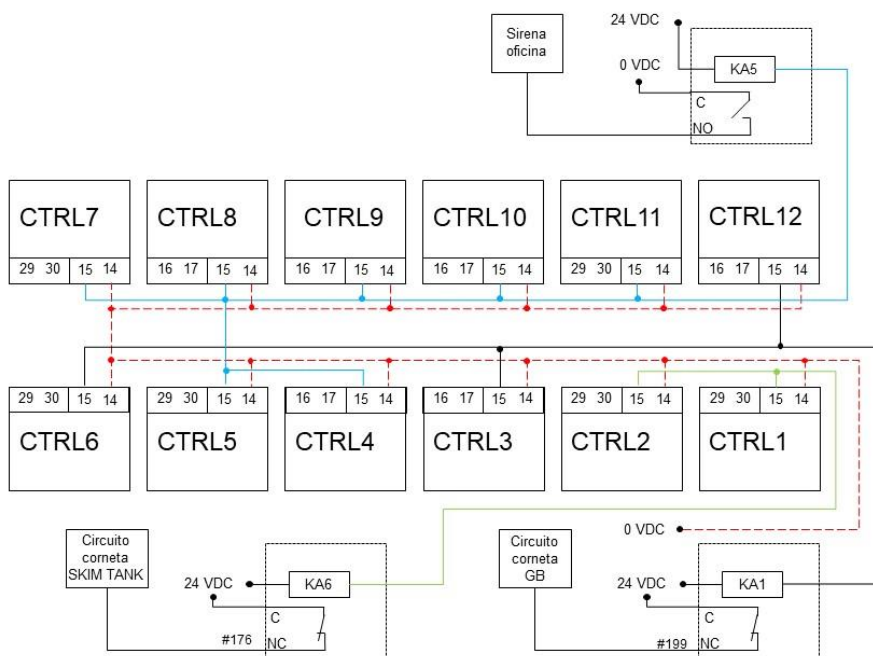


JB

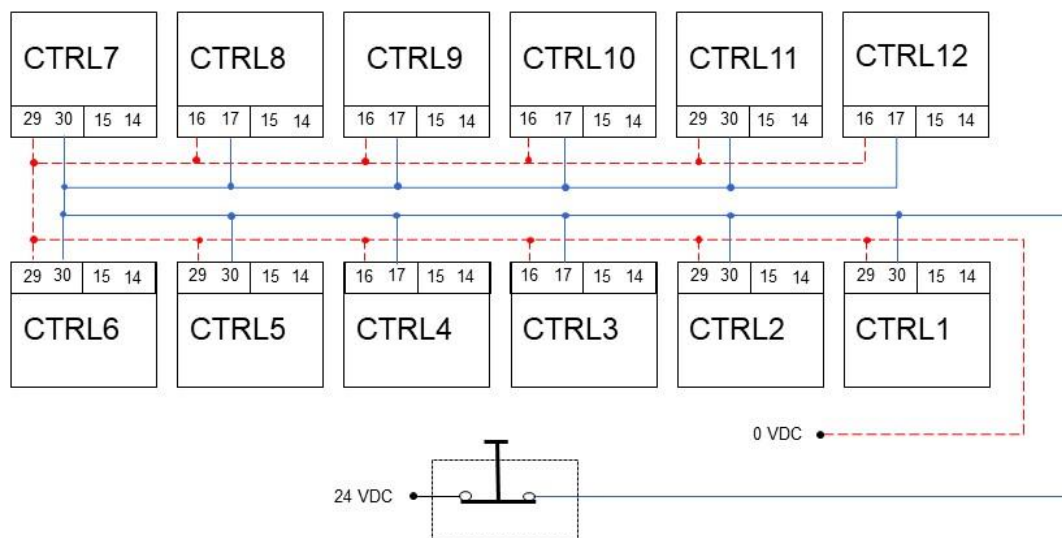




Conexión adicional para alarma exterior tipo corneta (TK AGUA-SKIM TANK)



Conexionado parada de emergencia (oficina).



## III. Listado de señales a programar LTS.

EQUIPO	TIPO	TAG	NOMBRE	FUNCION
REGULACION DE GAS	ANALOG INPUT	FT-5131	TRANSMISOR DE FLUJO	MEDICION Y TENDENCIA
	ANALOG INPUT	PT-5131	TRANSMISOR DE PRESION	MEDICION Y TENDENCIA
	DIGITAL INPUT	PSH-5037	PSH INSTRUMENTACION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	PSL-5049	PSL INSTRUMENTACION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	PSL-5044	PSL GAS KBs	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	PSL 5033	PSL GAS ESTACION SLUG CATCHER	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSH-5043	LSH CONDENSADOS INST	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSH-5046	LSH CONDENSADOS KB's	INDICACION Y ALARMA
	PID CONTROL	PT-5042	TRANSMISOR DE PRESION	CONTROL DE PRESION KBs
		PCV-5042	VALVULA DE CONTROL	
	PID CONTROL	PT-50XX	TRANSMISOR DE PRESION	CONTROL DE PRESION COR
		PCV-50XX	VALVULA DE CONTROL	
	PID CONTROL	PT-5047	TRANSMISOR DE PRESION	CONTROL GAS A TEA
PCV-5047-A		VALVULA DE CONTROL		
PCV-5047-B		VALVULA DE CONTROL		
TRAMPAS GASODUCTO	DIGITAL INPUT	PSL-5092 TRS-PAL	BAJA PRESION GASODUCTO	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSH-5092 TRS-PAL	CONFIRMA POSICION ABIERTA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5092 TRS-PAL	COMANDO DE APERTURA	CIERRA ESDV
	DIGITAL INPUT	PSL-5091 TRS-CHP	BAJA PRESION GASODUCTO	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSH-5091 TRS-CHP	CONFIRMA POSICION ABIERTA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5091 TRS-CHP	COMANDO DE APERTURA	CIERRA ESDV
	DIGITAL INPUT	ZSL-5011 GVN-TRS	CONFIRMA POSICION ABIERTA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5011 GVN-TRS	COMANDO DE APERTURA	CIERRA ESDV
	ANALOG INPUT	PT-50XX TRS-COR	TRANSMISOR DE PRESION TRS-COR	MEDICION Y TENDENCIA
	DIGITAL INPUT	ZSL-50XX TRS-COR	CONFIRMACION ABIERTA TRS-COR	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-50XX TRS-COR	COMANDO DE APERTURA TRS-COR	CIERRA ESDV
			FT-5001	TRANSMISOR DE FLUJO

POZOS GAS LIFT	PID CONTROL	FCV-5001	VALVULA DE CONTROL	CONTROL DE INYECCION POZO TRS-1	
	ANALOG INPUT	PT-5001	TRANSMISOR DE PRESION		
	ANALOG INPUT	TT-5001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA		
	PID CONTROL	FT-5002	TRANSMISOR DE FLUJO	CONTROL DE INYECCION TRS-3	
		FCV-5002	VALVULA DE CONTROL		
	ANALOG INPUT	PT-5002	TRANSMISOR DE PRESION		
ANALOG INPUT	TT-5002	TRANSMISOR DE TEMPERATURA			
OIL SKIMMER	PID CONTROL	LDT-5061	TRANSMISOR DE NIVEL		CONTROL DE INTERFASE
		LDCV-5061	VALVULA DE CONTROL		
	DIGITAL INPUT	LSH-5062	ALTO NIVEL	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	LSL-5063	BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA	
	RESERVA INPUT	XXX	XXX	RESERVAS	
DIGITAL OUTPUT	CMD_GA-WILDEN	COMANDO DE ARRANQUE	ACTIVA EVACUACION		
SKIM TANK	PID CONTROL	LT-5063	TRANSMISOR DE NIVEL	MEDICION DE NIVEL	
		LCV-5063_A	VALVULA DE CONTROL	CONTROL NIVEL DE AGUA_A	
		LCV-5063_B	VALVULA DE CONTROL	CONTROL NIVEL DE AGUA_B	
	ANALOG INPUT	LDT-5064	TRANSMISOR DE NIVEL	MEDICION REDUNDANTE	
	DIGITAL INPUT	LSH-5064	ALTO NIVEL SKIM TANK	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	LSH-5075	ALTO NIVEL BOTA SKIM TANK	ALARMA Y ARRANCA BOMBA	
	DIGITAL INPUT	LSL-5076	BAJO NIVEL BOTA SKIM TANK	APAGA BOMBA	
	DIGITAL INPUT	ZSL-5063	CONFIRMA POSICION CERRADA	CNF POSICION CERRADA	
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5063	COMANDO APERTURA	APERTURA ESDV	
	DIGITAL INPUT	MAN-AUTO_GA-BOTA	SELECTOR DE PANEL	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT_GA-BOTA	STATUS DE BOMBA	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	MAN-AUTO_GA-BOTA	SELECTOR DE PANEL	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT_GA-BOTA	STATUS DE BOMBA	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT_GA-GOULD#1	STATUS DE BOMBA	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT_GA-GOULD#2	STATUS DE BOMBA	INDICACION Y ALARMA	

	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD_GA1-BOTA	COMANDO SD BOMBA	APAGADO BOMBA
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD_GA2-BOTA	COMANDO SD BOMBA	APAGADO BOMBA
TANQUE DE AGUA	PID CONTROL	LDT-5072	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE NIVEL
		LDCV-5072	VALVULA DE CONTROL	
	ANALOG INPUT	PT-5082	PRESION DE INYECCION	TENDENCIA
	DIGITAL INPUT	LSH-5078	ALTO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSL-5077	BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSLL-5076	BAJO BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT BOOSTER	STATUS DE BOMBA BOOSTER	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	SEL_GA-1 R	SELECTOR DE PANEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT GA-1	STATUS DE BOMBA INYECCION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT GA-2	STATUS DE BOMBA INYECCION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT GA-3	STATUS DE BOMBA INYECCION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT GA-4	STATUS DE BOMBA INYECCION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT GA-5	STATUS DE BOMBA INYECCION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT GA-6	STATUS DE BOMBA INYECCION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD BOOSTER	COMANDO SD BOMBA BOOSTER	APAGADO DE GA-1_LSL/SD
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD GA-1	COMANDO SD GA-1	
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD GA-2	COMANDO SD GA-2	
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD GA-3	COMANDO SD GA-3	
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD GA-4	COMANDO SD GA-4	
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD GA-5	COMANDO SD GA-5	
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD GA-6	COMANDO SD GA-6	
	DIGITAL INPUT	ZSL-ESDV	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
DIGITAL INPUT	ZSH-ESDV	CONFIRMA POSICION ABIERTA	INDICACION Y ALARMA	
DIGITAL OUTPUT	ESDV-5070	COMANDO DE APERTURA	APERTURA ESDV	
FILTRO 1	DIGITAL INPUT	ON/OFF LINE IF-1	SELECTOR DE PANEL	OPERACION AUTO/MANUAL
	DIGITAL INPUT	ZSL1-A	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA

	DIGITAL INPUT	ZSL1-B	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSL1-C	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSL1-D	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSL1-E	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	RT1_MAN	BOTON PANEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	PSL	BAJA PRESION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	DIF-P	PRESION DIFERENCIAL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT GA-F1	STATUS DE BOMBA FLUIDIZACION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	MAN-AUTO_GA-F1	SELECTOR DE PANEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	EV1-A	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV1-B	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV1-C	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV1-D	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV1-E	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV1-F	COMANDO DE APERTURA TEMPO	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	CMD_GA-F1	COMANDO DE ENCENDIDO	ENCENDIDO BOMBA
FILTRO 2	DIGITAL INPUT	ON/OFF LINE IF-2	SELECTOR DE PANEL	OPERACION AUTO/MANUAL
	DIGITAL INPUT	ZSL2-A	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSL2-B	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSL2-C	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSL2-D	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSL2-E	CONFIRMA POSICION CERRADA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	RT2_MAN	BOTON PANEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	PSL	BAJA PRESION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	DIF-P	PRESION DIFERENCIAL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT GA-F2	STATUS DE BOMBA FLUIDIZACION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	MAN-AUTO_GA-F2	SELECTOR DE PANEL	INDICACION Y ALARMA

	DIGITAL OUTPUT	EV2-A	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV2-B	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV2-C	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV2-D	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV2-E	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV2-F	COMANDO DE APERTURA TEMPO	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	CMD_GA-F2	COMANDO DE ENCENDIDO	ENCENDIDO BOMBA
DECANTADOR	DIGITAL INPUT	LSH-5004	ALTO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSL-5004	BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	EV3-A	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV3-B	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV3-C	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	EV3-D	COMANDO DE APERTURA	ABRE VALVULA
	DIGITAL OUTPUT	CMD_GA-DEC	COMANDO DE ENCENDIDO	ENCENDIDO BOMBA
	DIGITAL INPUT	STAT-GA AGUA	ESTADO DE BOMBA RECUPERACION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	MAN-AUTO_GA AGUA	SELECTOR DE PANEL	INDICACION Y ALARMA
SEPARADOR DE PRUEBAS	PID CONTROL	LT-5024	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE NIVEL
		LCV-5024	VALVULA DE CONTROL	
	PID CONTROL	LDT-5021	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE INTERFASE
		LDCV-5021	VALVULA DE CONTROL	
	ANALOG INPUT	FIT-50XX	CONTADOR DE GAS	TENDENCIA
	ANALOG INPUT	TE-5021	TEMPERATURA XX	TENDENCIA Y ALARMA
	ANALOG INPUT	PT-5021	PRESION XX	TENDENCIA Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSH-5023	ALTO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSL-5020	BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	PSH-5023	ALTA PRESION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSL-ESDV	CONFIRMA POSICION CERADA	INDICACION Y ALARMA
DIGITAL OUTPUT	ESDV-5021	COMANDO DE APERTURA	COMANDO ESDV	



	ANALOG INPUT	FIT-50XX	CONTADOR DE CRUDO	TENDENCIA
	ANALOG INPUT	FIT-50XX	CONTADOR DE AGUA	TENDENCIA
SEPARADOR GENERAL A	PID CONTROL	LT-5028	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE NIVEL
		LCV-5028	VALVULA DE CONTROL	
	PID CONTROL	LDT-5022	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE INTERFASE
		LDCV-5022	VALVULA DE CONTROL	
	DIGITAL INPUT	LSH-5027	ALTO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSL-5029	BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	PSH-5026	ALTA PRESION	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ZSL-ESDV	CNF CLOSE	INDICACION Y ALARMA
DIGITAL OUTPUT	ESDV-5023	CMD CLOSE ESDV	COMANDO ESDV	
VALVULA BY PASS SEP.	DIGITAL INPUT	ZSL-5022	CONF APERTURA ESDV-BYPASS	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5022 BY-PASS	COMANDO DE APERTURA	COMANDO ESDV
FWKO	PID CONTROL	LDT-5083	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE NIVEL
		LDVC-5083	VALVULA DE CONTROL	
	PID CONTROL	PT-5083	TRAMISOR DE PRESION	CONTROL DE PRESION
		PCV-5083	VALVULA DE CONTROL	
	DIGITAL INPUT	ZSL-ESDV	CNF CLOSE	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-FWKO	COMANDO DE APERTURA	COMANDO ESDV
DIGITAL INPUT	PSH	PRESOSWITCH	TENDENCIA Y ALARMA	
GUN BARREL	PID CONTROL	LDT-5075	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE NIVEL
		LCV-5075	VALVULA DE CONTROL	
	PID CONTROL	LDT-5071	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE INTERFASE
		LDCV-5071	VALVULA DE CONTROL	
	ANALOG INPUT	PT-5071	PSL COLUMNA DE CRUDO	ALARMA PRESION SUCCION
	DIGITAL INPUT	LSHH-5072	ALTO ALTO NIVEL DE GUN BARREL	ACTIVA SHUT DOWN GENERAL
	DIGITAL INPUT	LSH-5071	ALTO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSL-5074	BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	STATUS_BJ-1	CONFIRMA ESTADO	INDICACION Y ALARMA
DIGITAL INPUT	STATUS_J-60-1	CONFIRMA ESTADO	INDICACION Y ALARMA	
DIGITAL INPUT	STATUS_J-165-1	SE TOMA EN SEÑALES DE HANGAR DE INYECCION	INDICACION Y ALARMA	

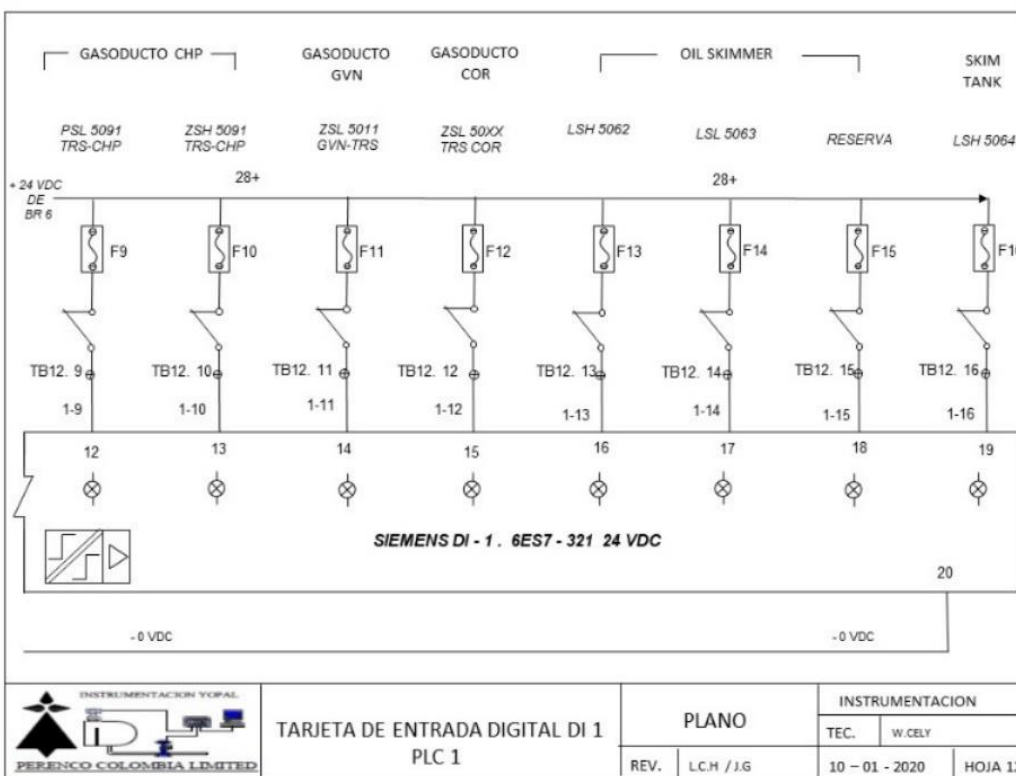
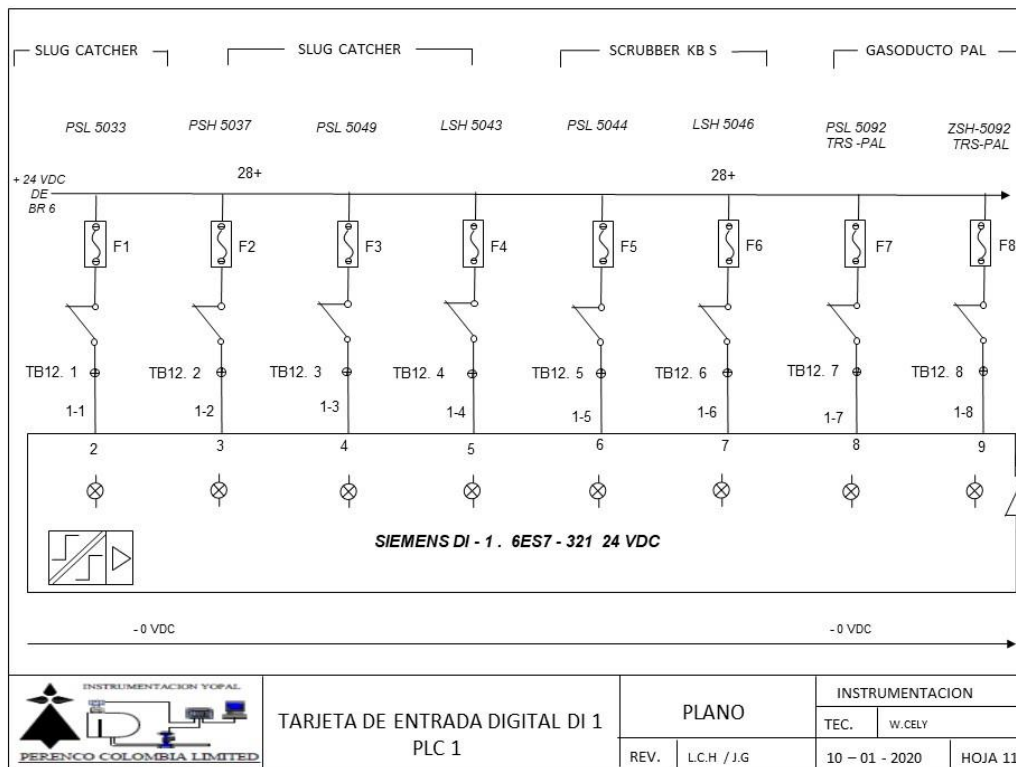
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD_GA-DESPACHO	COMANDO SD DESPACHO	APAGA BOMBAS DESPACHO	
	ANALOG INPUT	FQIT-5023	CONTADOR DESPACHO	TENDENCIA	
TRAMPAS OLEODUCTO	DIGITAL INPUT	ZSH-5013 PAL-TRS	CONFIRMA POSICION ABIERTA	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5013 PAL-TRS	COMANDO DE APERTURA	CIERRA ESDV	
	DIGITAL INPUT	ZSH-5012 CHP-TRS	CONFIRMA POSICION ABIERTA	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5012 CHP-TRS	COMANDO DE APERTURA	CIERRA ESDV	
	DIGITAL INPUT	PSL-5093 TRS-GVN	BAJA PRESION GASODUCTO	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	ZSL-5093 TRS-GVN	CONFIRMA POSICION ABIERTA	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5093 TRS-GVN	COMANDO DE APERTURA	CIERRA ESDV	
	ANALOG INPUT	PT-5093	PSL-PSH TX	MEDICION Y TENDENCIA	
	DIGITAL INPUT	ESDV COR-TRS	MANDO MANUAL ESDV	CIERRA ESDV	
	DIGITAL INPUT	ZSL-5096 COR-TRS	CONFIRMA POSICION ABIERTA	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5096 COR-TRS	COMANDO DE APERTURA	CIERRA ESDV	
MEZCLADOR	DIGITAL INPUT	PSH-XXXX	ALTA PRESION DS MZ	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	LSH-XXXX	ALTO NIVEL	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	LSL-XXXX	BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL OUTPUT	ESDV-5053	COMANDO ESDV	COMANDO ESDV	
	ANALOG INPUT	LT-5072	NIVEL DS MZ	MEDICION Y TENDENCIA	
	PID CONTROL		PT-5085	TRAMISOR DE PRESION	CONTROL DE PRESION
PCV-XXXX			VALVULA DE CONTROL		
SEPARADOR GENERAL B	PID CONTROL	LT-XXXX	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE NIVEL	
		LCV-XXXX	VALVULA DE CONTROL		
	PID CONTROL		LDT-XXXX	TRANSMISOR DE NIVEL	CONTROL DE INTERFASE
			LDCV-XXXX	VALVULA DE CONTROL	
	DIGITAL INPUT	LSH-XXXX	ALTO NIVEL	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	LSL-XXXX	BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	PSH-XXXX	ALTA PRESION	INDICACION Y ALARMA	
	DIGITAL INPUT	ZSL-XXXX	CNF CLOSE	INDICACION Y ALARMA	
DIGITAL OUTPUT	ESDV-XXXX	CMD CLOSE ESDV	COMANDO ESDV		

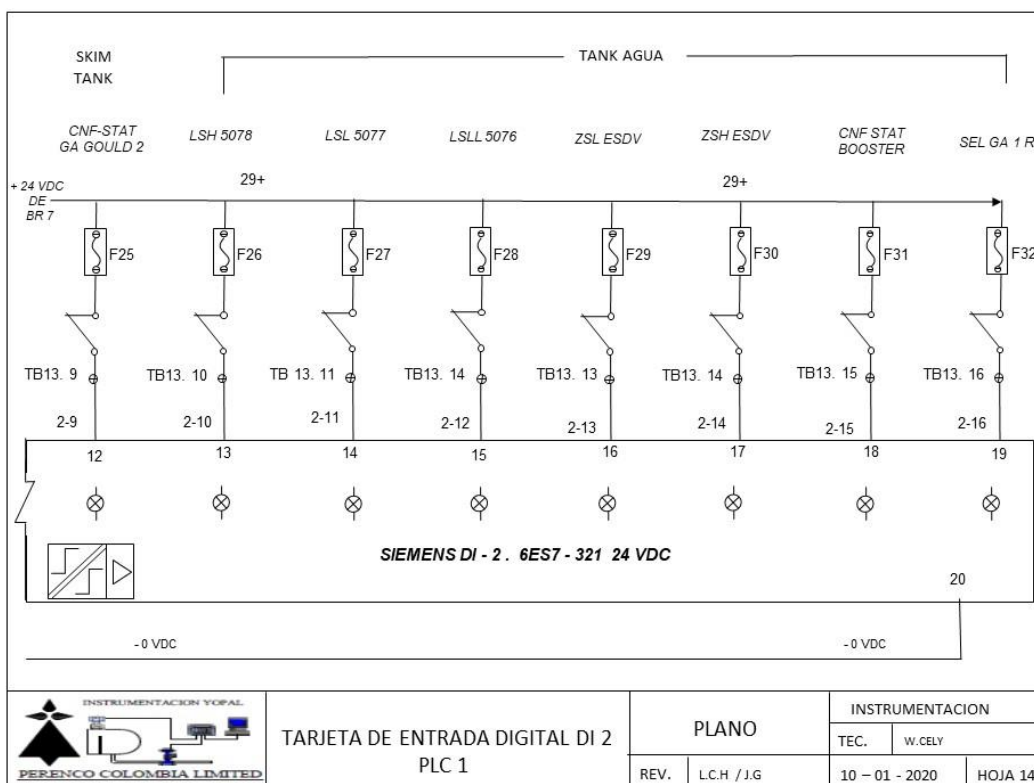
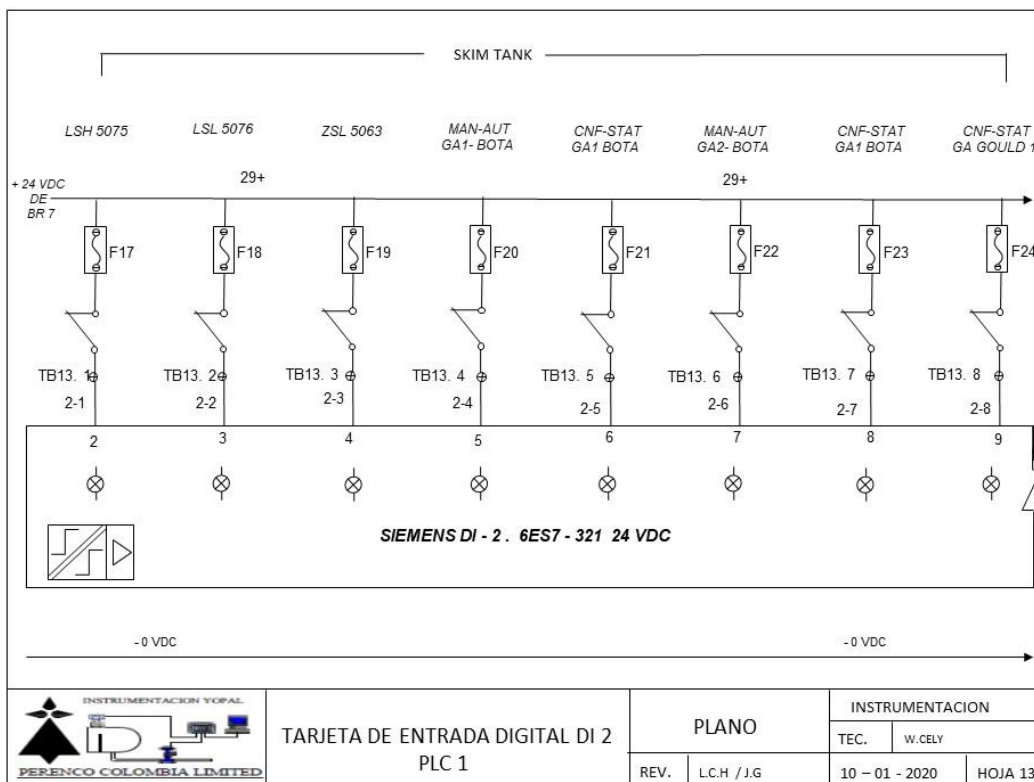
SEGURID ADES	DIGITAL INPUT	ESD-1	BOTON DE OFICINA	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ESD-2	BOTON DE CAMPO	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	ESD-3	BOTON DE CAMPO	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	HORN-1	BALISA ESTROBOSCOPICA	ADVERTENCIA LOCAL
	DIGITAL OUTPUT	HORN-2	CORNETA GUN BARREL	ALARMA SONORA DE CAMPO
	DIGITAL OUTPUT	HORN-3	CORNETA SKIM TANK	ALARMA SONORA DE CAMPO
COMPRES ORES	DIGITAL INPUT	ESD-4	BOTON HANGAR KBs	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT KB-1	STATUS COMPRESOR 1	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	CNF-STAT KB-2	STATUS COMPRESOR 2	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	CMD_SD_KB-1	COMANDO DE SD KB-1	COMANDO SD KB
	DIGITAL OUTPUT	CMD_SD_KB-2	COMANDO DE SD KB-2	COMANDO SD KB
GENERAD ORES	DIGITAL INPUT	STATUS CAT-1	CONFIRMA ESTADO	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD_CAT-1	COMANDO SD	APAGA PLANTA
	DIGITAL INPUT	STATUS CAT-2	CONFIRMA ESTADO	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	CMD-SD:CAT-2	COMANDO SD	APAGA PLANTA
CAJA API	DIGITAL INPUT	ON/OFF LINE	SELECTOR DE PANEL	OPERACIÓN AUTO/MANUAL
	DIGITAL INPUT	LSH	ALTO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	LSL	BAJO NIVEL	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL INPUT	STATUS-GA	CONFIRMA ESTADO	INDICACION Y ALARMA
	DIGITAL OUTPUT	CMD-GA_API	COMANDO DE ARRANQUE	ARRANCA EVACUACION
TOTAL	SEÑAL	CANTIDAD	EQUIV TARJETAS SIEMENS	RESERVAS
	DI	105	7x16 CANALES	7 CANALES
	DO	54	8 x 8 CANALES	10 CANALES
	AI	18	4 x 8 CANALES	14 CANALES
	PID	19	6 x 4 CANALES IN/OUT	3 CANALES IN/OUT
*LAS VARIABLES EN FUENTE GRIS SON DE POSIBLE EXPANSION PARA EL PROCESO ACTUAL				

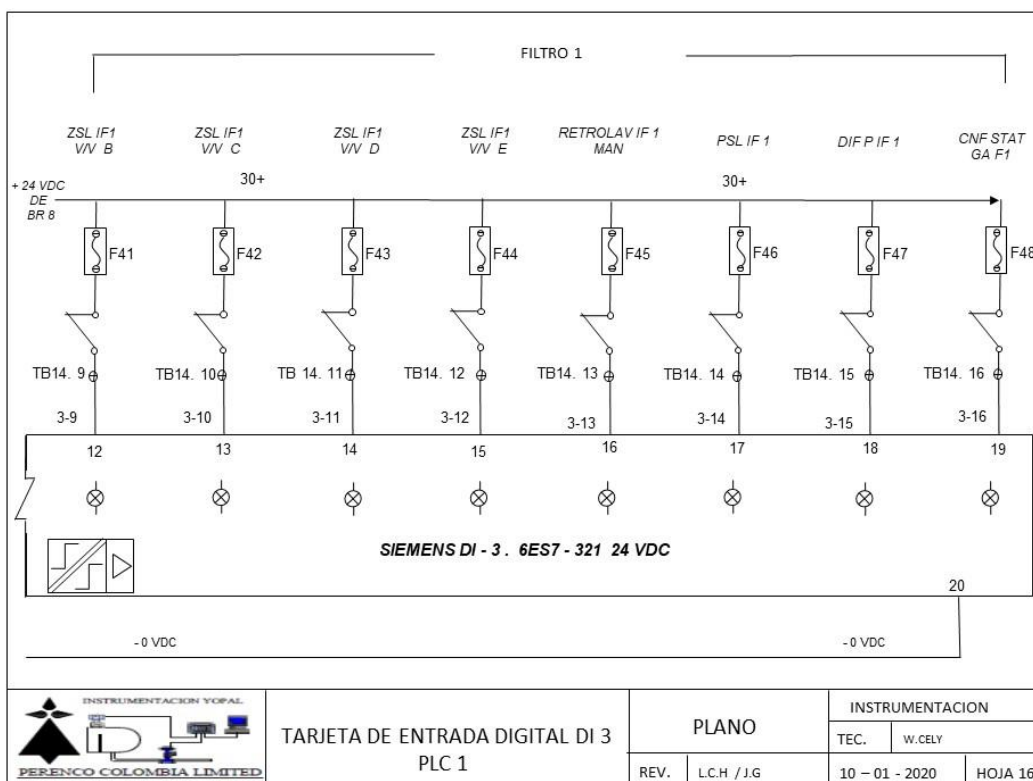
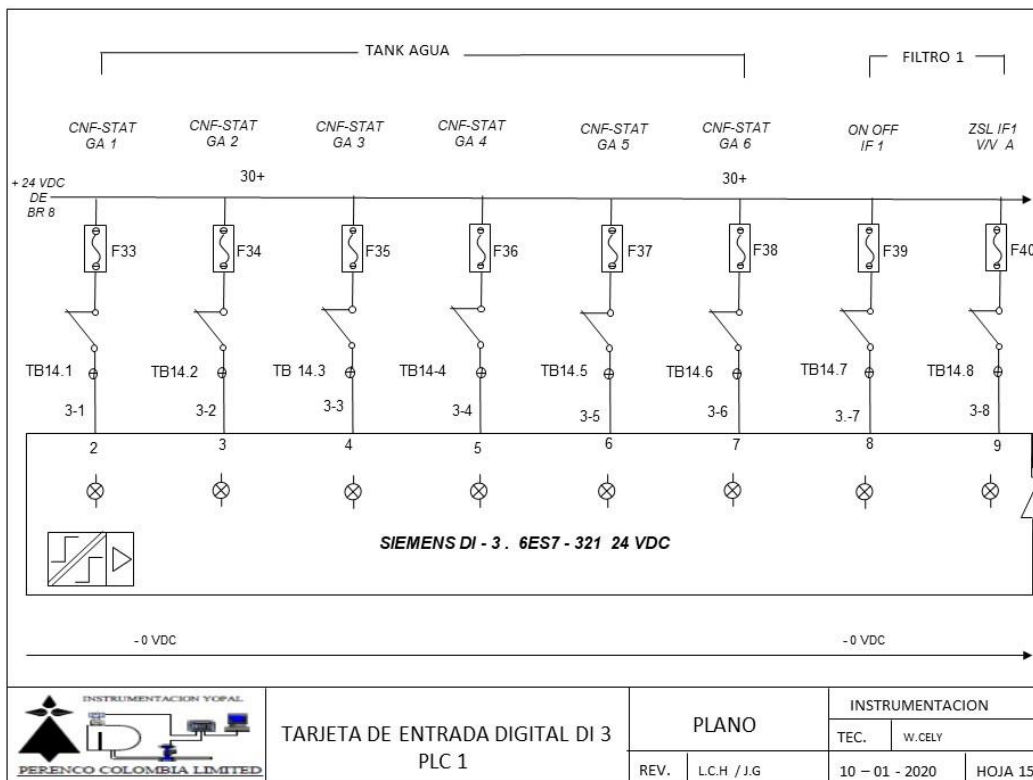
DI 1			DI 2			DI 3			DI 4					
0	PSL-5033	SLUG CATCHER	0	LSH-5075	SKIM TANK	0	CNF-STAT GA-1	TANGUE AGUA	0	MAN-AUTO_GA-F1	FILTRO 1			
1	PSH-5037	SCRUBBER INST	1	LSL-5076		1	CNF-STAT GA-2		1	ON/OFF LINE IF-2	FILTRO 2			
2	PSH-5043		2	ZSL-5063		2	CNF-STAT GA-3		2	ZSL-A				
3	LSH-5043		3	MAN-AUTO_GA1-BOTA		3	CNF-STAT GA-4		3	ZSL-B				
4	PSL-5044	SCRUBBER KB <sub>s</sub>	4	CNF-STAT_GA1-BOTA		4	CNF-STAT GA-5		4	ZSL-C	DECANTADOR			
5	LSH-5046		5	MAN-AUTO_GA2-BOTA		5	CNF-STAT GA-6		5	ZSL-D				
6	PSL-5032 TRS-PAL	GASODUCTO PAL	6	CNF-STAT_GA2-BOTA		6	ON/OFF LINE IF-1		6	ZSL-E				
7	ZSH-5032 TRS-PAL		7	CNF-STAT_GA-GOULD#1	7	ZSL-A	7	RT2_MAN						
0	PSL-5011 TRS-CHP	GASODUCTO CHP	0	CNF-STAT_GA-GOULD#2	SKIM TANK	0	ZSL-B	FILTRO 1	0	PSL	FILTRO 2			
1	ZSH-5011 TRS-CHP		1	LSH-5078		1	ZSL-C		1	DIF-P				
2	ZSL-5011 GVN-TRS	GASODUCTO GVN	2	LSL-5077	TANGUE AGUA	2	ZSL-D	FILTRO 1	2	CNF-STAT GA-F2	DECANTADOR			
3	ZSL-5011 TRS-COR	GASODUCTO COR	3	LSL-5076		3	ZSL-E		3	MAN-AUTO_GA-F2				
4	RESET OFICINA	SHUTDOWN	4	ZSL-ESDV		4	RTL-MAN		4	LSH-5004				
5	ESD_G OFICINA	SHUTDOWN	5	ZSH-ESDV		5	PSL		5	LSL-5004				
6	SD-J-165#1 DESDE PLC2	J-165#1	6	CNF-STAT BOOSTER		6	DIF-P		6	CNF-STAT-GA AGUA				
7	LSH-5064	SKIM TANK	7	SEL_GA-1 R		7	CNF-STAT GA-F1		7	MAN-AUTO_GA AGUA				
0	ESDV-5032 TRS-PAL	GASODUCTO PAL	0	ESDV-5070		TANGUE AGUA	0		EV1-A	FILTRO 1		0	EV2-B	FILTRO 2
1	ESDV-5031 TRS-CHP	GASODUCTO CHP	1	CMD-SD GA-1	1		EV1-B	1	EV2-C					
2	ESDV-5011 GVN-TRS	GASODUCTO GVN	2	CMD-SD GA-2	2		EV1-C	2	EV2-D					
3	ESDV-5011 TRS-COR	GASODUCTO COR	3	CMD-SD GA-3	TANGUE AGUA	3	EV1-D	FILTRO 1	3	EV2-E	DECANTADOR			
4	ESDV-5063	SKIM TANK	4	CMD-SD GA-4		4	EV1-E		4	EV2-F				
5	CMD-SD_GA-RESOTA		5	CMD-SD GA-5		5	EV1-F		5	CMD_GA-F2				
6	CMD-SD_GA2-BOTA	6	CMD-SD GA-6	6		CMD_GA-F1	6		EV2-A	DECANTADOR				
7	CMD-SD_GA2-BOTA	7	CMD-SD BOOSTER	7		EV2-A	7		EV2-B					
0	PT-5101	GAS ESTACION	0	PT-50XX		GAS COR	0		EV3-C	FILTRO 2		0	EV3-C	DECANTADOR
1	PT-5101	SLUG CATCHER	1				1		EV3-D			1	EV3-D	
2	LDT-5064	SKIM TANK	2			2	EV3-E	2	CMD_GA-DEC					
3	PT-5082	TANGUE AGUA	3			3	EV3-F	3	CMD_KB-2					
4	PT-5001	GAS LIFT TRS 1	4			4	EV3-G	FILTRO 2	4	CMD_KB-3	COMPRESORES			
5	TT-5001		5			5	EV3-H		5	CMD_GA-ESTROBOS				
6	PT-5002	GAS LIFT TRS 3	6			6	EV3-I	DECANTADOR	6	CORNETA 2	OFICINA			
7	TT-5002		7			7	EV3-J		7	EV3-B		CAMPO		
IN	PT-5042	GAS KB <sub>s</sub>	IN	FT-5001	GAS LIFT TRS 1	IN	LDT-5061	OIL SIMMER	IN	EV3-C	DECANTADOR			
IN	PT-5047	GAS TEA	IN	FT-5002	GAS LIFT TRS 3	IN	LT-5063	SKIM TANK	IN	EV3-D	DECANTADOR			
IN	PT-50XX	GAS COR	IN			IN	LDT-5072	TANGUE AGUA	IN	EV3-E	COMPRESORES			
IN			IN			IN			IN	EV3-F	COMPRESORES			
OUT	PCV-5042	GAS KB <sub>s</sub>	OUT	FCV-5001	GAS LIFT TRS 1	OUT	LDCV-5061	OIL SIMMER	OUT	EV3-G	COMPRESORES			
OUT	PCV-5047-A	GAS TEA	OUT	FCV-5002	GAS LIFT TRS 3	OUT	LCV-5063_A	SKIM TANK	OUT	EV3-H	COMPRESORES			
OUT	PCV-5047-B	GAS TEA	OUT			OUT	LCV-5063_B	SKIM TANK	OUT	EV3-I	COMPRESORES			
OUT	PCV-50XX	GAS COR	OUT			OUT	LDCV-5072	TANGUE AGUA	OUT	EV3-J	COMPRESORES			

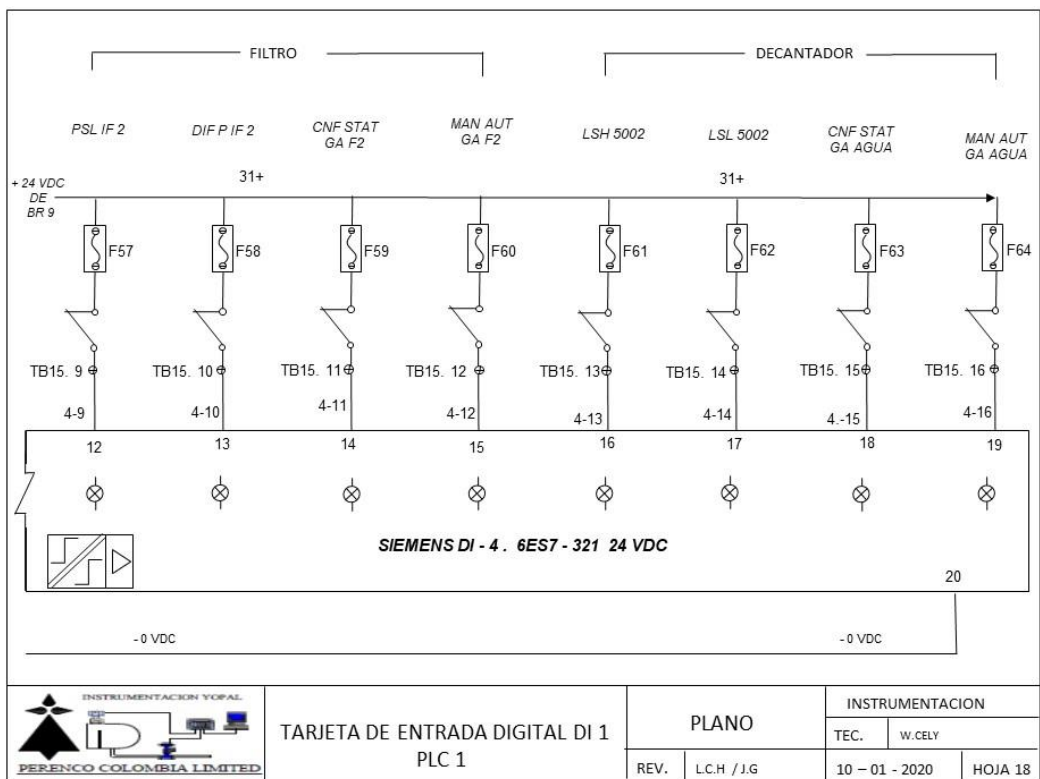
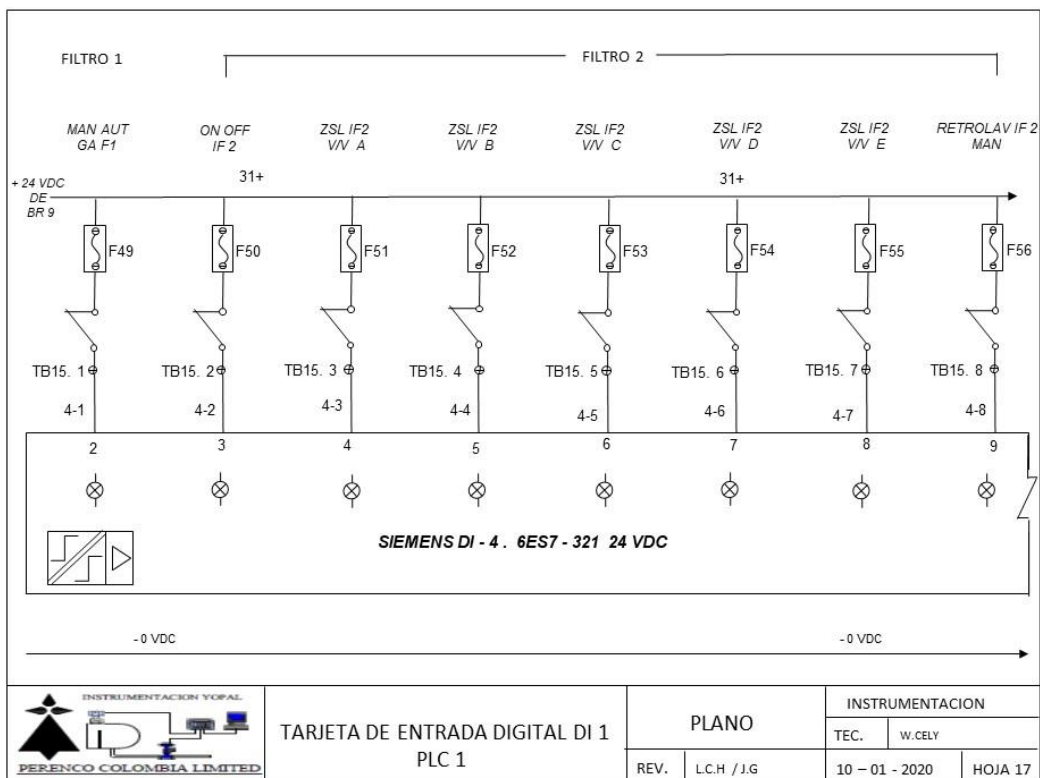
DI 1			DI 2			DI 3				
0	LSH-5023	DS PRUEBA	0	ZSH-5013 PAL-TRS	TRAMPA CRUDO PAL	0	ESD-4	KB <sub>s</sub>		
1	LSL-5020		1	ZSH-5012 CHP-TRS	TRAMPA CRUDO CHP	1	CNF-STAT KB-1			
2	PSH-5023		2	RESET ALARMAS Y SDG	SHUTDOWN	2	CNF-STAT KB-2			
3	ZSL-ESDV		3	ZSL-5093 TRS-GVN	TRAMPA CRUDO GVN	3	STATUS CAT-1		PLANTAS	
4	LSH-5027		4	MAN ESDV COR-TRS	TRAMPA CRUDO COR	4	STATUS CAT-2			
5	LSL-5029		DS GENERAL A	5	ZSL-5096 COR-TRS	MEZCLADOR	5		ON/OFF LINE	CAJA API
6	PSH-5026			6	LSH-XXXX		6		LSH	
7	ZSL-ESDV A	7	LSL-XXXX	7	LSL					
0	ZSL-5022	BY PASS DS	0	PSH-XXXX	MEZCLADOR	0	STATUS-GA	CAJA API		
1	ZSL-ESDV	FwKO	1	LSH-XXXX	DS GENERAL B	1	LSH-5062	OIL SKIMMER		
2	STAT J-165#1	J-165#1	2	LSL-XXXX		2	LSL-5063			
3	LSHH-5072	GUN BARREL	3	PSH-XXXX		3				
4	LSH-5071		4	ZSL-ESDV XXXR	4					
5	LSL-5074		5	ESD_G	5					
6	STATUS_BJ-1		SHUTDOWN	6	ESD-1	6				
7	STATUS_J-60-1			7	ESD-2	7				
0	ESDV-5021	DS PRUEBA	0	ESDV-5036 COR-TRS	TRAMPA CRUDO COR	0	CMD-SD_CAT-1	PLANTAS		
1	ESDV-5023	DS GRAL A	1	CMD-SD_GA-J60#1	GUN BARREL	1	CMD-SD-CAT-2	CAJA API		
2	ESDV-5022 BY-PASS	BY-PASS DS	2	ESDV-5032	DS GENERAL B	2	CMD-GA_API	OIL SKIMMER		
3	ESDV-FWKO	FWKO	3	HORN-1	ESTROBOSCOPICA	3				
4	CMD-SD_GA-BJ#2	GUN BARREL	4	HORN-2	CORNETA	4	CMD_GA-WILDEN			
5	ESDV-5013 PAL-TRS	TRAMPA CRUDO PAL	5	CMD_OFF J-165#1	J-165#1	5				
6	ESDV-5012 CHP-TRS	TRAMPA CRUDO CHP	6	CMD_SD_KB-1	KB <sub>s</sub>	6				
7	ESDV-5033 TRS-GVN	TRAMPA CRUDO GVN	7	CMD_SD_KB-2	KB <sub>s</sub>	7				
0	FIT-50XX	DS PRUEBA	0	FQIT-XXXX	OLEODUCTO PAL/CHP					
1	PT-5021		1							
2	TT-5021		2							
3	FIT-50XX	3								
4	FQIT-5022	DS PRUEBA	4							
5	PT-5071	GUN BARREL	5							
6	FQIT-5023	OLEODUCTO TRS-GVN	6							
7	PT-5093		7							
IN	LT-5024	DS PRUEBA CRUDO	IN	LDT-5083	FwKO NIVEL	IN	PT-5085	MEZCLADOR		
IN	LDT-5021	DS PRUEBA AGUA	IN	PT-5083	FwKO PRESION	IN	LT-XXXX	DS GENERAL B CRUDO		
IN	LT-5028	DS GRAL CRUDO	IN	LDT-5075	GB CRUDO	IN	LDT-XXXX	DS GENERAL B AGUA		
IN	LDT-5022	DS GRAL AGUA	IN	LDT-5071	GB AGUA	IN				
OUT	LCV-5024	DS PRUEBA CRUDO	OUT	LDCV-5083	FwKO NIVEL	OUT	PCV-XXXX	MEZCLADOR		
OUT	LDCV-5021	DS PRUEBA AGUA	OUT	PCV-5083	FwKO PRESION	OUT	LCV-XXXX	DS GENERAL B CRUDO		
OUT	LCV-5038	DS GRAL CRUDO	OUT	LCV-5075	GB CRUDO	OUT	LDCV-XXXX	DS GENERAL B AGUA		
OUT	LDCV-5022	DS GRAL AGUA	OUT	LDCV-5071	GB AGUA	OUT				

IV. Planos para nuevo sistema de control LTS.

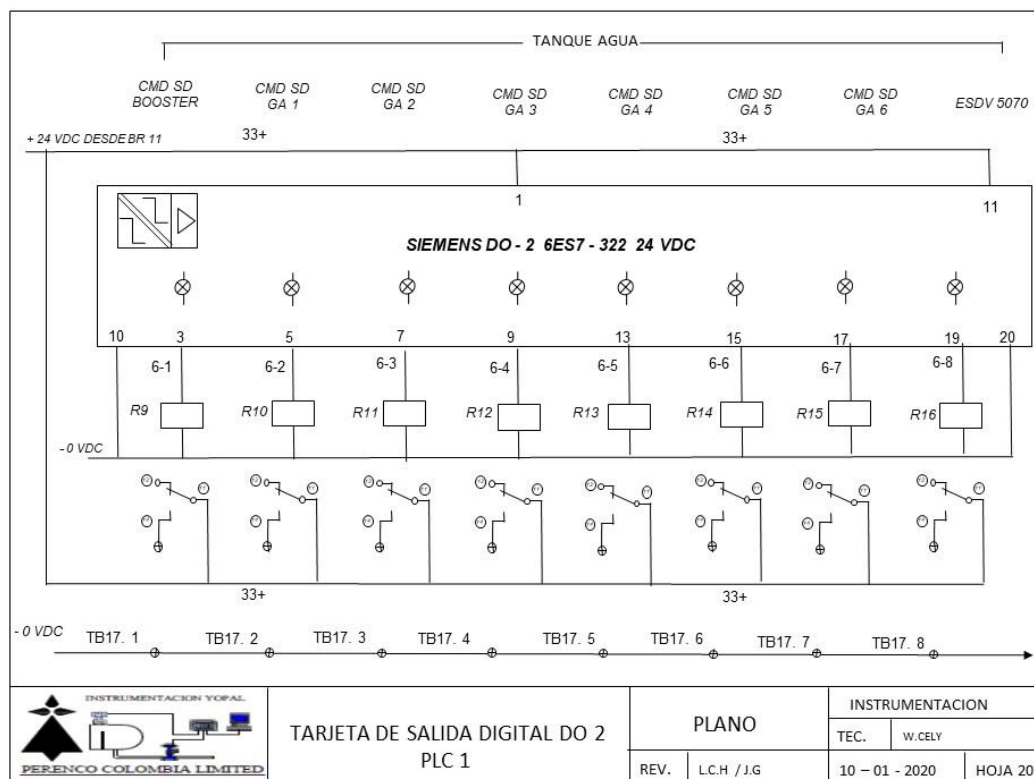
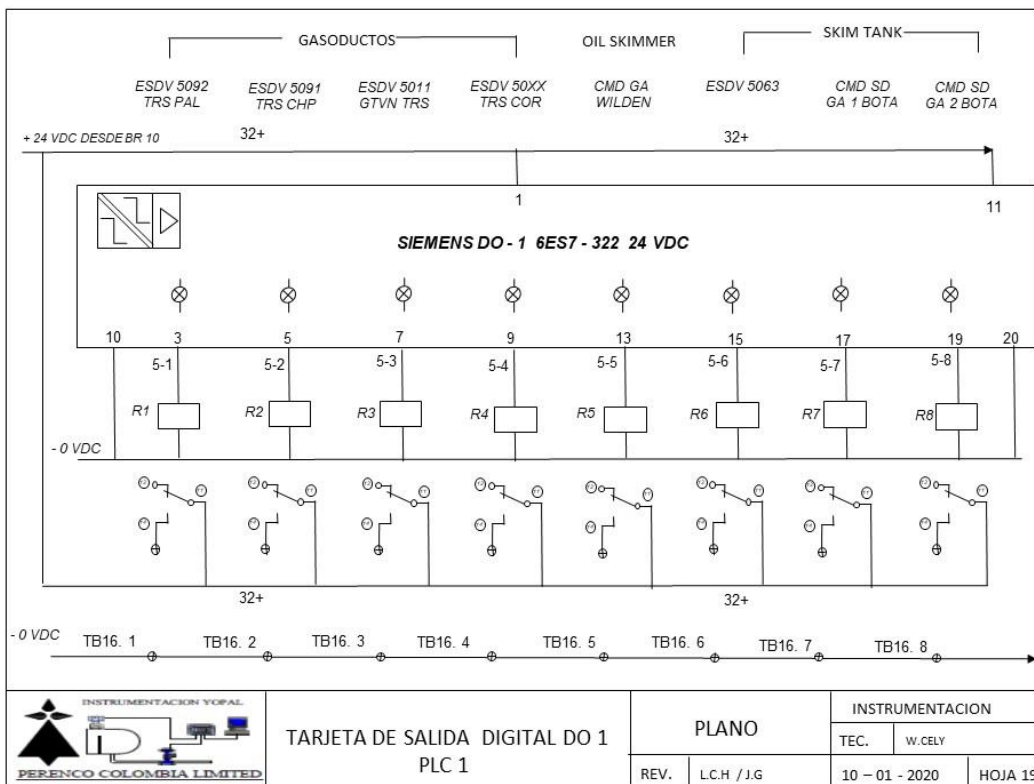


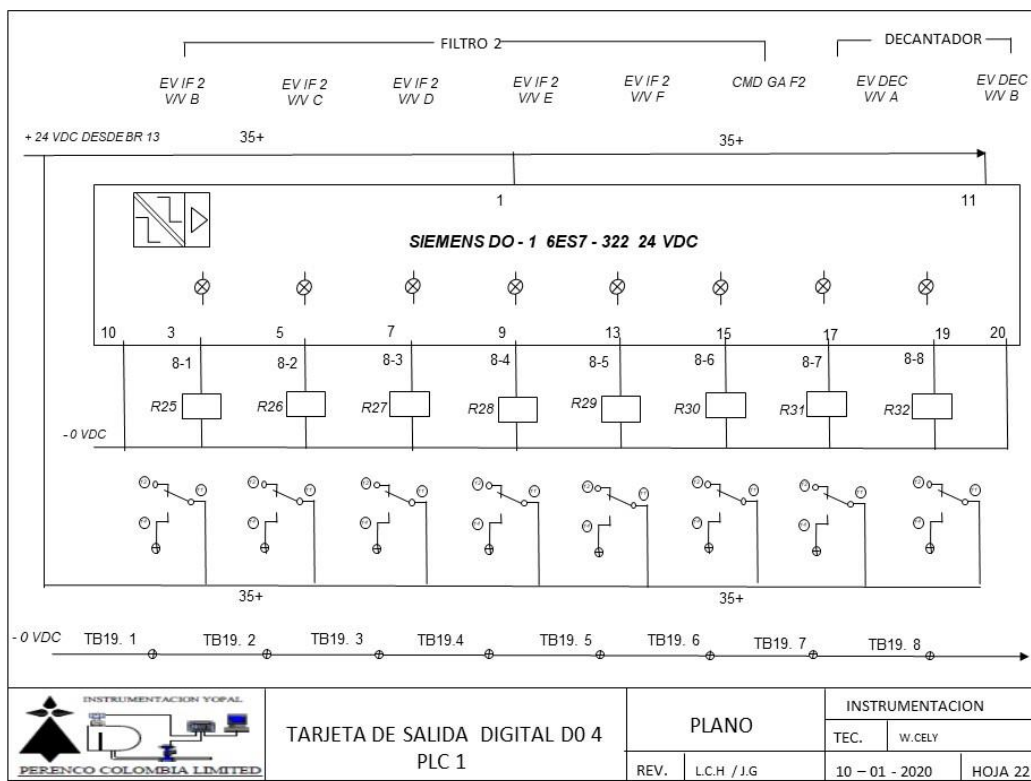
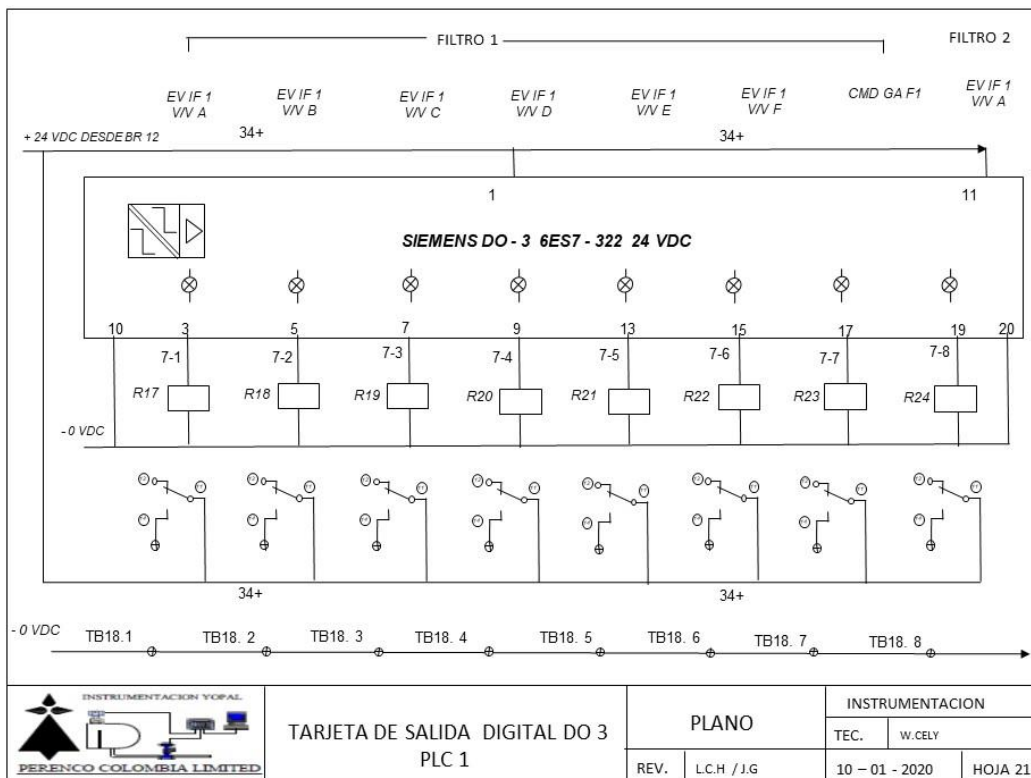


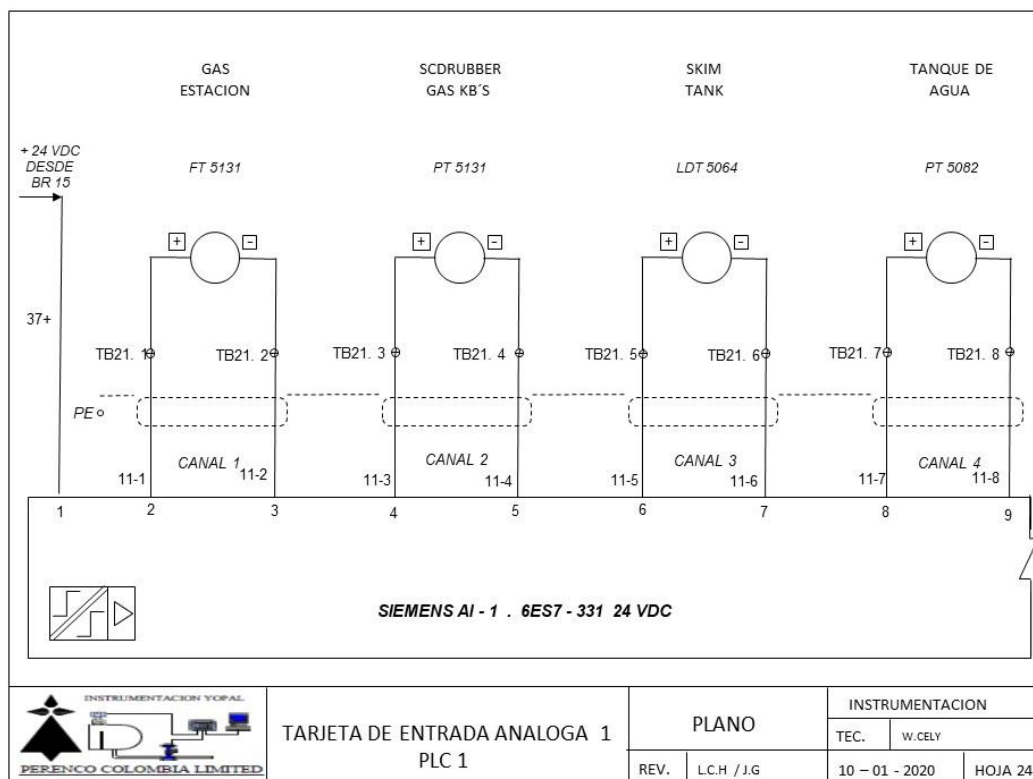
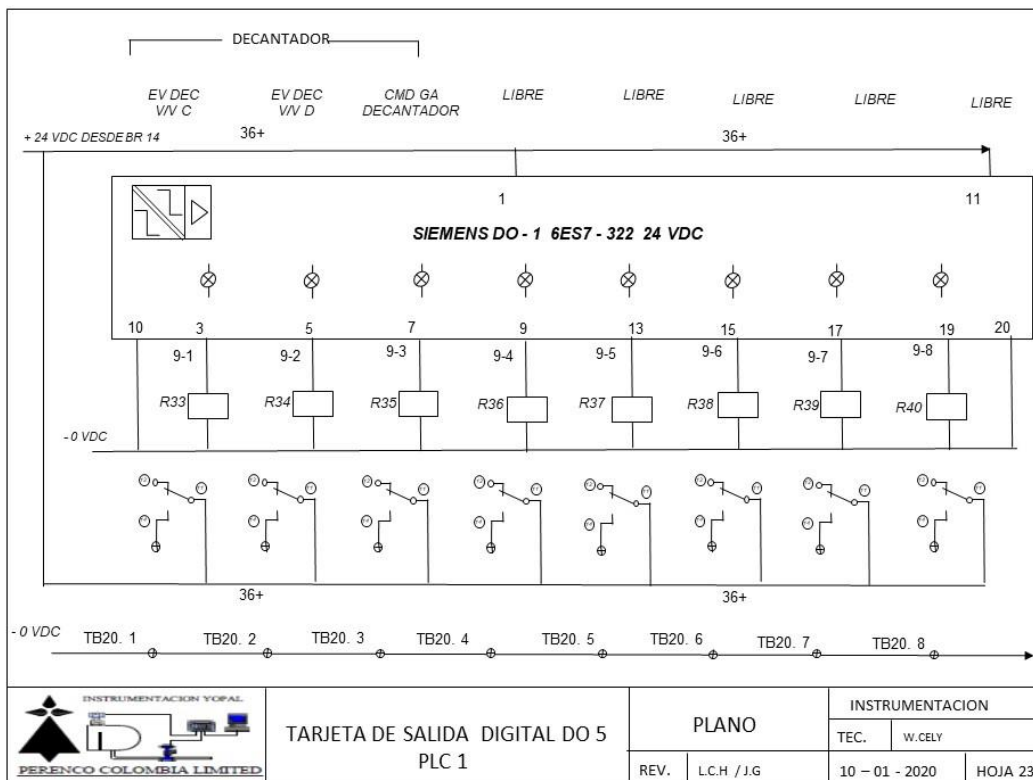


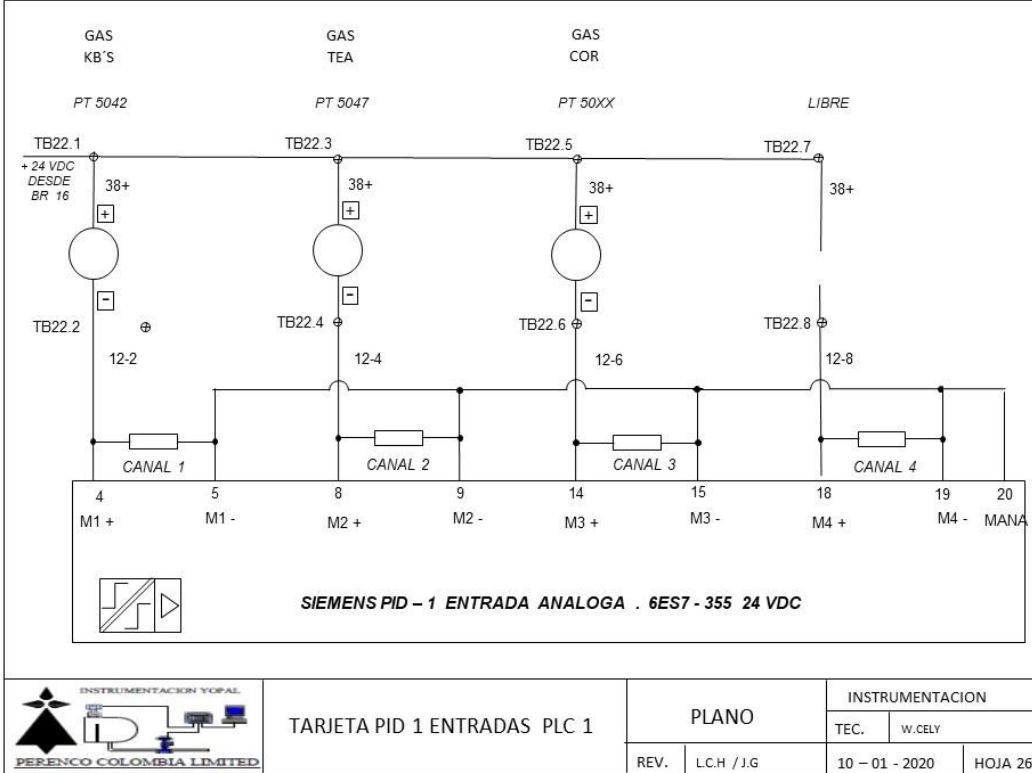
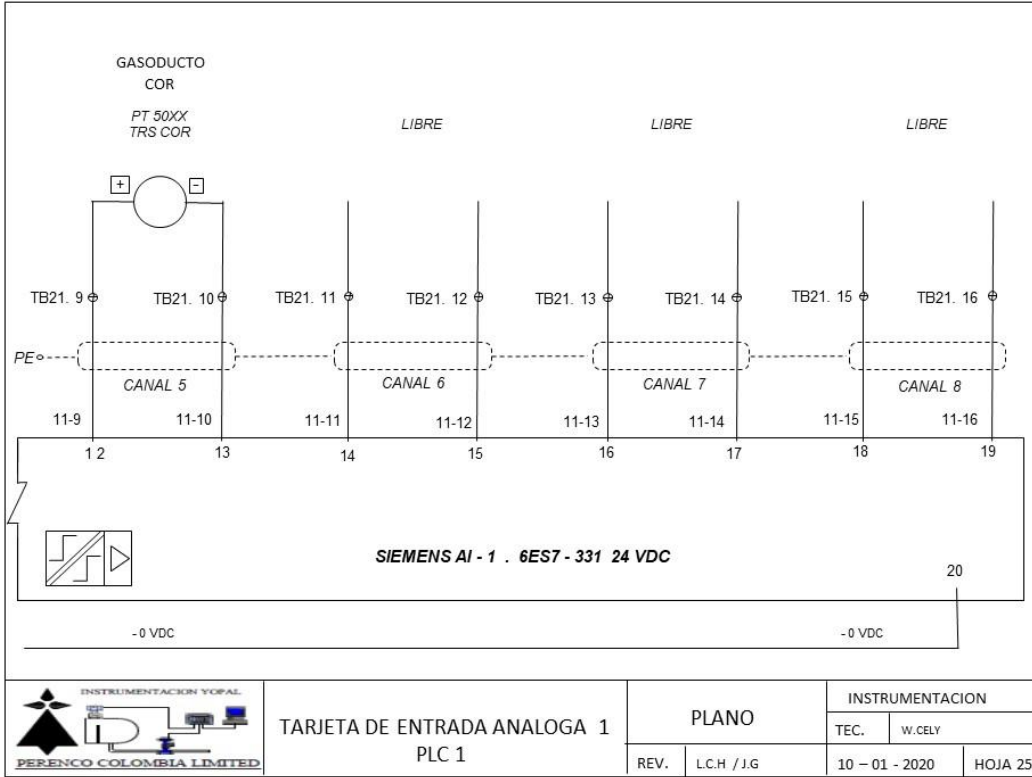


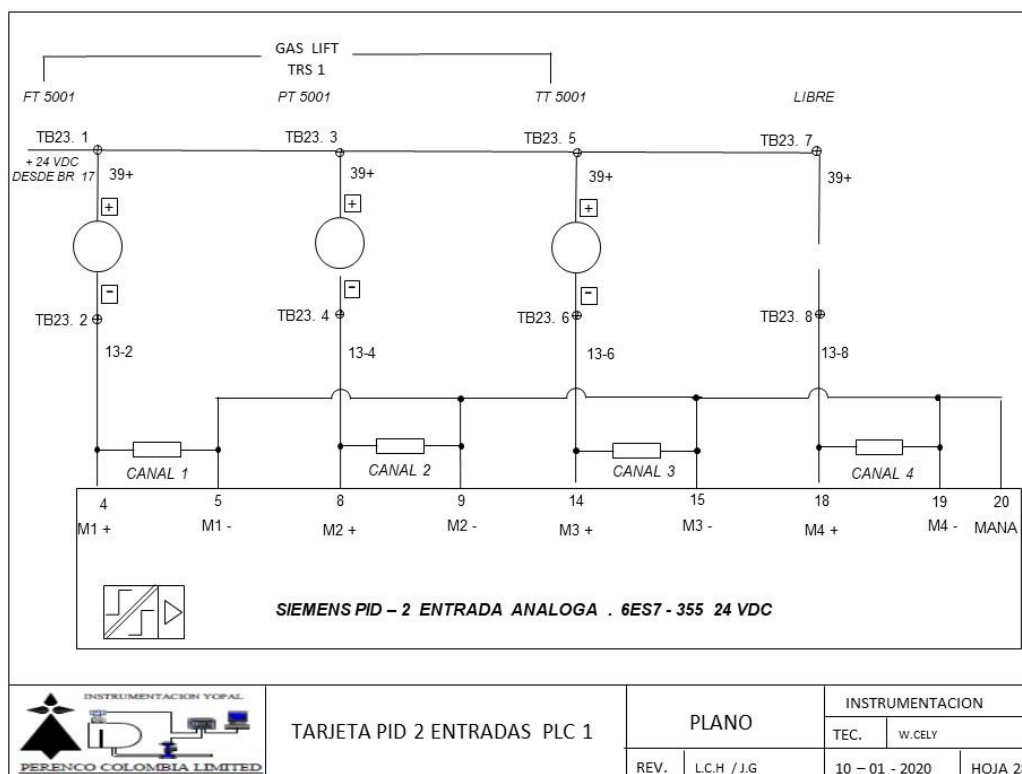
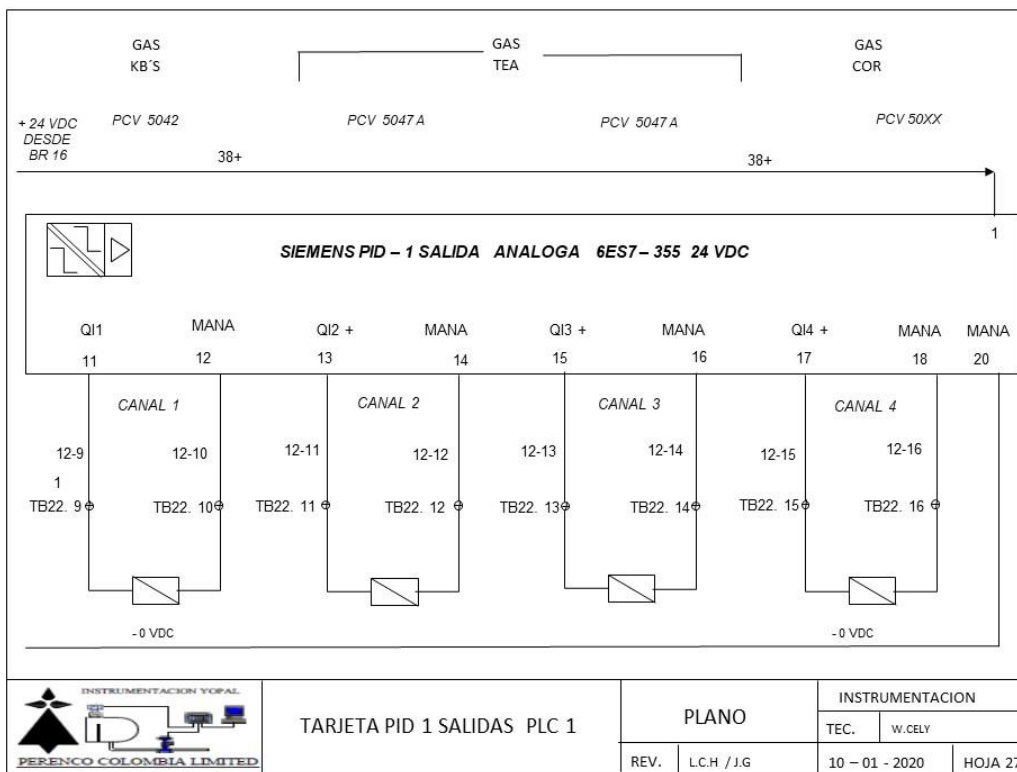


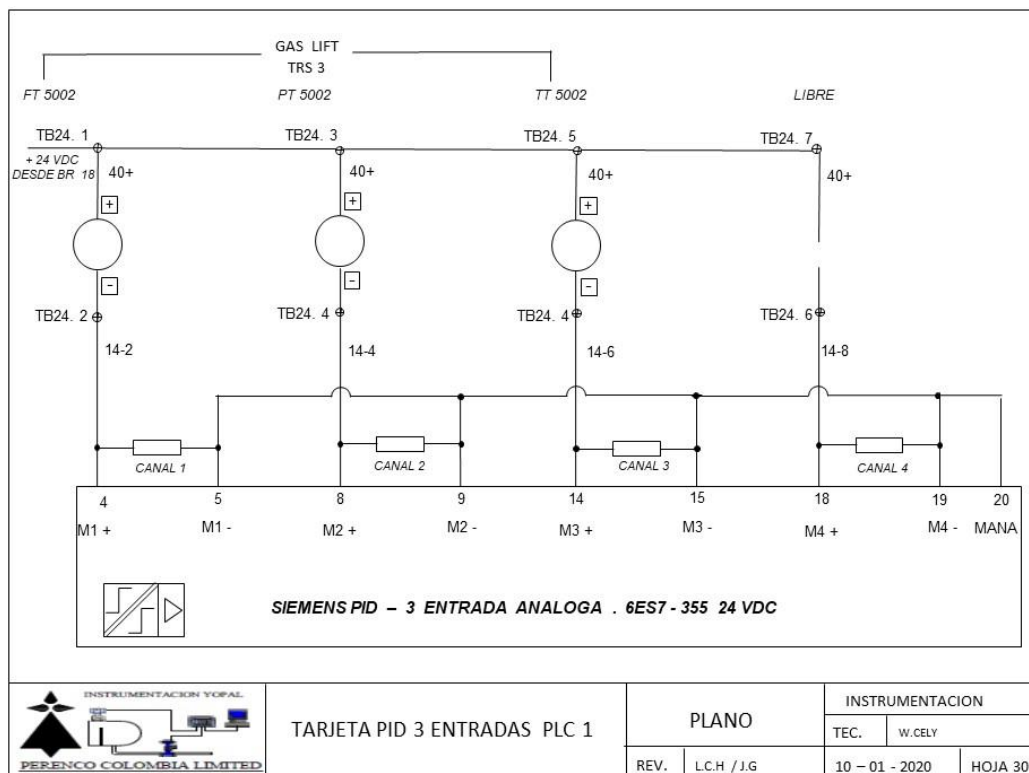
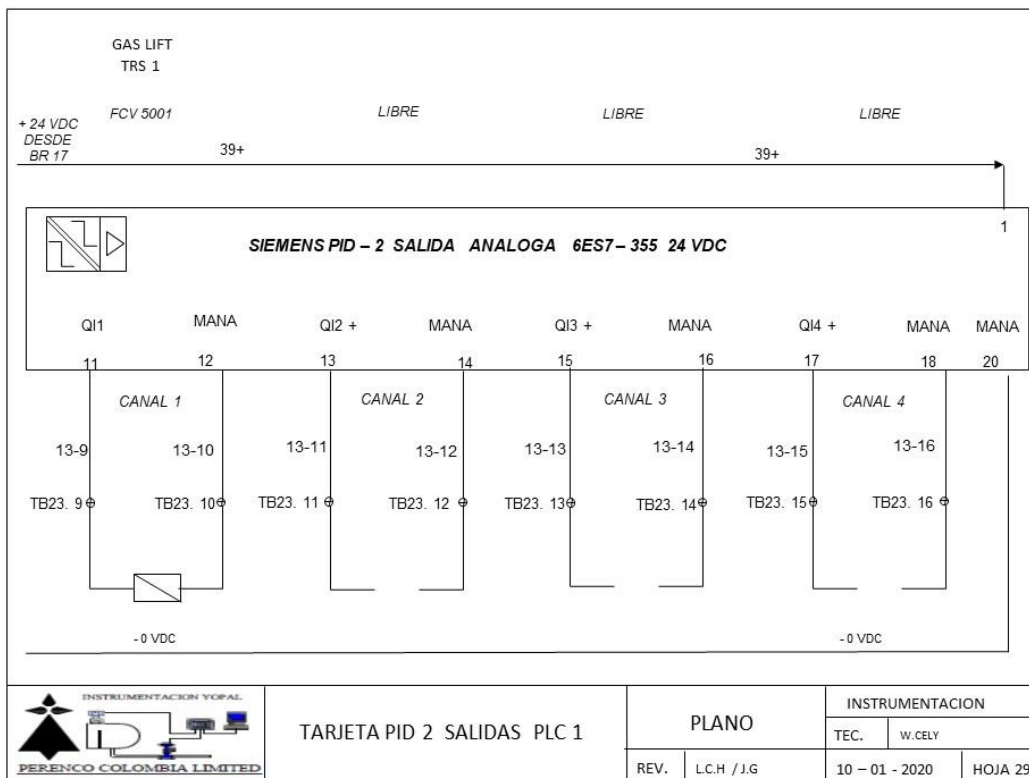


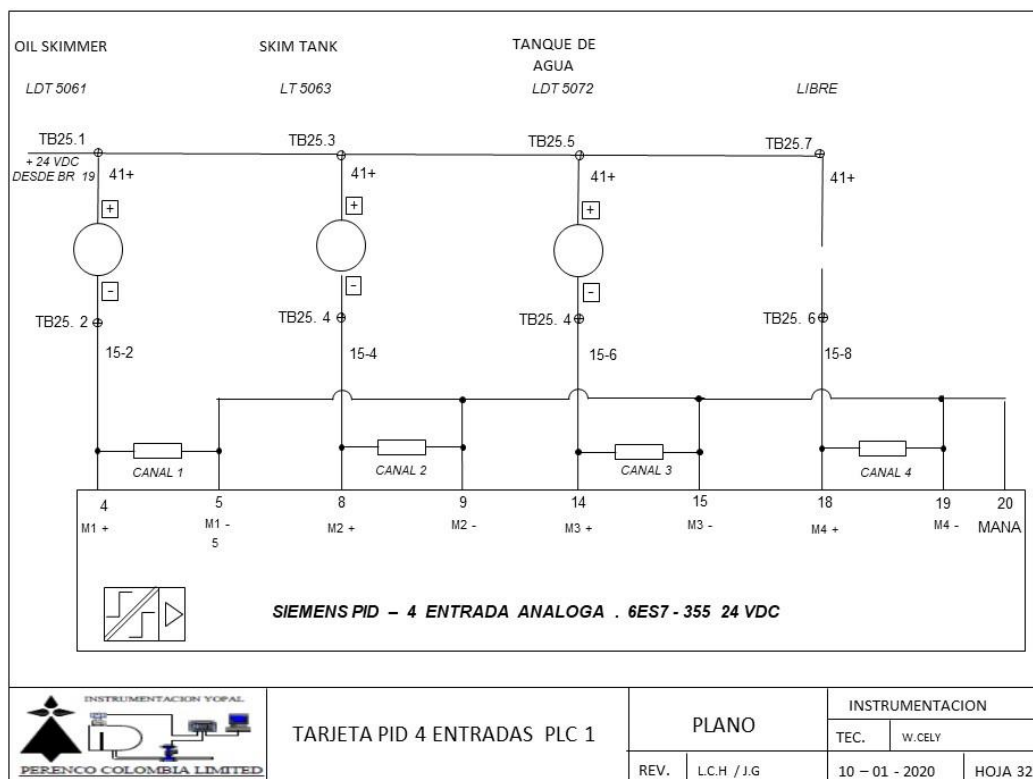
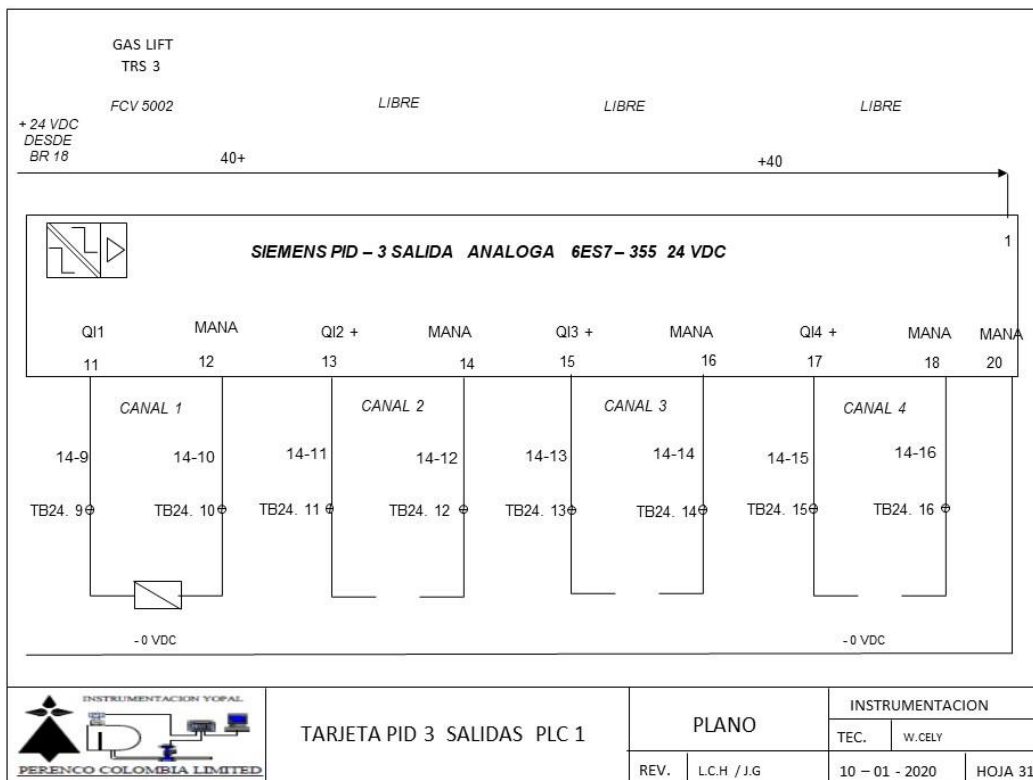


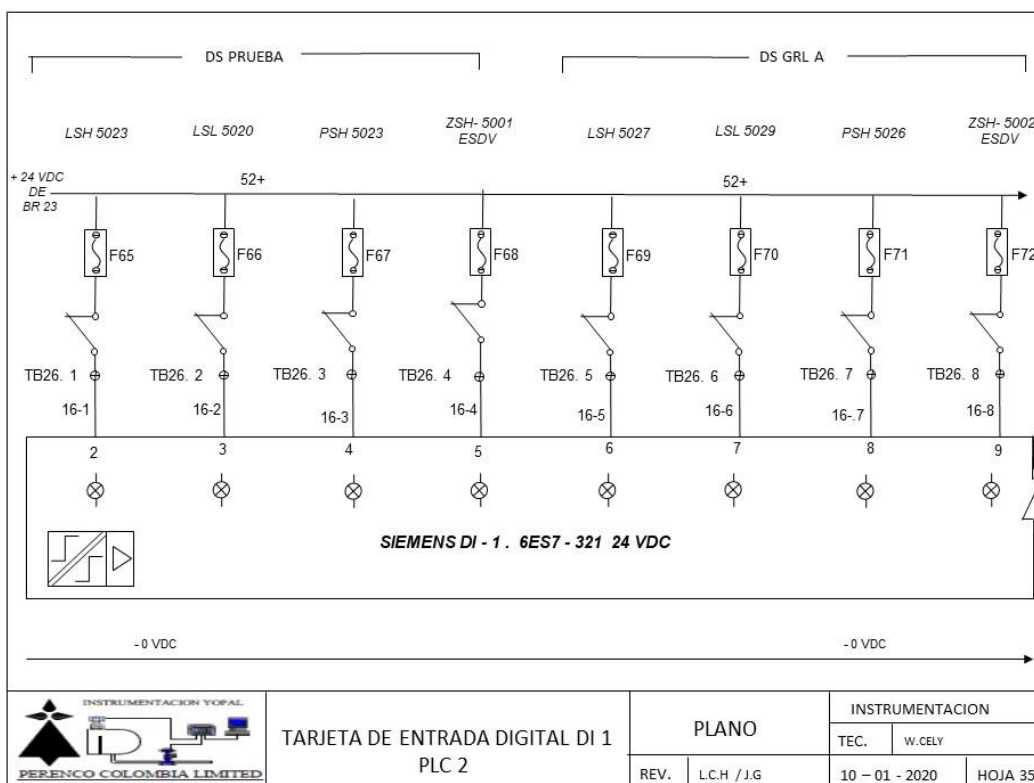
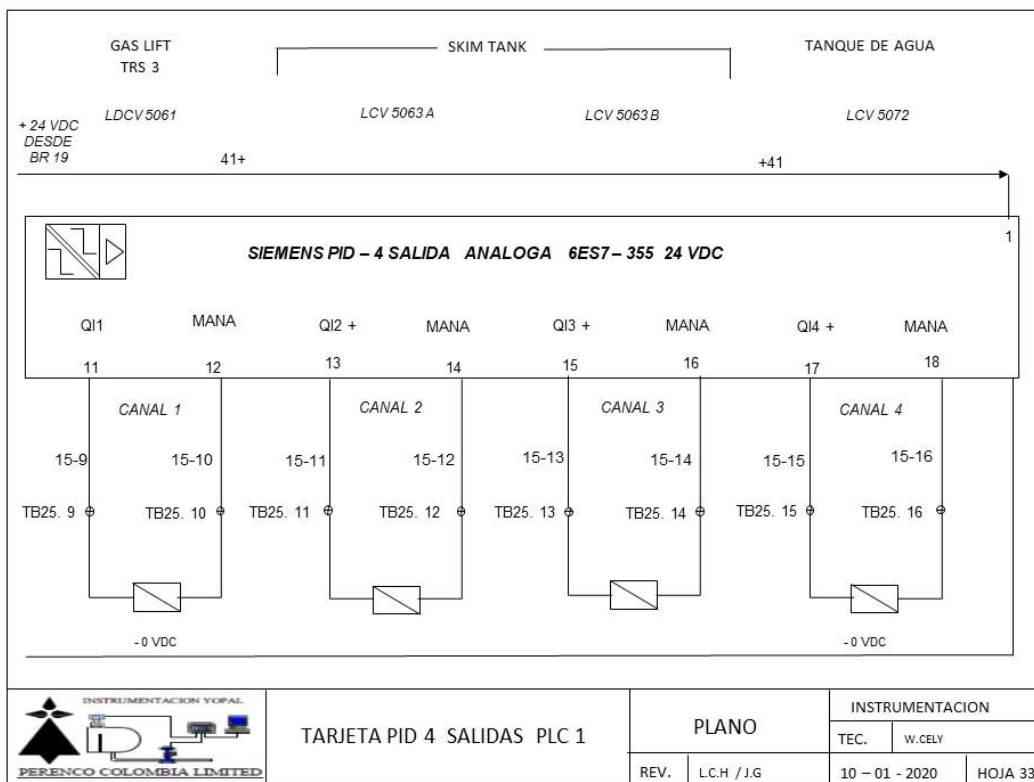




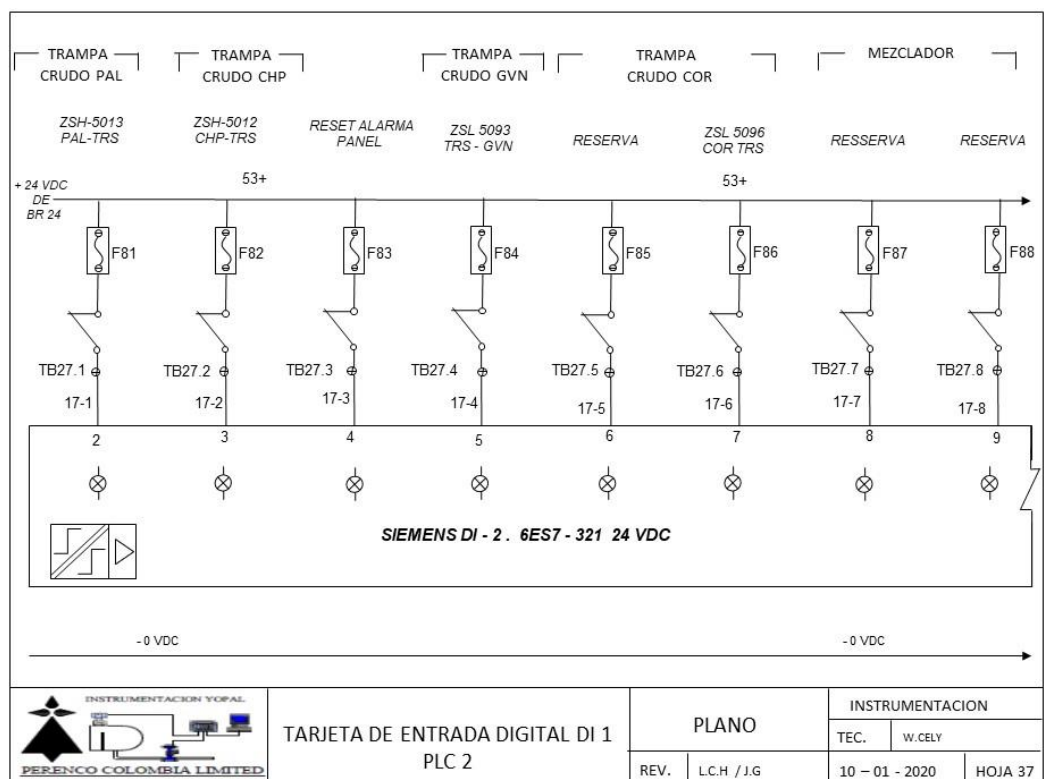
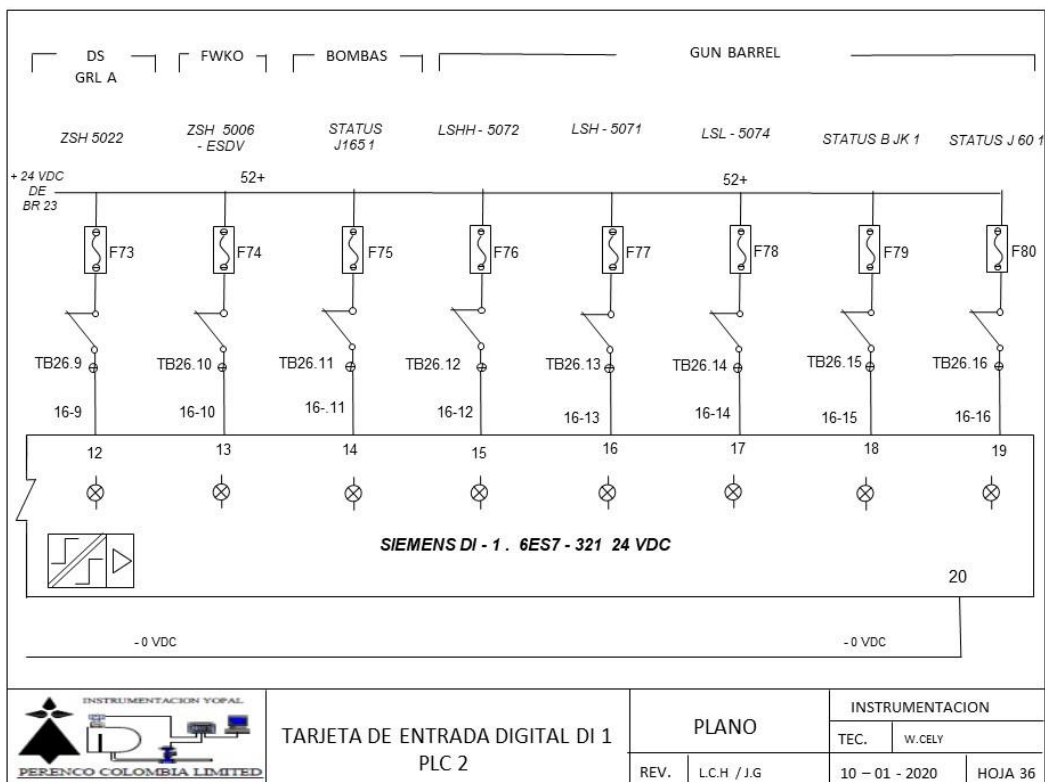


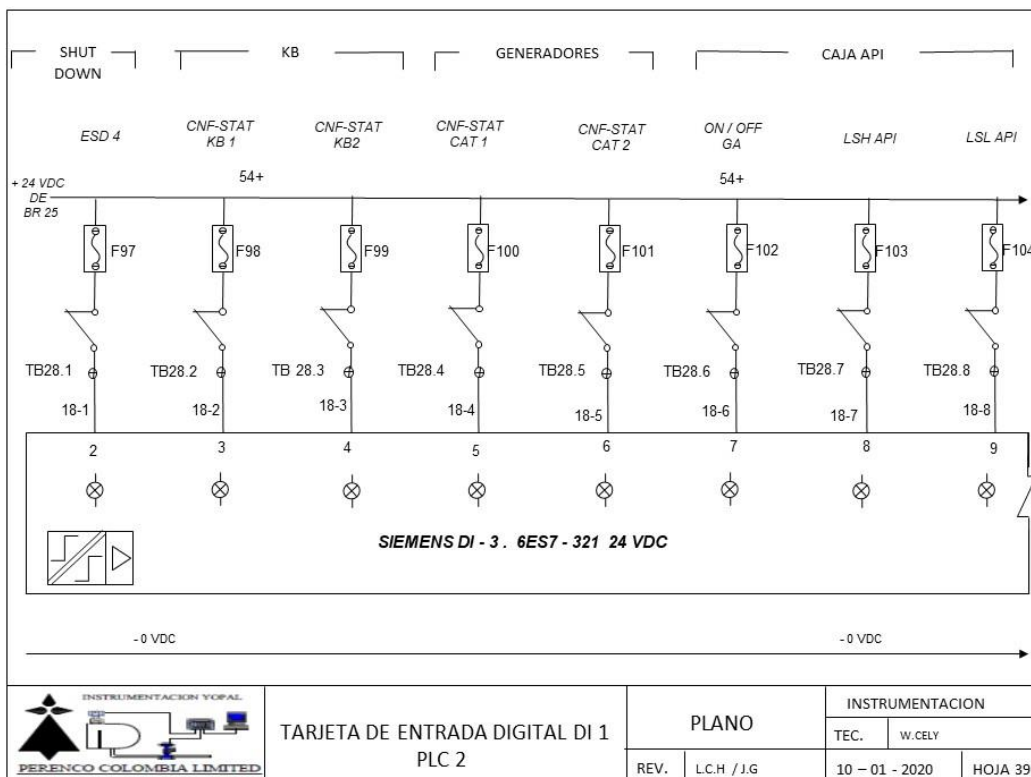
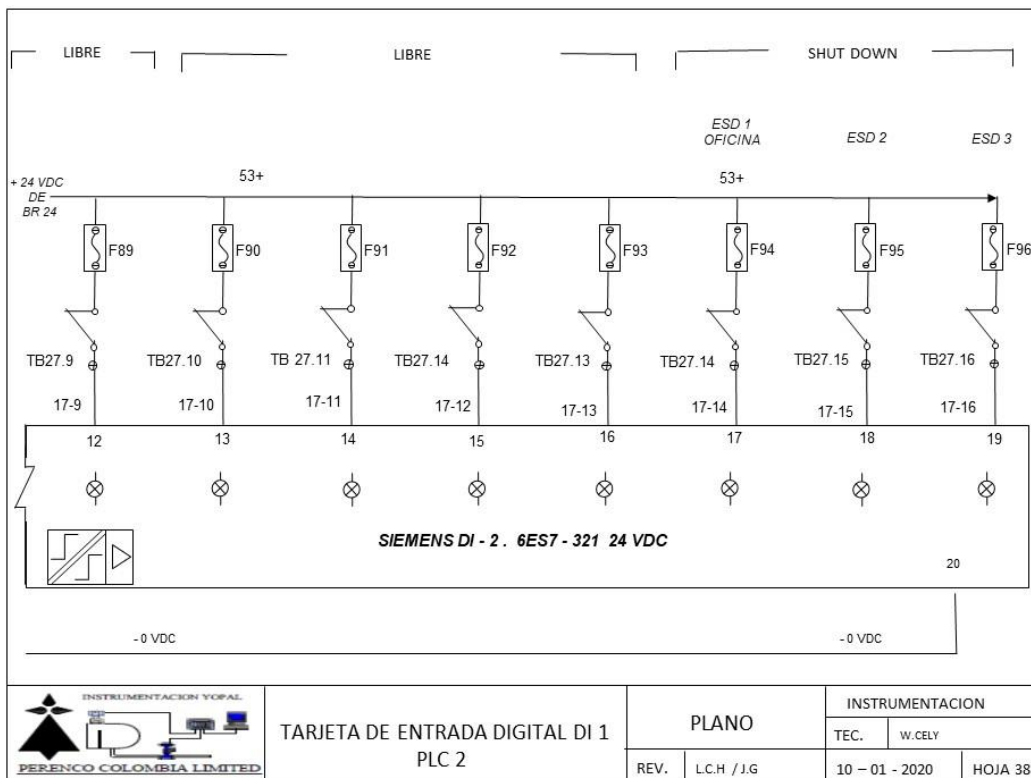


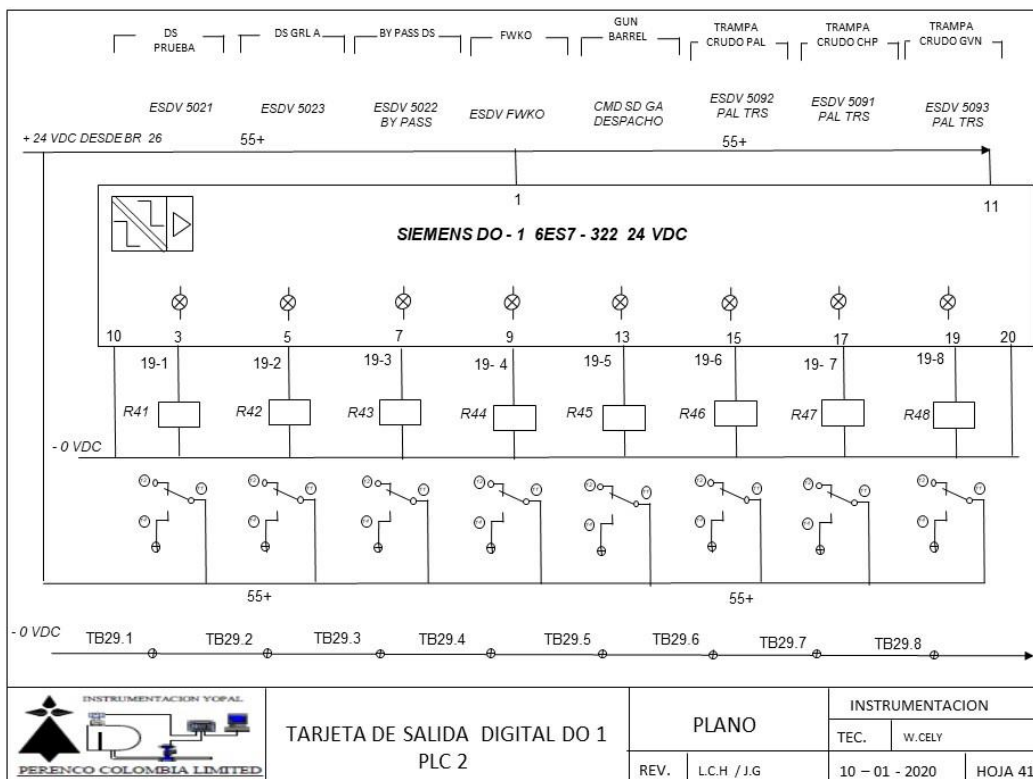
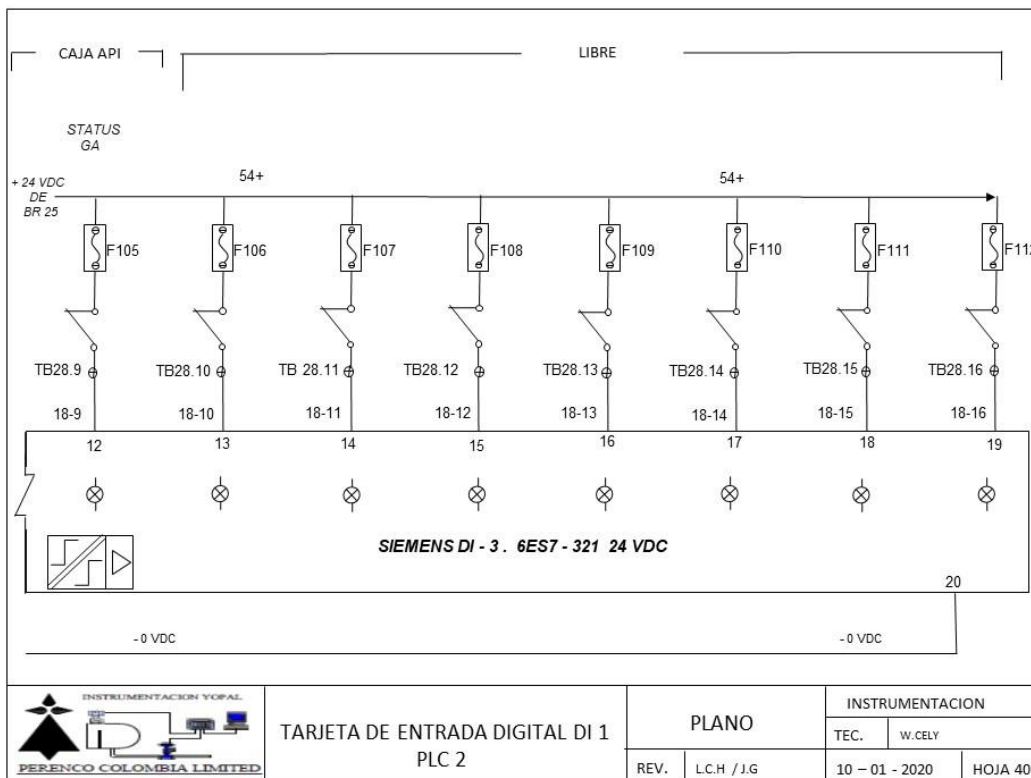


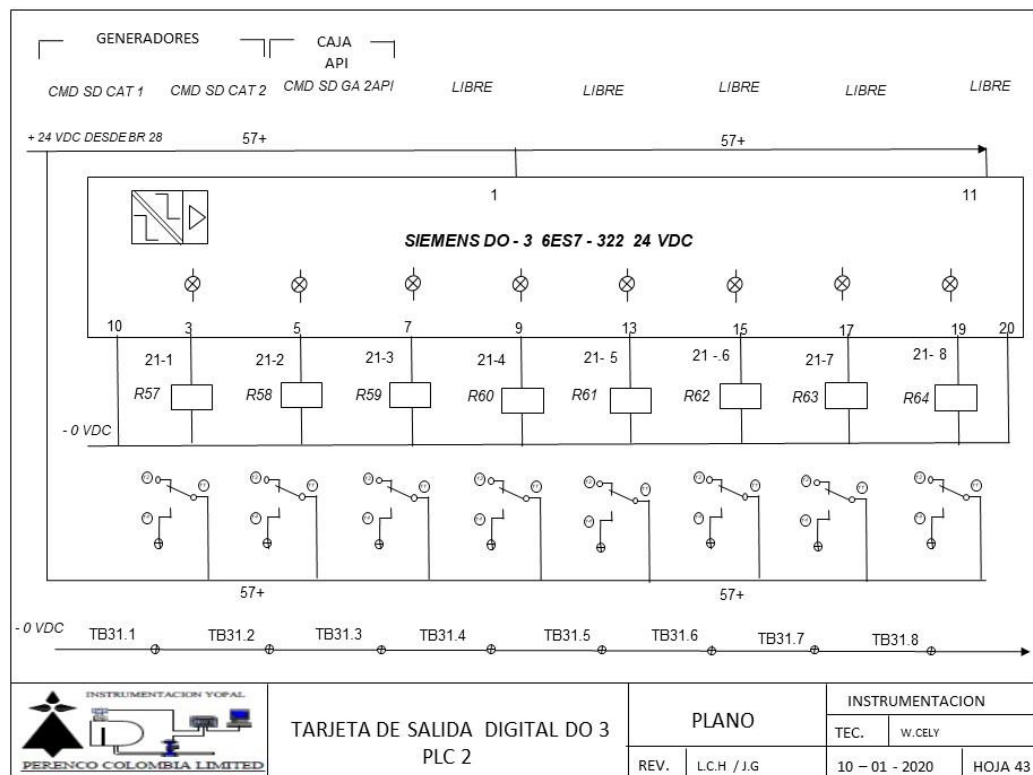
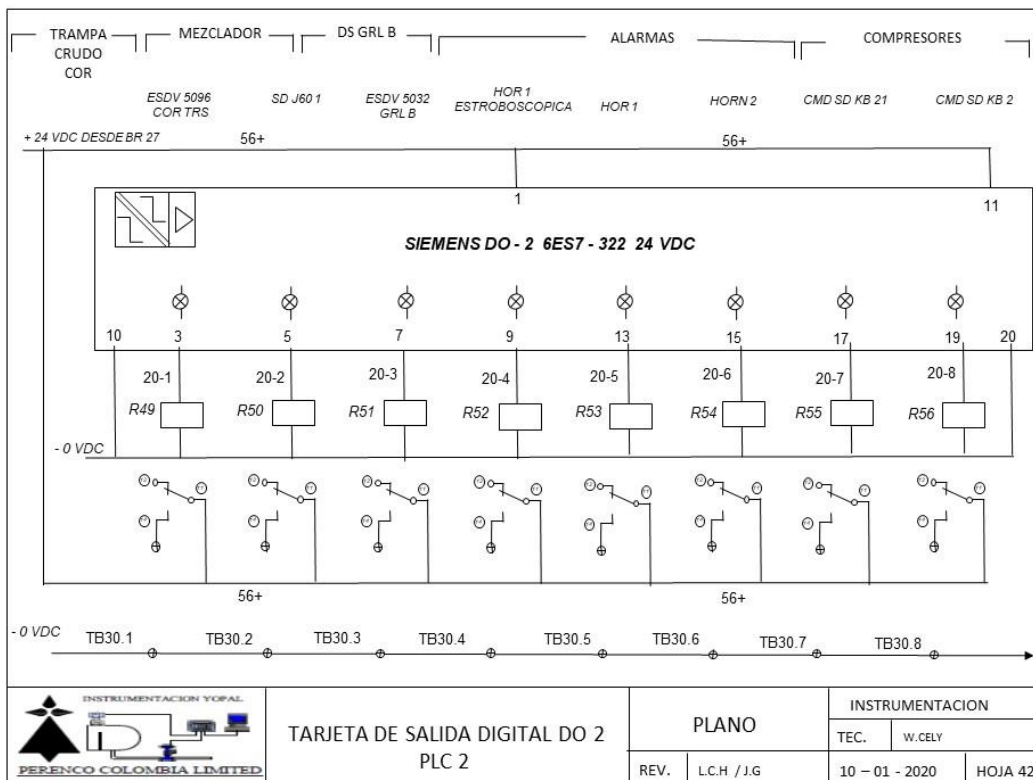


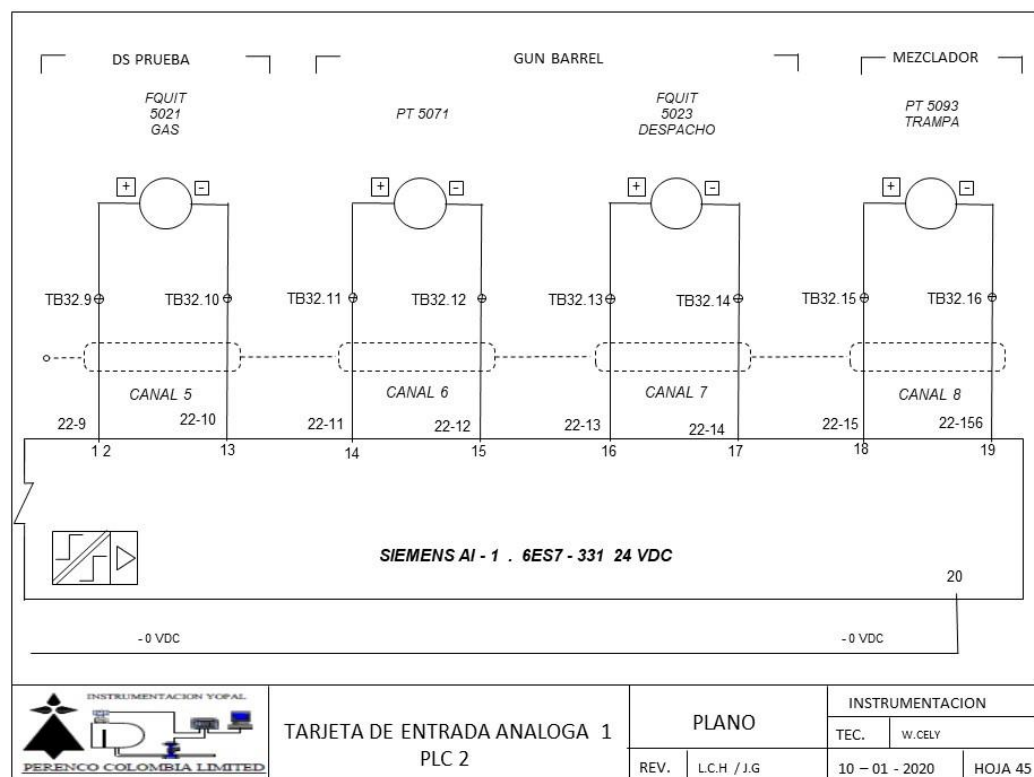
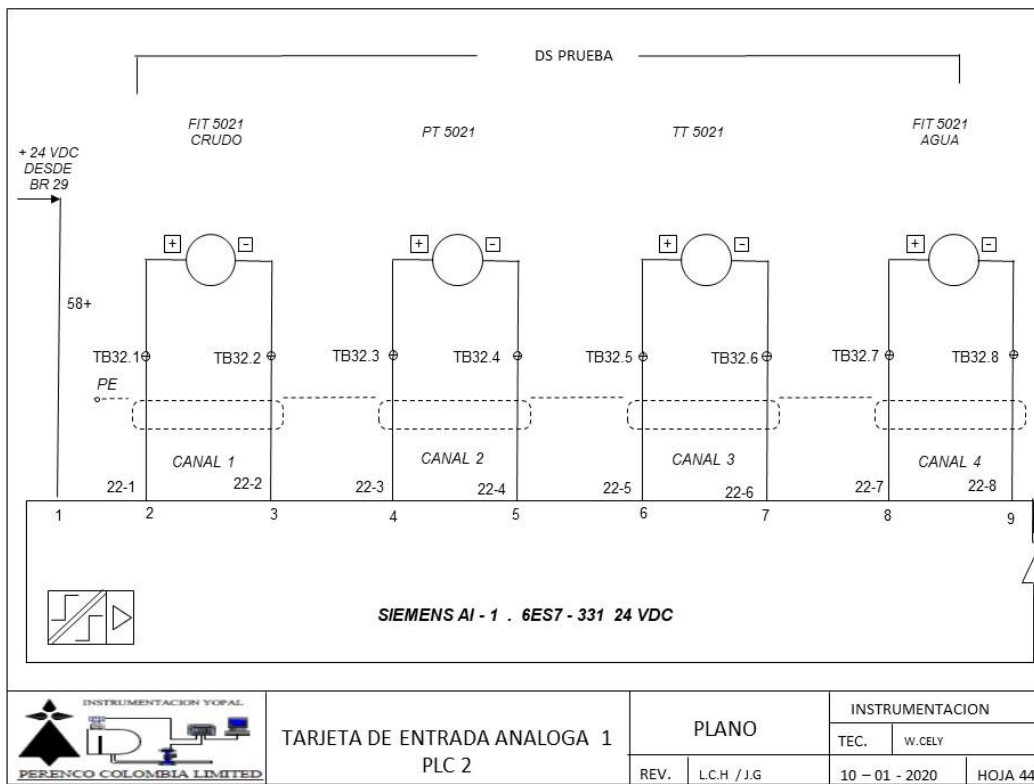


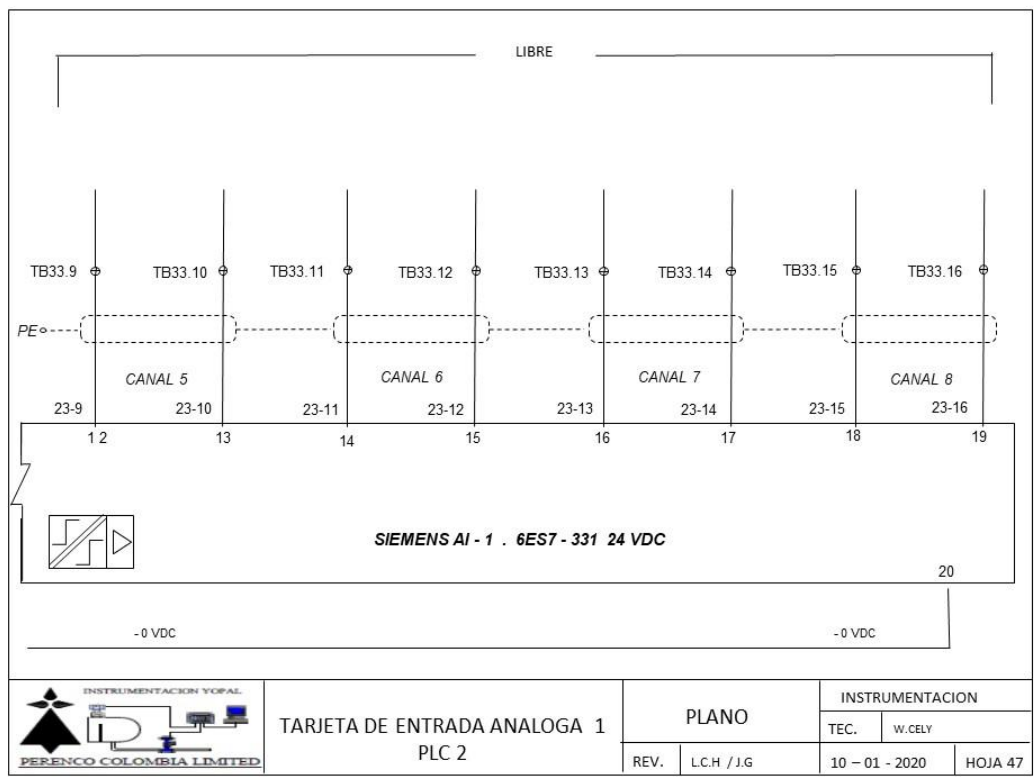
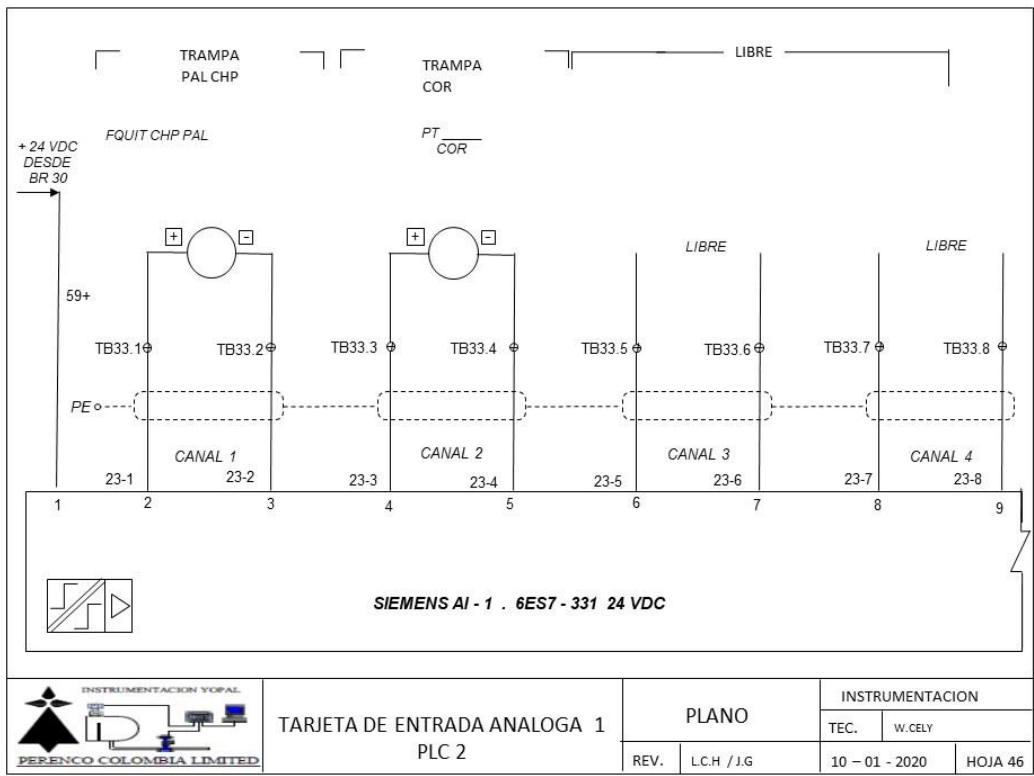


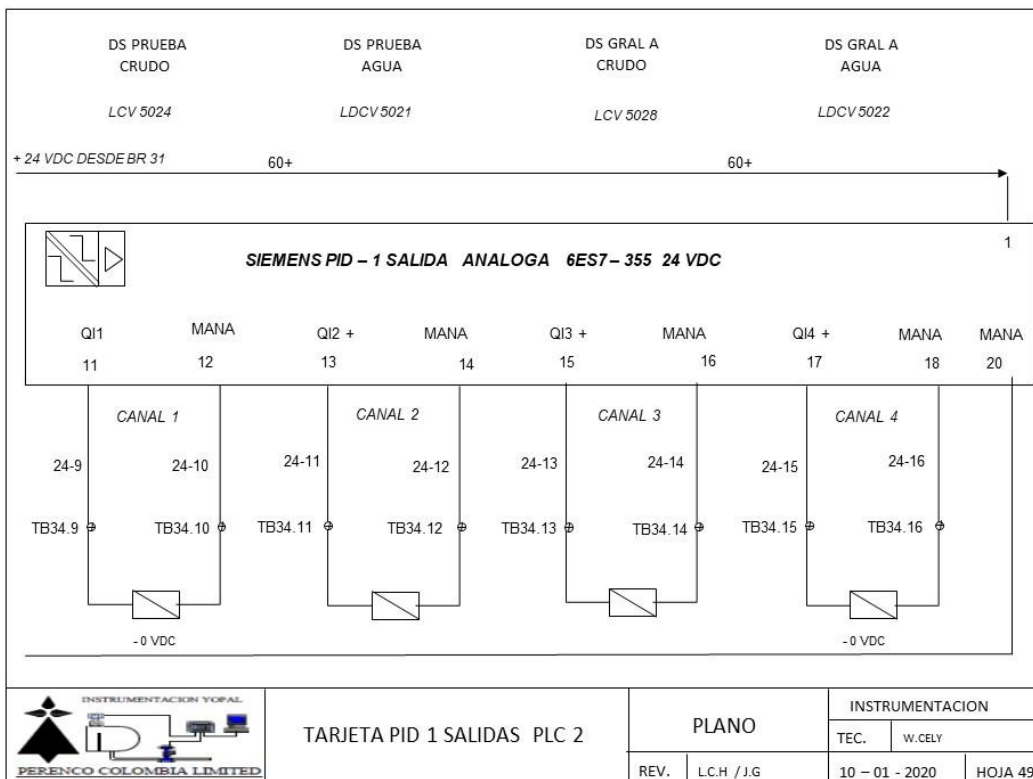
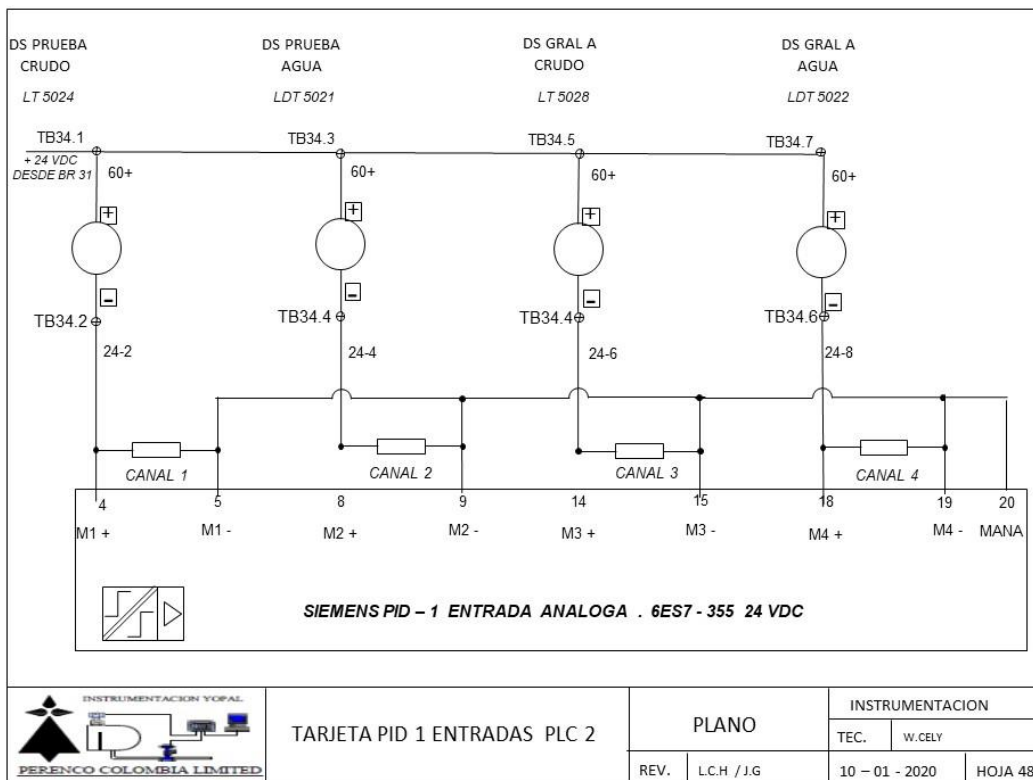


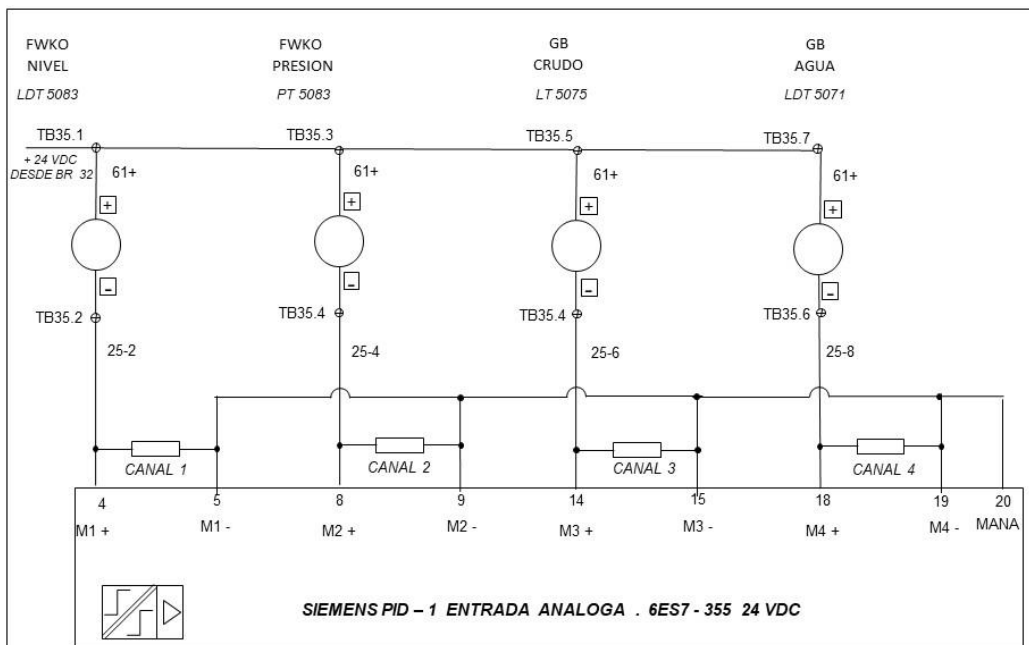





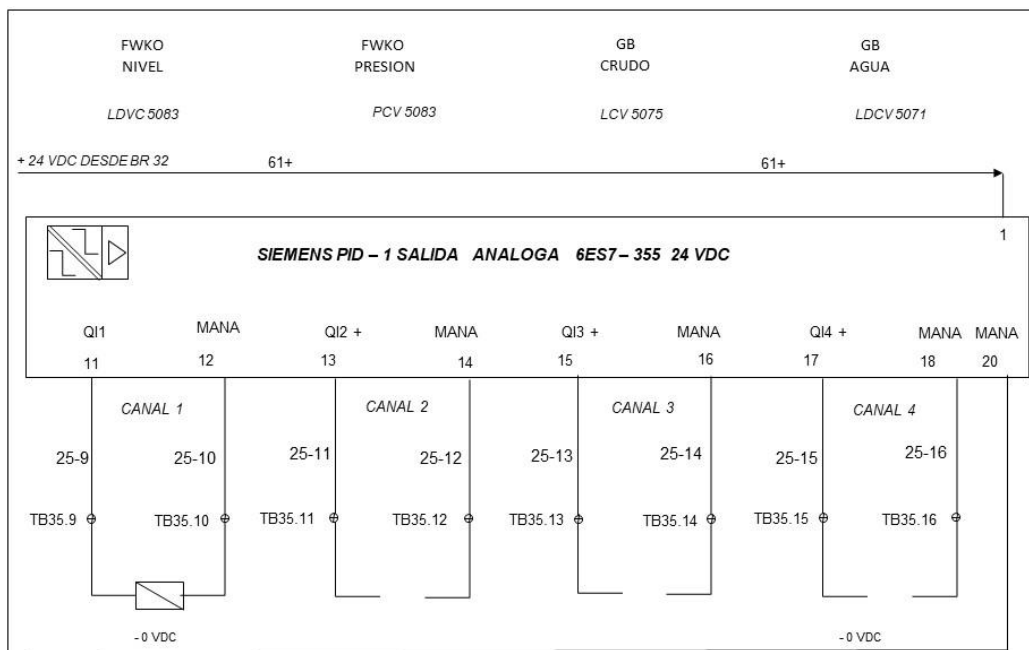






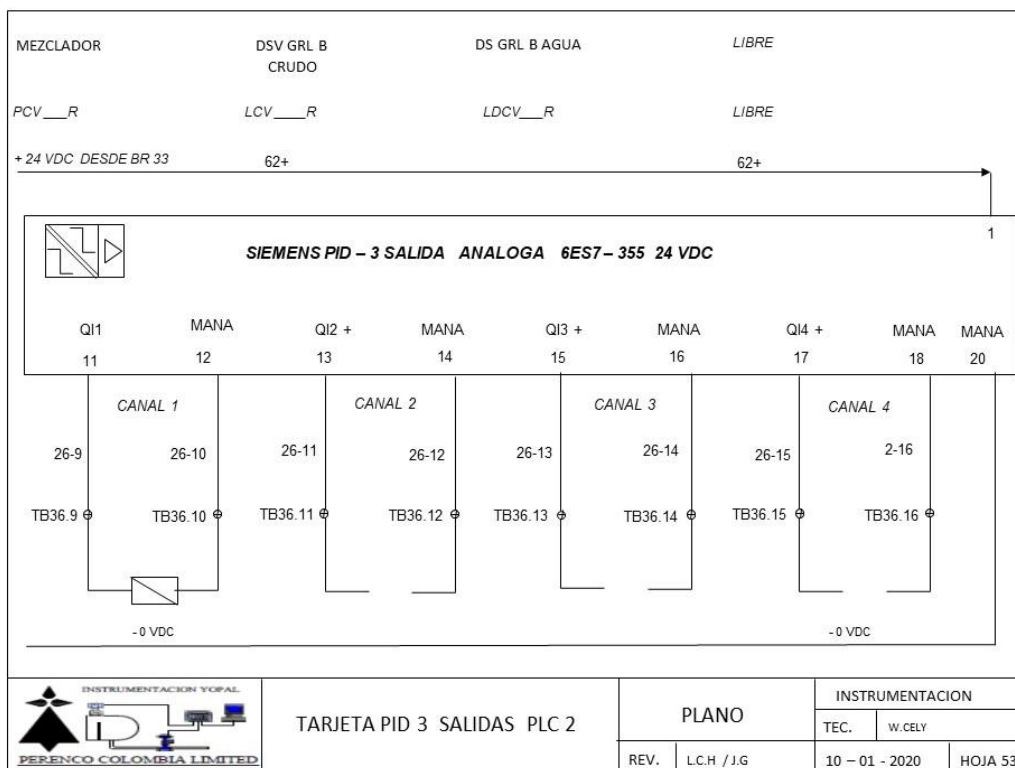
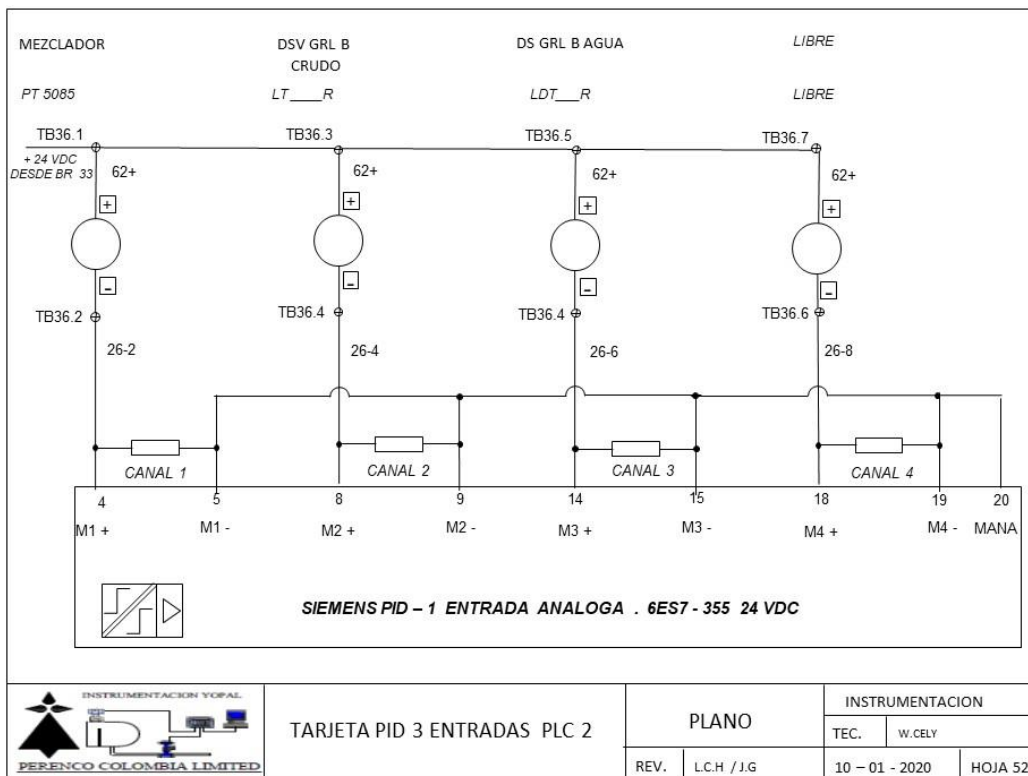


	INSTRUMENTACION YOPAL <b>TARJETA PID 2 ENTRADAS PLC 2</b>	<b>PLANO</b>		INSTRUMENTACION	
		REV.	L.C.H / J.G	TEC.	W.CELY



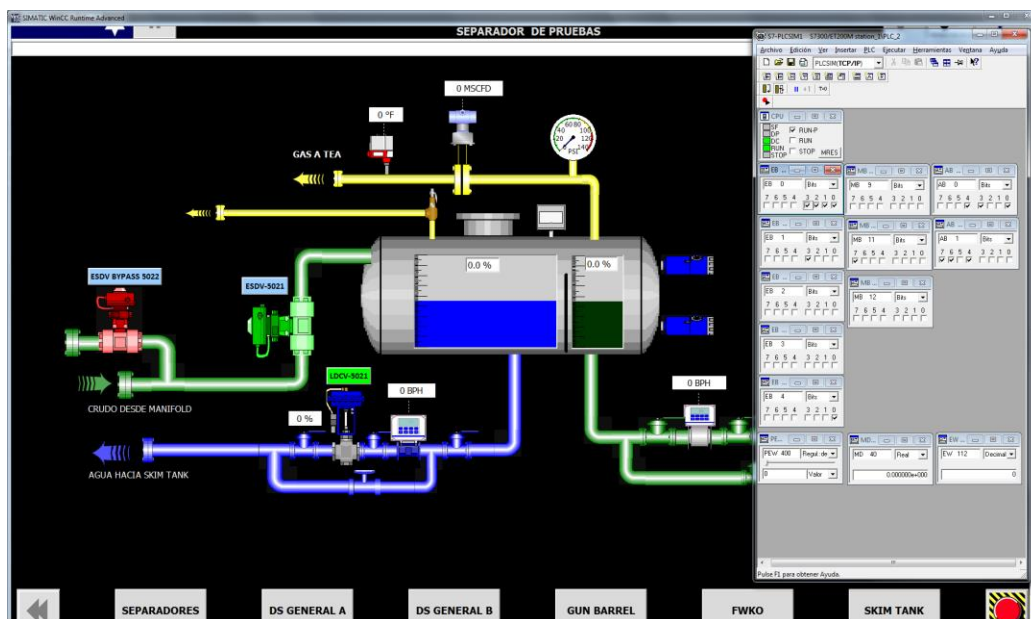
	INSTRUMENTACION YOPAL <b>TARJETA PID 2 SALIDAS PLC 2</b>	<b>PLANO</b>		INSTRUMENTACION	
		REV.	L.C.H / J.G	TEC.	W.CELY



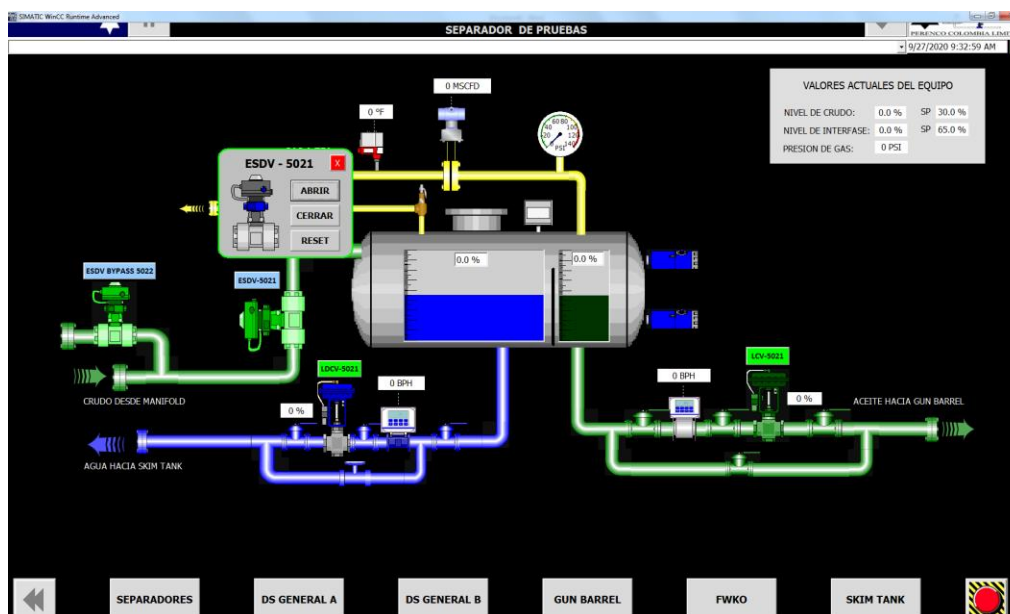


## V. Pruebas a programa de PLC LTS.

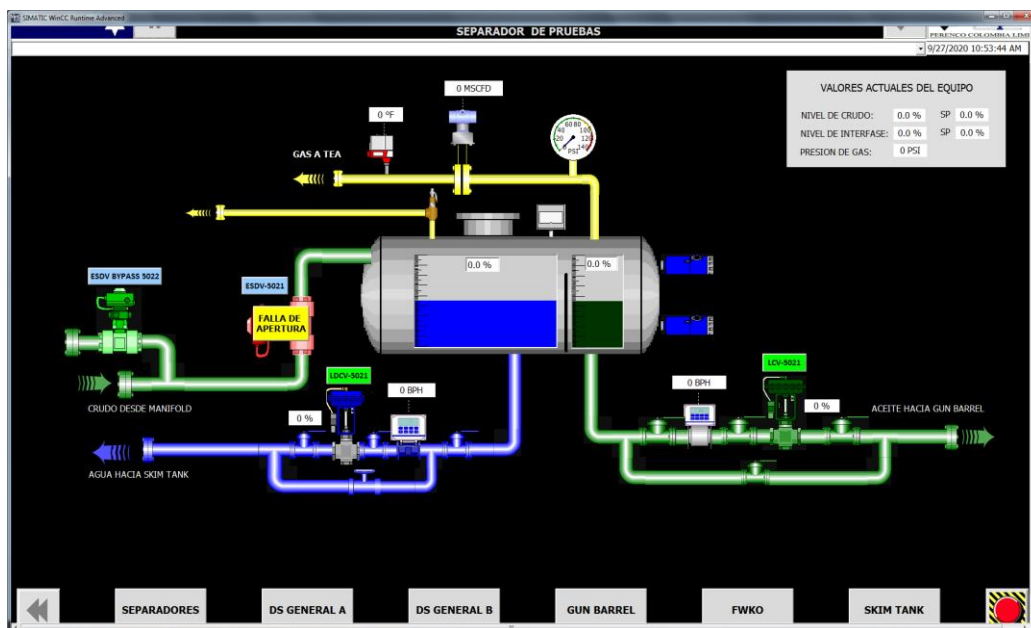
En las siguientes pruebas al separador de prueba podemos verificar las señales digitales, analógicas, PID y de comandos las cuales aplican para los demás equipos del proyecto.



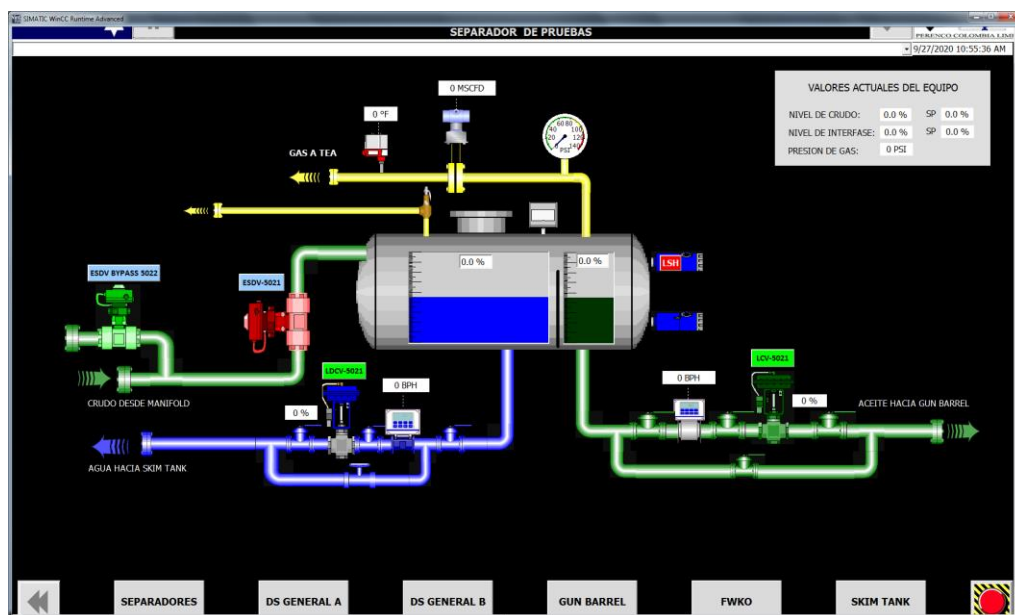
Comando de apertura y cierre desde HMI

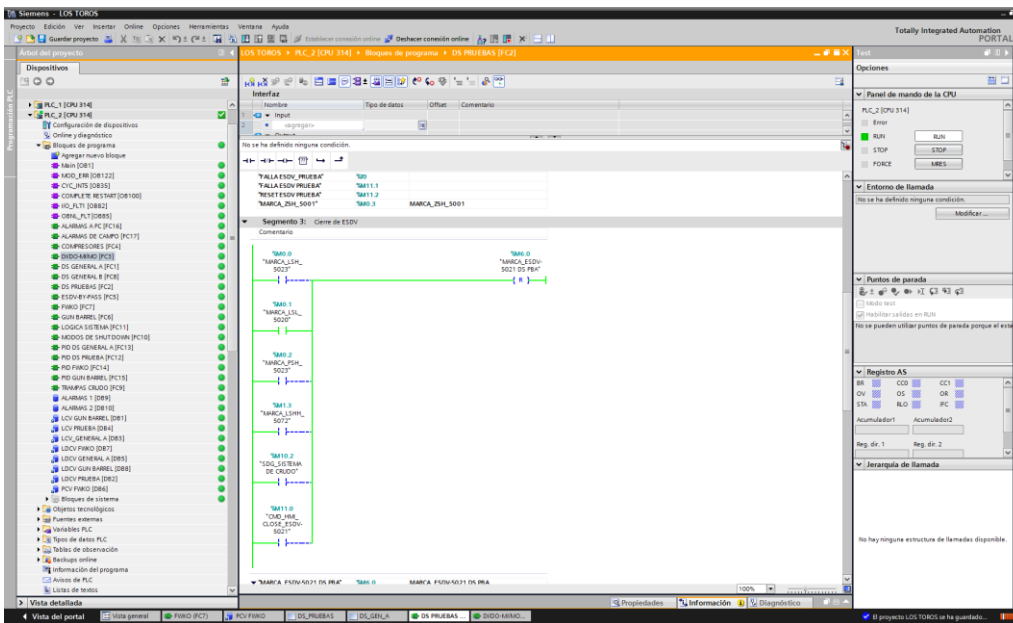
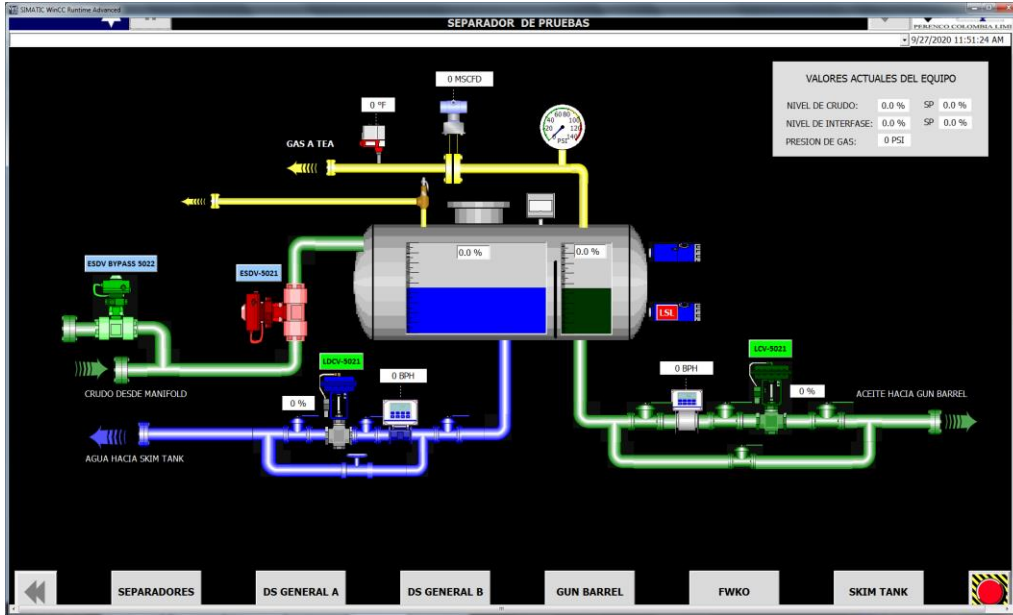


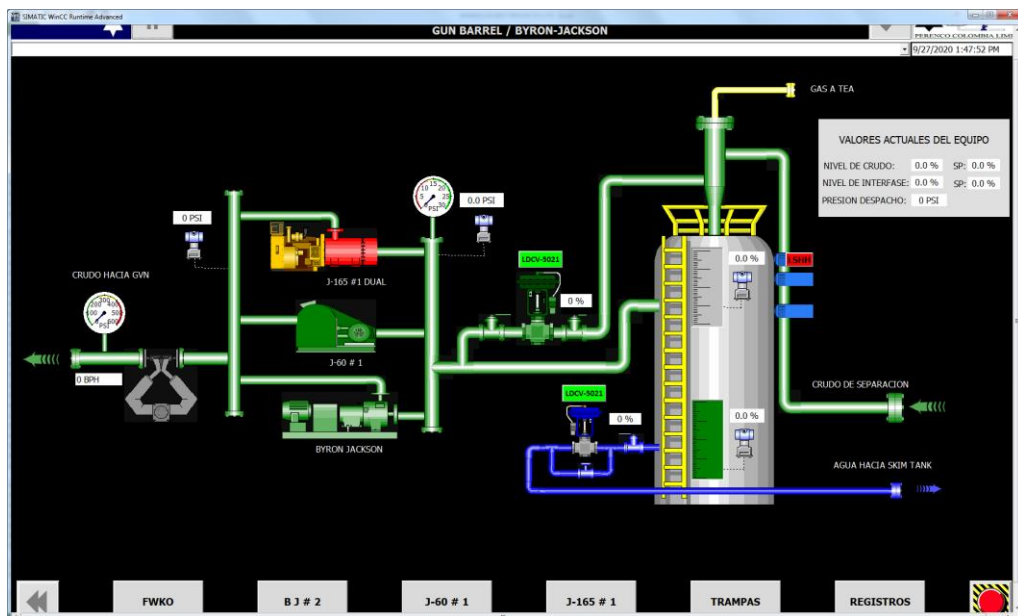
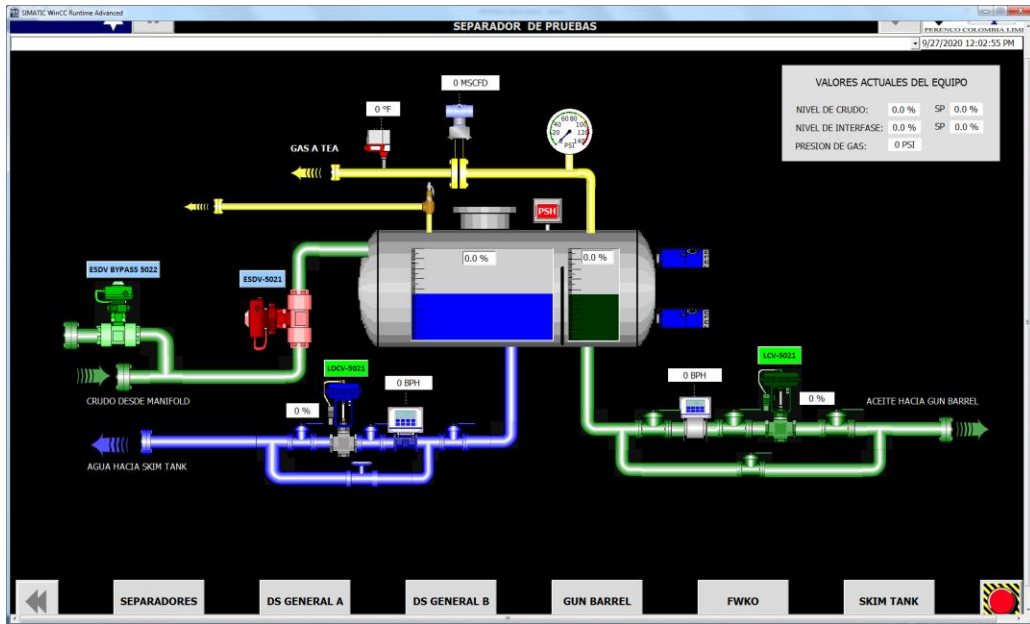
Falla en confirmación de apertura (daño en electroválvula o falta de suministro)

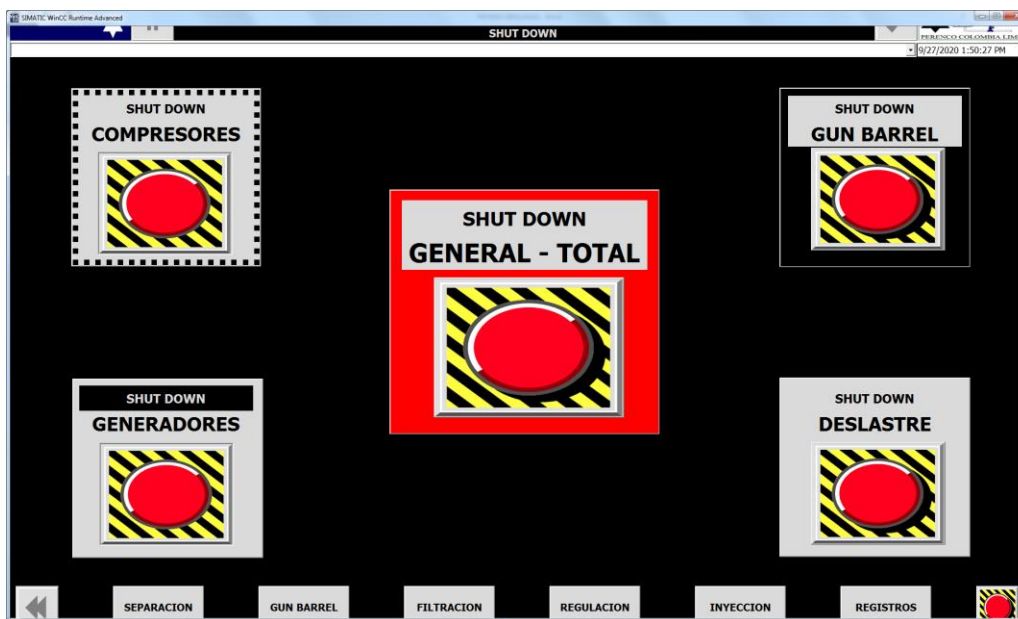


Cierre de ESDV por LSH, LSL, PSH, LSHH GB y SDG. Apertura de ESDV bypass.







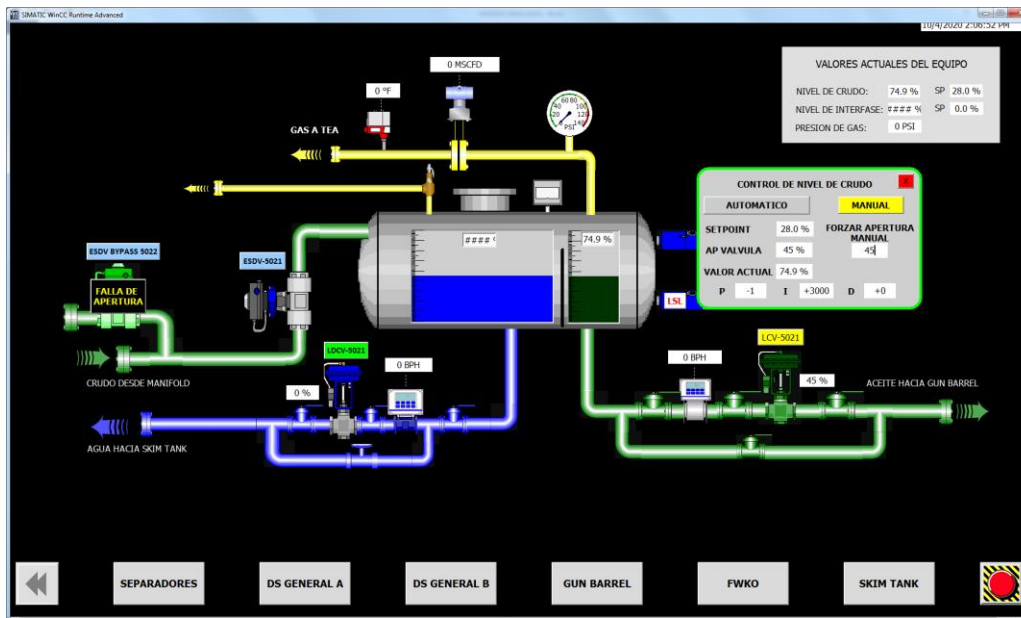
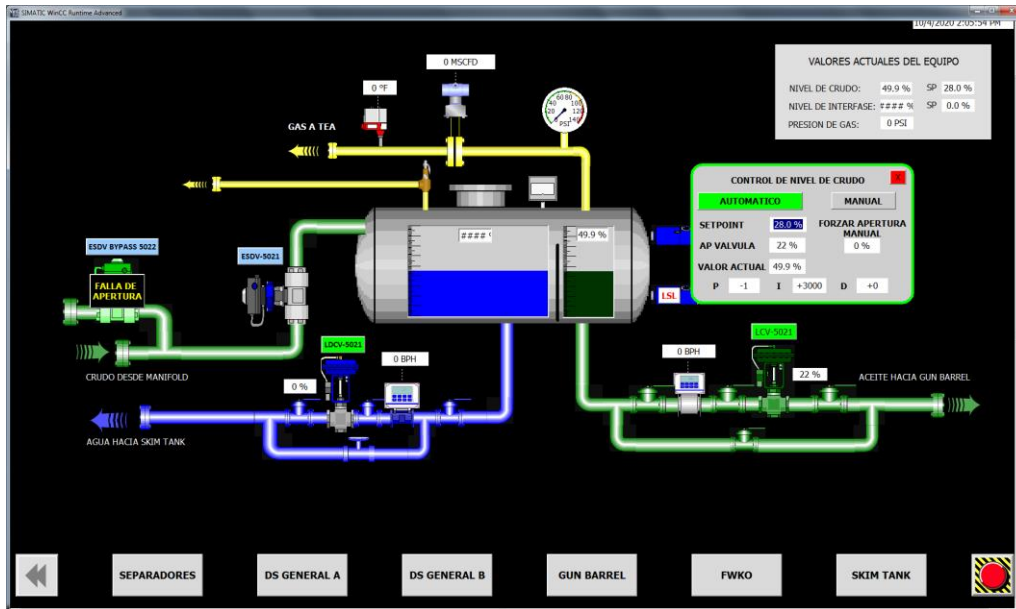


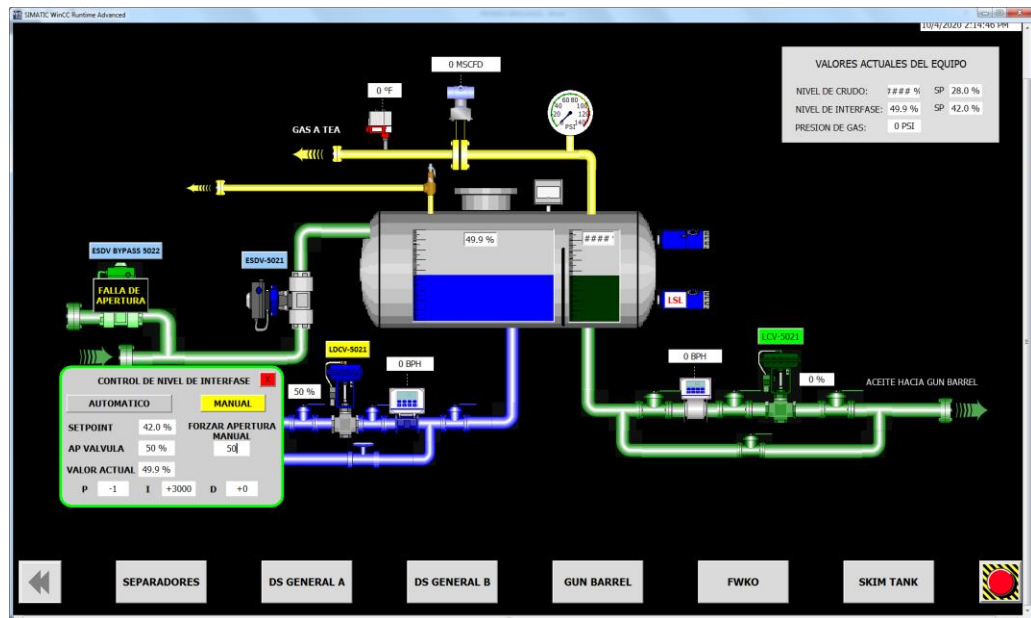
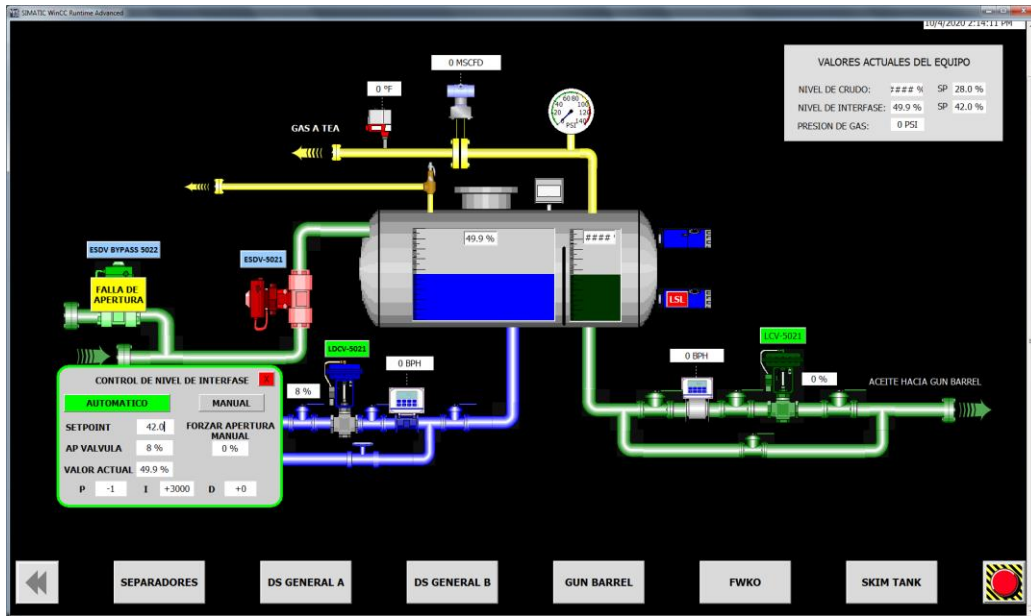
PERENCO COLOMBIA LIMITED  
SISTEMA SUPERVISORIO SIEMENS  
ALARMAS

10/5/2020 2:57:42 PM

No.	HORA	FECHA	ESTADO	DESCRIPCION	PLC
4	2:57:23 PM	10/5/2020	ACTIVO // SOLUCIONADO	ESDV ENTRADA A DS PRUEBA CERRADA	Conexi...
3	2:55:52 PM	10/5/2020	ACTIVO // SOLUCIONADO	ALTA PRESION EN SEPARADOR DE PRUEBA	Conexi...
1	2:55:52 PM	10/5/2020	ACTIVO // SOLUCIONADO	ALTO NIVEL EN SEPARADOR DE PRUEBA	Conexi...
2	2:55:48 PM	10/5/2020	ACTIVO // SOLUCIONADO	BAJO NIVEL EN SEPARADOR DE PRUEBA	Conexi...
11	2:55:41 PM	10/5/2020	ACTIVO // SOLUCIONADO	ALTO-ALTO NIVEL EN GUN BARREL	Conexi...
23	2:55:41 PM	10/5/2020	ACTIVO // SOLUCIONADO	ACTIVACION SHUTDOWN PARA CRUDO	Conexi...
24	2:53:21 PM	10/5/2020	ACTIVO // SOLUCIONADO	ACTIVACION SHUTDOWN DESDE SUPERVISORIO	Conexi...
8	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	ESDV ENTRADA A DS GENERAL CERRADA	Conexi...
6	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	BAJO NIVEL EN SEPARADOR GENERAL A	Conexi...
10	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	ESDV LINEA DE AGUA FWKO A CAJA API ABIERTA	Conexi...
9	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	ESDV BY PASS SEPARADORES ABIERTA	Conexi...
18	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	ESDV OLEODUCTO PAL-TRS CERRADA	Conexi...
17	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	ESDV OLEODUCTO TRS-GVN CERRADA	Conexi...
26	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	PRESION MENOR A 6 PSI EN OLEODUCTO TRS-GVN	Conexi...
22	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	MODO CRUDO EN BOMBA DUAL 3-165#1	Conexi...
21	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	ESDV OLEODUCTO COR-TRS CERRADA	Conexi...
20	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	PRESION MENOR A 6 PSI EN COLUMNA DE GUN BARREL	Conexi...
19	2:20:35 PM	10/5/2020	ACTIVO // RECONOCIDO	ESDV OLEODUCTO CHP-TRS CERRADA	Conexi...

Verificación de los PID mediante simulación con Fluke 789 en modo simulación para 4-20mA y verificando la lectura de salida de corriente.







The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for a project named 'LOS TOROS'. The main window shows a table of variables for the 'LDCV PRUEBA' block. The table includes columns for variable names, data types, offsets, and values. Below the table, there are sections for 'Información de dispositivos' and 'Información de la conexión'.

Nombre	Tipo de datos	Offset	valor de arranque	valor de observación	Remanente	Visible en	Comentario
MCD_ADR	Int	0.0	400	400			
CHNREL	Int	2.0	2	2			
PHASE	Int	4.0	0	0			
WIC_MLU	Word	6.0	1643000	1643000			
su_Luar	Word	8.0	1643130	1643130			
SP	Real	10.0	65.00	62.0			
PV	Real	14.0	0.0	24.6961			
ER	Real	18.0	0.0	66.97288			
DRV	Real	22.0	0.0	0.0			
LMN	Real	24.0	0.0	0.0			
LMPLA	Real	30.0	0.0	0.0			
LMPLB	Real	34.0	0.0	0.0			
QH_ALM	Bool	38.0	FALSE	FALSE			
QH_LRM	Bool	39.1	FALSE	FALSE			
QL_ALM	Bool	38.3	FALSE	TRUE			
QL_ALM	Bool	38.3	FALSE	TRUE			
QLM_LLM	Bool	38.4	FALSE	FALSE			
QLM_LLM	Bool	38.5	FALSE	FALSE			
QPARLP	Bool	38.6	FALSE	FALSE			
QQLF	Bool	38.7	FALSE	TRUE			
QONRLM	Bool	39.0	FALSE	FALSE			
QONRLM	Bool	39.1	FALSE	FALSE			
QSF_LLM	Bool	39.3	FALSE	FALSE			
QSF_LLM	Bool	39.3	FALSE	FALSE			
QUNRP	Bool	39.4	FALSE	FALSE			
QUNRP	Bool	39.5	FALSE	FALSE			
QID	Bool	39.6	FALSE	FALSE			
Res1	Bool	39.7	FALSE	FALSE			

The screenshot shows a process control HMI for a tank level control system. It features a schematic diagram of the tank and associated piping, with various sensors and control valves. A control panel is visible, showing the current level and manual control options.

**VALORES ACTUALES DEL EQUIPO**

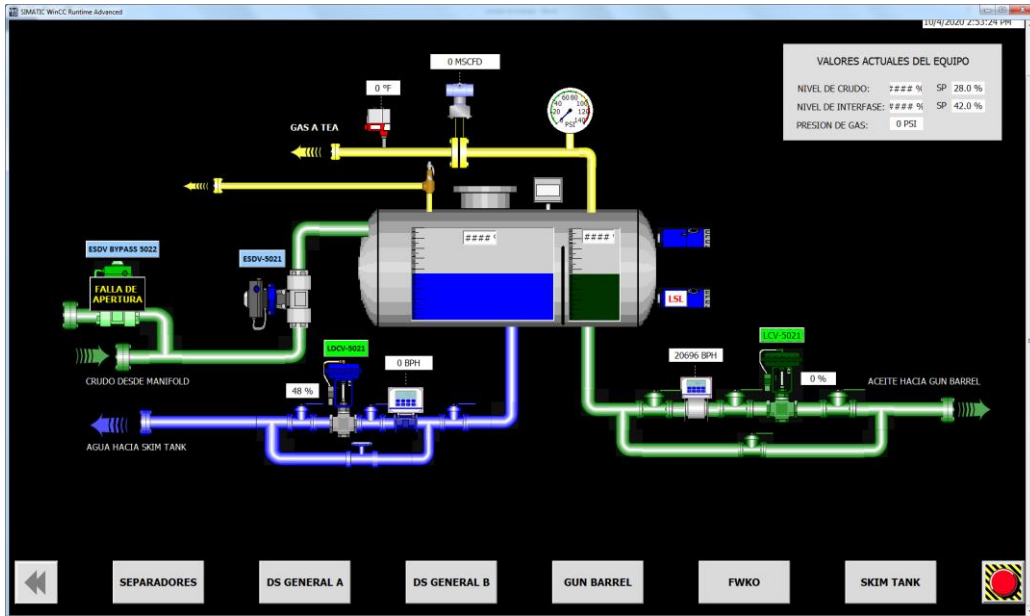
- NIVEL DE CRUDO: 7.88 % SP 28.0 %
- NIVEL DE INTERFASE: 99.8 % SP 42.0 %
- PRESION DE GAS: 0 PSI

**CONTROL DE NIVEL DE INTERFASE**

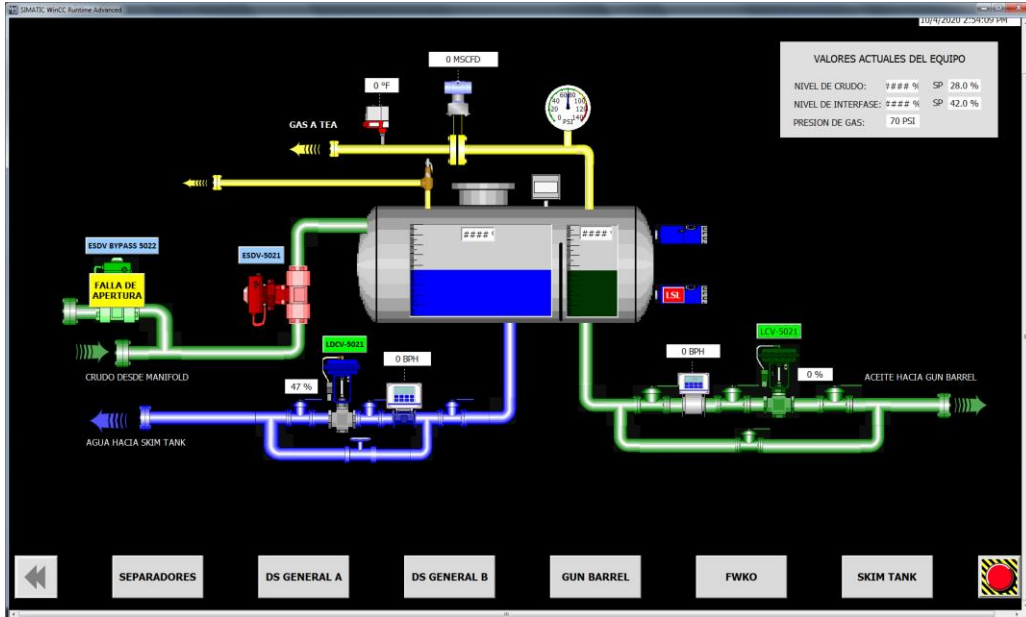
- Automático / Manual
- SETPOINT: 42.0 %
- AP VALVULA: 50 %
- FORZAR APERTURA MANUAL: 50 %
- VALOR ACTUAL: 99.8 %
- P: -1 I: +3000 D: +0

Buttons at the bottom: SEPARADORES, DS GENERAL A, DS GENERAL B, GUN BARREL, FWKO, SKIM TANK.

Lecturas Análogas



Comentarios	Fecha	Descripción	Tamaño	Advertencia	Inicio
Completación finalizada (mensaje de actualización: 142)	0	1	14.03.04		
ALARMAS	No se ha configurado ninguna variable para el objeto 'Panelista'	0	1	14.03.04	
Variable HSE	No se ha configurado ninguna variable para el objeto 'Pushbutton'	0	1	14.03.04	
Tabla de variables ext		0	4	14.03.04	
Variable de curva 'LECTURA PTODESCARGA DESPACHO'	requerido	0	1	14.03.04	
Variable de curva 'LCV-GUNBARREL_FO'	requiere un ciclo de e	0	1	14.03.04	
Variable de curva 'LCV-GENERAL_A_PV'	requiere un ciclo de e	0	1	14.03.04	
Variable de curva 'LCV-GENERAL_A_PV'	requiere un ciclo de e	0	1	14.03.04	
Número de Puntos/Reg. utilizados: 188		0	0	14.03.04	
Licencia necesaria: SIMATIC Manager for RT Advanced		0	0	14.03.04	
Completación del software finalizada.		0	0	14.03.04	
Comentarios finalizados (mensaje de actualización: 142)	0	1	14.03.04		



Objeto	Descripción	Faltos	Ajustes	Horas
ALARMAS	No se ha configurado ninguna variable para el objeto 'Plantilla_0'	0	1	14.33.04
Variables HMI	No se ha configurado ninguna variable para el objeto 'Variable0'	0	1	14.33.04
Variables est.	La variable de curva 'DESCARGA DESPACHO' requiere...	0	4	14.33.04
	La variable de curva 'LECTURA PT DESCARGA DESPACHO' requiere...	0	1	14.33.04
	La variable de curva 'LDCV GUN BARREL_PV' requiere un ciclo de...	0	1	14.33.04
	La variable de curva 'LDCV GENERAL_PV' requiere un ciclo de...	0	1	14.33.04
	Número de PowerTags asignados: 188	0	0	14.33.04
	Licencia de software: SIMATIC Manager for RT Advanced	0	0	14.33.04
	Compilación del software finalizada.	0	0	14.33.04
	Compilación finalizada (errores: 0; advertencias: 142)	0	1	14.33.05