



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO
INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TÍTULO:

**“DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE RED PARA LA INTEGRACION
DE BAHIAS DE CARGA CON CONTROLADOR HIBRIDO
PROGRAMABLE HC 900 PARA LA TERMINAL PASCUALES DE
PETROECUADOR”**

AUTOR:

PAULO ALAN NICOLA MESIAS

TUTOR:

ING. EDUARDO MENDOZA

Guayaquil, Ecuador

2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por PAULO ALAN NICOLA MESIAS, como requerimiento parcial para la obtención del Título de INGENIERO ELECTRÓNICO EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, PAULO ALAN NICOLA MESIAS

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “**DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA PARA LA INTEGRACION DE BAHIAS DE CARGA CON UN CONTROLADOR HIBRIDO PROGRAMABLE HC 900 PARA LA TERMINAL PASCUALES DE PETROECUADOR**” previa a la obtención del Título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 17 días del mes de Marzo del año 2015

EL AUTOR (A)

PAULO ALAN NICOLA MESIAS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

AUTORIZACIÓN

Yo, PAULO ALAN NICOLA MESIAS

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA PARA LA INTEGRACION DE BAHIAS DE CARGA CON UN CONTROLADOR HIBRIDO PROGRAMABLE HC 900 PARA LA TERMINAL PASCUALES DE PETROECUADOR”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes de Marzo del año 2015

EL AUTOR:

PAULO ALAN NICOLA MESIAS

DEDICATORIA

Este trabajo de grado es dedicado a mis padres Pedro Nicola y Letty Mesías y muy en especial a mis hijos Emily, Melissa y Bruno Nicola Alfonso, quienes constantemente me apoyaron en todo lo necesario para cumplir con este objetivo.

PAULO ALAN NICOLA MESIAS

AGRADECIMIENTO

Un enorme agradecimiento para la persona que me ayudo y apoyo durante mis años de estudio; desinteresadamente y con mucha paciencia, Yesenia Calle.

Así también a los trabajadores de **EP PETROECUADOR** Terminal Pascuales desde sus máximas autoridades hasta el personal de técnicos y administrativo, y en especial a Gonzalo Mora, los mismos que me ayudaron en todo el proceso y levantamiento de este proyecto.

PAULO ALAN NICOLA MESIAS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**ING. EDUARDO MENDOZA
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR**

**ING. LUIS CORDOVA
PROFESOR DELEGADO**

CALIFICACIÓN

ÍNDICE GENERAL

<u>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>1</u>
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ALCANCE DEL PROYECTO	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.4 OBJETIVO GENERAL	4
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
<u>CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.....</u>	<u>5</u>
2.1 REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIALES	5
2.2 INTRODUCCIÓN A LAS REDES INDUSTRIALES.....	5
2.2.1 NIVEL DE GESTIÓN:.....	7
2.2.2 NIVEL DE CONTROL:	8
2.2.3 NIVEL DE CAMPO Y PROCESO:	8
2.2.4 NIVEL DE E/S:	8
2.3 NOCIONES SOBRE ARQUITECTURA DE RED.....	9
2.4 PROTOCOLOS INDUSTRIALES DE COMUNICACIONES	9
2.5 REDES DE CONTROL Y REDES DE DATOS	10
2.6 STANDART RS-232	11
2.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL ELÉCTRICA	12
2.6.2 NIVELES LÓGICOS	13
2.6.3 ESTÁNDAR RS485	14
2.6.4 PROTOCOLO MODBUS.....	15
2.6.5 ETHERNET	16
2.6.6 MEDIO DE TRANSMISIÓN DE LA RED ETHERNET	17
2.6.7 CARACTERÍSTICAS DE LA RED ETHERNET.....	18

2.7	RED ETHERNET CONMUTADA	19
2.8	MEDIOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL	19
2.8.1	FIBRA ÓPTICA.....	20
2.8.2	CABLE UTP.....	21
2.8.3	CABLE SFTP	22
2.9	SWITCH INDUSTRIAL STARTIX 8000.....	22
2.10	CONTROLADOR HIBRIDO HC900 – HONEYWELL	23
2.11	CONTROLADOR DE FLUJO ACCULOAD III.NET.....	24
2.11.1	APLICACIONES	25
2.12	SENSOR DE NIVEL VAREC	26
2.13	VARIADOR POWER FLEX 400	26
<u>CAPITULO 3: ARQUITECTURAS Y LEVANTAMIENTOS DE LOS</u>		
<u>SISTEMAS A INTEGRAR.....</u>		<u>28</u>
3.1	NORMAS Y ESPECIFICACIONES	28
3.2	ARQUITECTURAS PARA LA CONEXIÓN DE LAS BAHÍAS DE CARGA.....	29
3.2.1	TOPOLOGÍA PARA EL CONEXIONADO DE LOS CONTROLADORES DE FLUJO	30
3.2.2	ARQUITECTURA GENERAL DE CONTROL	30
3.3	LEVANTAMIENTO DE LOS SISTEMAS A INTEGRAR	31
3.4	SISTEMA DE DESPACHO	32
3.5	TANQUES DE DESPACHO DE DIESEL, GASOLINA, DESTILADO Y NAFTA.....	33
3.6	BOMBAS DE DESPACHO Y DESCARGA HACIA ISLAS DE CARGA	38
3.7	MOTORES Y BOMBAS:	38
3.7.1	BOMBAS CON ARRANQUE DIRECTO:	45
3.7.2	BOMBAS CON VARIADOR:	46
3.7.3	BOMBAS CON ARRANQUE SUAVE:.....	46
3.8	INSTRUMENTACIÓN.....	47
3.9	FILTRADO DE JET FUEL EN ESTACIÓN TERMINAL DE DESPACHO	50
3.10	DISTRIBUCIÓN DE ÁREA DE DESPACHO DE TERMINAL	51

3.10.1	ZONA DE DESPACHO	51
3.10.2	ISLAS DE CARGA.....	51
3.11	INTEGRACIÓN DE LA ZONA DESPACHO, COMPUTADORES DE FLUJO Y EQUIPOS ASOCIADOS.....	54
3.12	SISTEMA TAS	54
3.13	INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE INVENTARIO DE TANQUES.....	56
3.14	INTEGRACIÓN CON <i>MASTER STATION</i> EXISTENTE	56
3.15	INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO	57
3.16	DIAGRAMAS DE CONEXIÓN	58
3.16.1	CONEXIONADO BOMBAS DE DESPACHO	58
3.16.2	CONEXIONADO MÓDULOS DE HC900	60
3.16.3	CONEXIONADO MÓDULOS DE ENTRADA DIGITAL	60
3.16.4	CONEXIONADO MÓDULOS DE SALIDA DIGITAL	60
3.16.5	COMUNICACIÓN VARIADORES POWER FLEX 400.....	60
3.16.6	TRABAJOS A REALIZARSE.....	62
3.17	SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN (SSC).....	64
3.18	SERVIDORES DE LA PLATAFORMA DE CONTROL.....	64
3.19	RED ETHERNET TOLERANTE A FALLAS – (FTE).....	65
3.20	ESTACIONES DE OPERACIÓN.....	66
3.21	INTERFAZ HMI	68
3.22	MANEJO DE ALARMAS Y EVENTOS	69
3.23	TENDENCIAS.....	71
3.24	CONTROLADOR PROGRAMABLE MODULAR.....	72
3.24.1	HARDWARE	72
3.24.2	BASTIDOR DEL CONTROLADOR	73
3.24.3	COMUNICACIONES	73
3.24.4	FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	74
3.24.5	MÓDULOS DE ENTRADA / SALIDA	75
3.24.6	INTEGRACIÓN CON TERCEROS.....	75

3.25 PRUEBAS	76
3.25.1 EN AMBIENTE DE SIMULACIÓN:	76
3.25.2 DE INTEGRACIÓN:	77
3.25.3 EN SITIO:	77
<u>CAPITULO 4: RESULTADOS</u>	<u>78</u>
4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	78
<u>2.5 CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u>	<u>83</u>
5.1 CONCLUSIONES	83
5.2 RECOMENDACIONES	85
<u>ABREVIATURAS Y SILABO</u>	<u>87</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>88</u>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Figura 2.1 Redes de Comunicación Industrial</i>	5
<i>Figura 2.2 Pirámide de las comunicaciones industriales</i>	7
<i>Figura 2.3 Formatos Modbus para ASCII y RTU</i>	16
<i>Figura 2.4 Configuración RJ45 tipo A y B en conector RJ45</i>	18
<i>Figura 2.5 Cable UTP</i>	22
<i>Figura 2.6 Switch Startix 8000 Rockwell Automation</i>	23
<i>Figura 2.7 Controlador Híbrido Programable HC900</i>	24
<i>Figura 2.8 Controlador de flujo Accuload III.Net</i>	25
<i>Figura 2.9 Funcionamiento de un VAREC - Corte lateral de un tanque</i>	26
<i>Figura 2.10 PowerFlex 400</i>	27
<i>Figura 3.1 Arquitectura General para la integración de los controladores de flujo</i>	31
<i>Figura 3.2 Tuberías de conexión entre tanques de almacenamiento a tanques de despacho e islas de carga</i>	32
<i>Figura 3.3 Tanques de almacenamiento de combustible para despacho hacia bahías de carga del terminal Pascuales</i>	34
<i>Figura 3.4 Scada del sistema de despacho de combustible del terminal Pascuales</i>	37
<i>Figura 3.5 Bombas de despacho y de descarga hacia las islas</i>	38
<i>Figura 3.6 líneas de conexión (descarga) entre bombas y brazos de despacho</i>	49
<i>Figura 3.7 pulmones de filtrado</i>	49
<i>Figura 3.8 filtrado de jet fuel en estación terminal de despacho</i>	50
<i>Figura 3.9 Islas de Carga</i>	52
<i>Figura 3.10 Conexión del variador de frecuencia PowerFlex400 de Rockwell</i>	59
<i>Figura 3.11 Comunicación con variadores</i>	62
<i>Figura 3.12 Red Ethernet Tolerante a Fallas</i>	65
<i>Figura 3.13 Interfaz web experion de bahías 17 y 18 de JET A1</i>	68
<i>Figura 4.1 Interface web Experion principal – vista general de las bahías de carga</i>	79
<i>Figura 4.2 Interface web Experion para bahías 1-2 – Visualización de Estado y llamada a bahía</i>	79
<i>Figura 4.3 Interface web Experion para bahías 1 – 2 Diesel Premium</i>	80
<i>Figura 4.4 Autorización de despacho de combustible en bahía 1</i>	81

<i>Figura 4.5 Visualización del estado de la transacción de bahía de carga.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 4.6 Arquitectura para la integración de los controladores de flujo volumétrico del terminal Pascuales.....</i>	<i>82</i>

INDICE DE TABLAS Y CUADROS

<i>Tabla 3.1 Tabla de Normas Internacionales empleadas por la Ep Petroecuador</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3.2 Tipos de señales a integrar dentro de la zona de despacho</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3.3 Requerimiento de comunicación de los VAREC en zona de despacho</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3.4 Cuadro de distribución de sala de bombas del terminal Pascuales</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 3.5 Levantamiento de instrumentación existente en zona de despacho</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 3.6 Cuadro de distribución de bahías de carga del terminal Pascuales</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 0.7 Cuadro de distribución de islas, bahías y brazos de carga del terminal Pascuales</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 0.8 Cuadro de distribución de tanques de despacho en el terminal pascuales</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 5.1 Abreviaturas y terminología</i>	<i>87</i>

RESUMEN

Los terminales de despacho de la Ep Petroecuador y particularmente el Terminal de almacenamiento y distribución de productos limpios Pascuales posee una antigüedad de alrededor de 30 años, poseyendo tecnología de la misma época. La EPP ha realizado inversiones para modificar el terminal como por ejemplo reemplazar los medidores de despacho manual por controladores de flujo programables y auto-compensados para realizar las tareas de despacho logrando tener un mejor control de las operaciones de despacho, pero a su vez no se encuentran automatizadas.

El primer objetivo de la EPP es incrementar los niveles de automatización de los distintos terminales partiendo del mayor centro de distribución como lo es el terminal Pascuales y de esta manera poseer un mejor control sobre las distintas operaciones de los terminales logrando de esta forma incrementar la precisión, eficiencia y seguridad en el proceso de distribución, esto conlleva a una eminente reducción de costos y disminución de riesgos operacionales así como disminuir la tasa de enfermedades de tipo ocupacional.

ABSTRACT

The terminals of the dispatch of the EP Petroecuador and particularly the Terminal of storage and distribution of Pascuales clean products has an antiquity of about 30 years, possess technology from the same era. The EPP has made investments to modify the terminal such as replacing the meters of the manual dispatch by flow controllers and programmable auto-offset to perform the tasks of office and have a better control of clearance operations, but in turn are not automated.

The first goal of the EPP is to increase the levels of automation in the different terminals based on the largest distribution center as Pascuales terminal and this way have a better control over the various operations of terminals thus increase accuracy, efficiency and safety in the process of distribution, this leads to an eminent reduction of costs and decrease of operational risk as well as decrease the rate of occupational diseases.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Al momento el Terminal de Despacho de EP Petroecuador posee varios subsistemas independientes, tales como: recepción de poliducto-reductor, alineamiento de válvulas para recepción y despacho, despacho de producto mediante controlador de flujo, ingreso de etanol, entre otros; particularmente dentro del sistema de despacho la asignación de turnos como el direccionamiento hacia la bahía de carga se la realiza de forma manual, y una vez en la bahía de carga, los permisivos para el despacho son mecánicos y se realizan en el punto; es decir, el operador antes de iniciar una transacción debe de ingresar la boleta que indique el producto y la cantidad, una vez verificada esta información (placa de vehículo, conductor, volumen) el operador iniciara el despacho digitando cada transacción (batch) en el computador de flujo, esta maniobra se la efectúa los 365 días al año con un promedio de entre 14 a 16 horas diarias, en la cual el operador permanece expuesto a los vapores propios del producto así como los de su entorno.

El Terminal de almacenamiento y Despacho de productos limpios de EP Petroecuador – Terminal Pascuales se encuentra ubicado en la ciudad de Guayaquil, este es el terminal más grande de la EPP a nivel nacional, posee una tecnología de aproximadamente 30 años y requiere un proyecto de Modernización que incremente los niveles de automatización permitiendo la integración de todos los sub-sistemas que posee el terminal Pascuales, entre los cuales se destacan:

- Mejoras para la integración del sistema de bombas para despacho.
- Integración del sistema de Inventario de Tanques (ENRAF).
- Integración de los sistemas de actuadores motorizados (MOV).
- Integración de los controladores de flujo Accuload III.net.
- Integración del sistema de recepción e inyección de Etanol.
- Integración del Sistema de estación reductora.
- Implementación del Sistema de Supervisión y control.

1.2 Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto consiste en el estudio de un diseño de una arquitectura para la integración, de un Sistema de Control y Supervisión de los controladores de flujo Accuload III.net para el Terminal Pascuales, con un sistema Honeywell con características de sistema abierto para la integración de otros subsistemas ajenos a este proyecto, tales como: monitoreo de energía, alineamiento de válvulas, recepción de poliductos, etc. El diseño planteado para el Terminal Pascuales constará de estaciones de operación con controladores modulares para procesos industriales, así como la integración de los diferentes controladores existentes para el despacho de combustibles dentro del Terminal.

El Sistema propuesto es el Honeywell TAS (Sistema de Automatización de terminal) y SSC (Supervisor de sistema de control) que se basa en el Sistema Experion PKS como posible interface, que tiene un diseño modular y escalable que permite la integración con un amplio rango de subsistemas entre los cuales destaca la integración

con los Accuload III.net. El sistema planteado emplea una arquitectura de servidores distribuidos (DSA) y mediante gráficos esquemáticos configurados con el software propuesto constara de una interface Web y se tendrá una plataforma de monitoreo en tiempo real de todas las bahías de despacho.

La Arquitectura del Sistema es abierta con capacidad de transferencia de datos entre todos los elementos que conformen su estructura tanto en la jerarquización vertical como horizontal.

1.3 Planteamiento del problema

En la actualidad la terminal Pascuales realiza la maniobra de despacho asignando a una persona directamente en el área de bahías de carga, lo que provoca que el individuo se mantenga expuesto a contraer enfermedades debido a la emisión de gases tóxicos que son lesivos a la salud de las personas, poniendo en riesgo la seguridad ocupacional del personal que labora en esa área.

El control de los volúmenes despachados se lo lleva de forma manual, lo que conlleva a equivocaciones, se necesita la automatización de la zona de despacho para un mejor control del producto y su respectivo inventario.

1.4 Objetivo general

Proponer una arquitectura de red para el despacho de combustible de la terminal Pascuales EPPetroecuador para la integración de las bahías de carga de producto, que permita mejorar el proceso de inventario y reducir la exposición de personal en áreas contaminadas.

1.5 Objetivos específicos

- Diseñar una arquitectura de red para la distribución e integración de equipos Accuload III.net para la sala de control de la terminal de despacho Pascuales.
- Diseñar una arquitectura de red para la integración de las Bahías de carga, mediante la comunicación entre los Accuload III.net, el controlador HC900 y el sistema Scada Honeywell Experion.
- Sugerir un sistema de inventario en línea para la recepción de producto hacia la zona de despacho y la entrega del mismo, considerando un control constante de las transacciones y variables que afectan al producto.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Redes de comunicación industriales

En la búsqueda de la integración de las Comunicaciones industriales, fueron desarrolladas las Redes de Comunicaciones Industriales (RCI). Estas tienen su origen en los estudios efectuados por la fundación FielBus, que buscaba la creación y desarrollo de esquemas de Comunicaciones universales y de arquitectura abierta. (Romero, 1997)

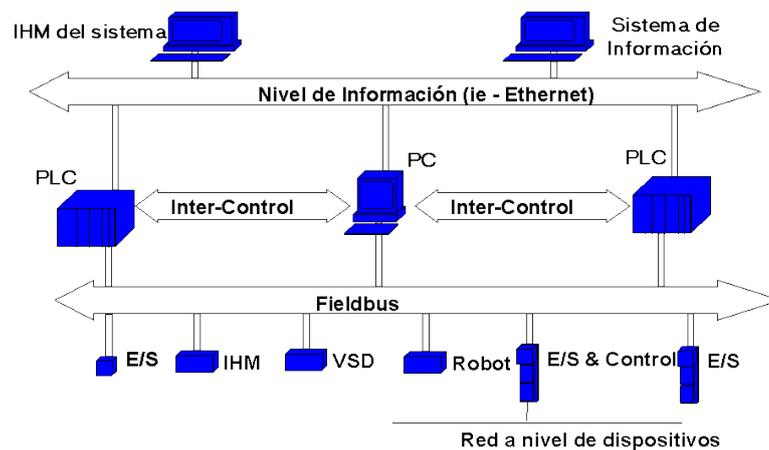


Figura 2.1 Redes de Comunicación Industrial

Fuente: (Romero, 1997)

2.2 Introducción a las redes industriales

Las redes industriales deben resolver la problemática de la transferencia de la información entre los equipos de control del mismo nivel y entre los correspondientes a los niveles contiguos de la pirámide como se observa en la figura 2.1.

En los últimos años, las aplicaciones industriales basadas en comunicación digital se han incrementado haciendo posible la conexión de sensores, actuadores y equipos de control en una planta de procesamiento. De esta manera, la comunicación entre la sala de control y los instrumentos de campo se ha convertido en realidad. La comunicación digital debe integrar la información provista por los elementos de campo en el sistema de procesos. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2015)

En la industria coexisten una serie de equipos y dispositivos dedicados al control de una máquina o una parte cerrada de un proceso. Entre estos dispositivos están los autómatas programables, ordenadores de diseño y gestión, sensores, actuadores, etc. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2015)

El desarrollo de las redes industriales ha establecido una forma de unir todos estos dispositivos, aumentando el rendimiento y proporcionando nuevas posibilidades. Las ventajas que se aportan con una red industrial, son entre otras, las siguientes:

- Visualización y supervisión de todo el proceso productivo.
- Toma de datos del proceso más rápido e instantáneo.
- Mejora del rendimiento general de todo el proceso.

Posibilidad de intercambio de datos entre los sectores del proceso y entre departamentos. Programación a distancia, sin necesidad de estar a pie de fábrica. En una red industrial coexistirán dispositivos de todo tipo, los cuales suelen agruparse

jerárquicamente para establecer conexiones lo más adecuadas a cada área. Tradicionalmente se definen cuatro niveles dentro de una red industrial, como se muestra en la figura 2.2.

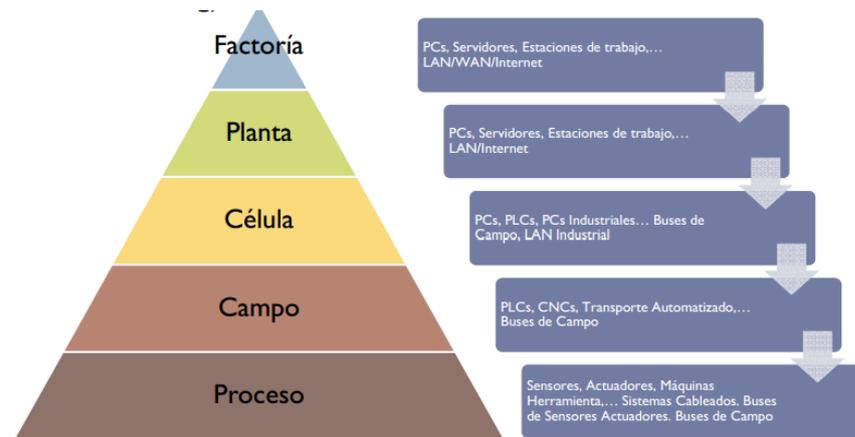


Figura 2.2 Pirámide de las comunicaciones industriales

Fuente: (M.P.M. y F.P.M. DEPTO.ELECTRICIDAD-C.I.P. ETI Tudela, 2010)

2.2.1 Nivel de Gestión:

Es el más elevado y se encarga de integrar los niveles siguientes en una estructura de fábrica, e incluso de múltiples factorías. Las máquinas aquí conectadas suelen ser estaciones de trabajo que hacen puente entre el proceso productivo y el área de gestión, en el cual se supervisan las ventas, stocks, etc. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2015)

2.2.2 Nivel de Control:

Se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo. A este nivel se sitúan los autómatas de gama alta y los ordenadores dedicados al diseño, control de calidad, programación, etc. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2015)

2.2.3 Nivel de campo y proceso:

Se encarga de la integración de pequeños automatismos (autómatas compactos, multiplexores de E/S, controladores PID, etc.) dentro de subredes. En el nivel más alto de estas redes se suelen encontrar uno o varios autómatas modulares, actuando como maestro de la red maestros flotantes. En este nivel se emplean los buses de campo tradicionales, aunque también tienen cabida redes superiores como Ethernet Industrial bajo ciertas premisas que aseguren el determinismo en la red. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2015)

2.2.4 Nivel de E/S:

Es el nivel más próximo al proceso. Aquí están los sensores y actuadores, encargado de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión. Se tratan de sustituir los sistemas de cableado tradicionales por buses de campo de prestaciones sencillas y sistema de periferia descentralizada. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2015)

2.3 Nociones sobre arquitectura de red

Para la interconexión de sistemas abiertos se construyen arquitecturas de red. Se define un sistema abierto como: “Un sistema capaz de interconectarse con otros de acuerdo con unas normas establecidas”. La interconexión de sistemas abiertos: “se ocupara del intercambio de información entre sistemas abiertos y su objetivo será la definición de un conjunto de normas que permitan a dichos sistemas cooperar entre sí”.

Cuando el intercambio de datos entre equipos se realiza a través de un sistema de comunicaciones, es importante definir el sistema de transmisión común que se va a utilizar. También es necesario definir informaciones relativas al establecimiento de enlaces o conexiones y como se va a mantener el dialogo durante estas conexiones. Los convenios que establecen el lenguaje para el dialogo dentro de cada capa se denominan protocolos. (Universidad de Valencia, 2014)

2.4 Protocolos industriales de comunicaciones

En la industria en la actualidad se ha escuchado muchas veces sobre protocolos de comunicación, llevan este nombre debido a que se encuentran instaladas en manufacturas, laboratorios, bodegas, etc. En primera instancia el protocolo de comunicación industrial permite intercambio de información entre diferentes elementos que componen una red industrial. Estos elementos pueden ser PLC, variadores de frecuencia, interfaces electrónicas, sensores, actuadores, etc., con la

central remota, la cual será la encargada de procesar la información para realizar algún proceso dentro de la industria.

2.5 Redes de control y redes de datos

En la industria se puede hablar de dos tipos de redes: redes de control y redes de datos. El principal objetivo de las redes de datos es la de transmitir gran información, con un gran ancho de banda para permitir el envío rápido de las misma; mientras que las redes de control se enfrentan a un tráfico formado por pequeños paquetes, que intercambian los diferentes elementos que componen una red industrial.

Las redes de datos podrían utilizarse como redes de control, en las redes Ethernet la utilización del canal de información esta aproximadamente entre el 90% y 95%, debido a la gran cantidad de información que se transmite, mientras que en el caso de las redes de control la carga de información cae sobre el 35% del canal; es habitual encontrar este tipo de carga debido a que el tráfico de la red depende directamente de los eventos externos o elementos monitorizados, por los diferentes elementos que componen la red industrial; por lo cual se debe realizar una arquitectura de red para el tráfico que se tiene en el medio de comunicación.

En el diseño de arquitectura de red es necesario utilizar protocolos abiertos, disponibles por todos los fabricantes, para así poder utilizar equipos de distintos fabricantes de una misma red. (Industrial Ethernet, 2013)

2.6 STANDART RS-232

En 1969 la EIA (Asociación de Industrias Electrónicas), los laboratorios BELL y los fabricantes de equipos de comunicaciones, formularon cooperativamente y emitieron el EIA RS-232, que casi inmediatamente experimentó revisiones menores convirtiéndose en la RS-232-C. Con lo cual este modelo se hizo popular a nivel mundial en todos los dispositivos de comunicaciones de datos vía serie. Sin embargo, al no ser una norma de obligado cumplimiento muchos fabricantes hacen una interpretación bastante personal de ella, apartándose del estándar y complicando la conexión de sus aparatos. El propósito de esta norma fue establecido formalmente por su título: “Conexión entre un Equipo Terminal de Datos (DTE) y un Equipo de Comunicación de Datos (DCE) empleando un intercambio de datos binarios en serie”. En resumen especifica como conectar un terminal o computador (DTE), a un módem (DCE). (JAVIER, 2003)

Esta norma contempla cuatro aspectos principales:

1. Las características de la señal eléctrica.
2. Las características mecánicas de la conexión (conectores).
3. La descripción funcional de los circuitos de intercambio.
4. Ejemplos de conexiones comunes.

2.6.1 Características de la señal eléctrica

Aunque lo normal dentro del mundo de la electrónica digital es utilizar tensión es dentro del rango de 0 a 5 voltios, la conexión RS-232-C define su propio entorno eléctrico, el cual utiliza el rango -15 a +15 voltios.

La conexión serie RS-232-C utiliza varias líneas para realizar la comunicación. Unas líneas son entradas y otras son salidas. No existen líneas bidireccionales, por tanto las conexiones entre las líneas siempre han de ir de una entrada a una salida. Las líneas que son entradas tienen una tensión prácticamente cero frente la patilla de tierra, aunque no todas las líneas que tengan tensión cero son entradas, ya que las líneas no utilizadas (sin conectar) también tienen tensión cero. (JAVIER, 2003)

Las líneas de salida pueden ser de dos tipos, bien de transmisión o bien de control de la comunicación. Ambas se caracterizan por tener tensión diferente de cero. La línea de transmisión está normalmente a tensión negativa, cuando no transmite. Las líneas de control pueden estar tanto a tensión negativa como positiva. Una característica muy tranquilizadora de la conexión serie RS-232-C es que cualquier línea puede soportar una tensión comprendida entre -15 v y +15v sin dañarse, por tanto aunque conectemos líneas equivocadamente, o se produzca algún corto en el conector, los equipos no deben estropearse. Esto las protege frente cortocircuitos en la línea y permite probar diferentes tipos de conexiones con absoluta tranquilidad. (JAVIER, 2003)

2.6.2 Niveles lógicos

Existen dos tipos de lógica posibles, la lógica positiva y la lógica negativa. La lógica positiva es la que asigna al valor lógico “1” un voltaje mayor que al que asigna al valor lógico “0” y la lógica negativa es la que asigna los valores al revés. Este tipo de lógica, más enrevesada, es sin embargo bastante utilizada, ya que presenta otro tipo de ventajas a nivel de diseño de circuitos electrónicos. La lógica usada por la norma RS-232-C es la lógica negativa, es decir, que al bit “1” le asigna la tensión de -15 voltios y al bit “0” le asigna la tensión de +15 voltios.

Las asignaciones de tensiones no son estrictas, sino que pueden variar dentro de un margen bastante grande sin que se produzcan errores. La salida serie para el bit “0” puede tomar un valor entre +5 y +15 sin que haya problemas. De hecho, casi ningún dispositivo utiliza los +15, sino que lo normal es usar +12 o incluso +8. La salida para el bit “1” ha de estar entre -5 y -15 voltios. Cuando el voltaje está entre -5 y +5 voltios, resulta imposible determinar el valor lógico que se ha enviado.

Las entradas de una conexión serie RS-232-C son aún menos estrictas, ya que el receptor entiende que ha llegado un “0” cuando el voltaje está entre +3 y +15 voltios y entiende que ha llegado un “1” cuando el voltaje está entre -3 y -15 voltios. Cuando llega un voltaje entre -3 y +3 voltios el valor lógico que el receptor entenderá es impredecible. Así pues, la norma de conexión RS-232-C es bastante tolerante frente a variaciones de voltaje y ello es debido a la elección del rango de tensiones de -15 a

+15 voltios, en vez del habitual de +5 a 0 voltios, que habría dado menos margen de tolerancia. Las señales de control son líneas auxiliares que utiliza la conexión RS-232-C para controlar la comunicación. Por ejemplo, si un dispositivo no está preparado para recibir, puede poner una línea a un determinado valor, de modo que el otro dispositivo lo detecte y espere para mandar hasta que la línea se ponga en estado de permitir la recepción. El valor lógico que corresponde a una línea es el “0” o lo que es lo mismo +15 voltios, es decir, que si se quiere indicar que se puede enviar datos pondríamos en la línea correspondiente el valor “0”. Por el contrario si se quiere una línea, se la tendría que poner a “1” o lo que es lo mismo a -15voltios. (I-Micro, 2013)

2.6.3 Estándar RS485

Cuando se necesita transmitir a largas distancias o con más altas velocidades que RS-232, RS-485 es la solución. Utilizando enlaces con RS-485 no hay limitación a conectar tan solo dos dispositivos. Dependiendo de la distancia, velocidad de transmisión y los circuitos integrados que utilicemos, se pueden conectar hasta 32 nodos con un simple par de cables. (I-Micro, 2013)

2.6.3.1 Ventajas de RS-485

Esta interfaz tiene muchas ventajas con respecto a RS 232, entre las cuales se mencionan.

Bajo costo: Los Circuitos Integrados para transmitir y recibir son baratos y solo requieren una fuente de +5V para poder generar una diferencia mínima de 1.5 voltios entre las salidas diferenciales. En contraste con RS-232 que en algunos casos requiere de fuentes dobles para alimentar algunos circuitos integrados.

Capacidad de interconexión: RS-485 es una interface multi-enlace con la capacidad de poder tener múltiples transmisores y receptores. Con una alta impedancia receptora, los enlaces con RS-485 pueden llegar a tener a lo máximo hasta 256 nodos.

Longitud de Enlace: En un enlace RS-485 puede tener hasta 4000 pies de longitud, comparado con RS-232 que tiene unos límites típicos de 50 a 100 pies.

Rapidez: La razón de bits puede ser tan alta como 10 Mega bits/ segundo. (I-Micro, 2013)

2.6.4 Protocolo MODBUS

Protocolo desarrollado por Modicom para comunicaciones entre controladores lógicos programables, debido a su sencillez y características de tipo abierta, actualmente es empleado por varios fabricantes.

Modo ASCII					
Comienzo de Trama	Dirección	Función	Datos	Control de Errores	Fin de Trama
:	2 bytes	2 bytes	N x 2 bytes	2 bytes	CR + LF

Modo RTU					
Comienzo de Trama	Dirección	Función	Datos	Control de Errores	Fin de Trama
Tiempo de 3 bytes	1 bytes	1 bytes	N x 1 bytes	2 bytes	

Figura 2.3 Formatos Modbus para ASCII y RTU

Fuente: (Automatizacion, 2013)

2.6.4.1 Características

- Control de acceso modalidad maestro / esclavo.
- Se especifican: formato de trama, secuencias y control de errores.
- Variantes en ASCII y RTU.
- Enmarcado en a capa de enlace del modelo de referencia OSI.
- Cada esclavo tiene dirección única.
- Dirección 0 reservada para mensajes de difusión sin respuesta.

(Automatizacion, 2013)

2.6.5 Ethernet

Ethernet es una especificación para redes de área local que comprende el nivel físico y el nivel de enlace de modelo de referencia ISO/OSL. Se implementa en principio sobre una topología bus serie con mecanismo CSMA/CD para el control de acceso al medio (MAC).

Fue desarrollada inicialmente por Xerox Corporation con el apoyo de Intel Corporation y Digital Equipment Corporation, y ha sido la base para el desarrollo del estándar IEEE 802.3 que difiere ligeramente de la especificación Ethernet. (Industrial Ethernet, 2013)

Ethernet se ha convertido rápidamente en un estándar de “facto” por el gran número de equipos que existen en el mercado y la gran cantidad de software desarrollado para esta red.

2.6.6 Medio de transmisión de la red Ethernet

Inicialmente Ethernet fue una red en bus basada en cables coaxiales. Pero estos cables planteaban problemas de fiabilidad, limitaban el alcance geográfico de la red a uno o dos kilómetros e impedían el aumento de la velocidad de la red por encima de los 10 Mbps (megabits por segundo) originales.

Actualmente el cableado mas popular es el par trenzado bajo las denominaciones 10BASE-T y 100BASE-TX (para 10 y 100 Mbps respectivamente). En ambos casos se trata de cables de cobre formados por cuatro pares trenzados apantallados o sin apantallar. Los cables se conectan a los equipos de la red mediante conectores RJ-45 como se puede observar en la figura 2.4.

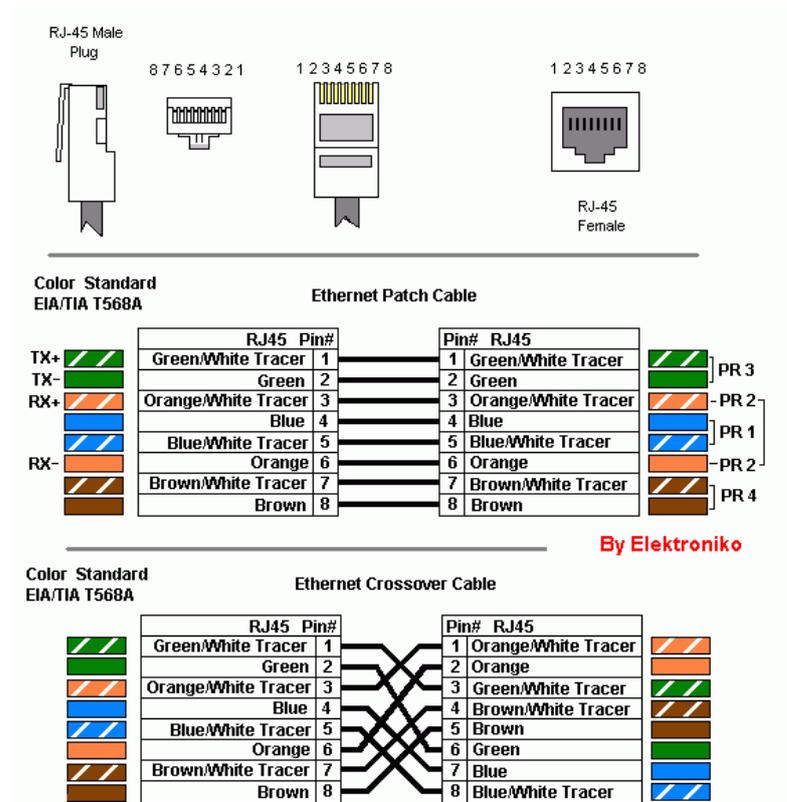


Figura 2.4 Configuración RJ45 tipo A y B en conector RJ45

Fuente: (Sevilla, 2014)

2.6.7 Características de la red Ethernet

Posee características importantes que pueden aportar ventajas esenciales:

- Puesta en marcha rápida gracias a un sistema de conexionado extremadamente simple.
- Alta disponibilidad; las instalaciones existentes se pueden ampliar sin efectos negativos.
- Rendimiento de comunicación prácticamente ilimitado; si se necesita se puede escalar el rendimiento aplicando tecnología de conmutación y elevadas velocidades de transferencia de datos.

- Interconexión de áreas más diversas, como oficina y fabricación.
- Comunicación a escala corporativa gracias a la posibilidad de acoplamiento por WAN (Wide Area Network) como RDSI o internet.
- Seguridad para las inversiones gracias a desarrollos y perfeccionamientos compatibles.
- Reserva de ancho de banda en LAN inalámbrica industrial. (Industrial Ethernet, 2013)

2.7 Red Ethernet conmutada

A medida que se añaden más estaciones a una red Ethernet, el tráfico aumentara, pudiendo llegar a saturar la red. Una solución a este problema consiste en emplear una red conmutada. En este modelo, la configuración típica de la parte central del sistema es un conmutador (switch) de tráfico con espacio para varias tarjetas de conexión (de 4 a 16). Cada tarjeta está conectada en un backplane de alta velocidad y tiene hasta 48 conectores, habitualmente para cableado 10BASE-T o 100 BASE-TX, a través de los que se unen las estaciones al sistema. En otros casos cada tarjeta es un equipo independiente, interconectados entre sí, cuando proceda, por algún sistema de cableado externo que hace las funciones de backplane. (Industrial Ethernet, 2013)

2.8 Medios de comunicación industrial

Una red está formada por un conjunto de dispositivos electrónicos que tienen la habilidad de comunicarse entre ellos, utilizando un medio físico y un idioma común.

La automatización de un proceso industrial requiere la implementación de una red cuando se necesita:

- Controlar un proceso entre varios PLC.
- Compartir información del proceso.
- Conocer el estado de los dispositivos.
- Diagnosticar en forma remota.
- Transferir archivos.
- Reportar alarmas.

Se puede afirmar que los componentes intervienen en una red son: un camino para la comunicación vínculo físico, y, reglas de comunicación que determinan el lenguaje o protocolo. (JAVIER, 2003)

2.8.1 Fibra óptica

La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas. Cada filamento consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor. Cuando la luz llega a una superficie con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuanto mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, mayor será la parte reflejada que cuando se refleja totalmente, se habla entonces de reflexión interna total. Así en el interior de la fibra óptica, la luz se va reflejando contra las paredes en ángulos muy

abiertos, de tal forma que prácticamente avanza por su centro. De este modo, se pueden guiar las señales luminosas sin pérdidas por largas distancias.

La principal ventaja que nos proporciona la fibra óptica es su ancho de banda muy grande, hay sistemas de multiplexación que permiten enviar 32 haces de luz a una velocidad de 10 Gb/s cada uno por una misma fibra, dando lugar a una velocidad total de 320Gb/s.

2.8.2 Cable UTP

UTP son las siglas de *Unshielded Twisted Pair*. Es un cable de pares trenzado y sin recubrimiento metálico externo como se muestra en la figura 2.5, de modo que es sensible a las interferencias. Es importante guardar la numeración de los pares, ya que de lo contrario el efecto del trenzado no será eficaz disminuyendo sensiblemente o incluso impidiendo la capacidad de transmisión. Es un cable barato, flexible y sencillo de instalar.

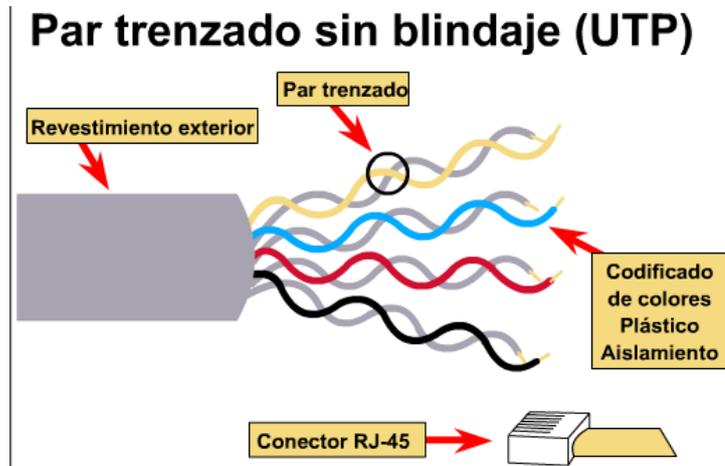


Figura 2.5 Cable UTP

Fuente: (ESDOCS, 2014)

2.8.3 Cable SFTP

El tipo de cable SFTP (Par trenzado completamente blindado para proyección) normalmente emplea múltiples versiones de blindaje metálico con la finalidad de bloquear o inhibir la interferencia externa que pueda corromper las señales que fluyen a través de estos cables, este tipo de cable es una mejora de otros tipos para lograr una máxima protección.

2.9 Switch industrial Startix 8000

Puede conectar simultáneamente de forma temporal y dinámica varios pares de subredes o estaciones como se observa en la figura 2.6; cada conexión dispone de todo el caudal de datos.

El tipo de switch que se propone usa la arquitectura de interruptor y el conjunto de características CISCO catalyst. Están diseñados para satisfacer capacidades de conmutación, desde las aplicaciones más pequeñas, hasta lograr una integración con una infraestructura para toda una planta, proporcionan una red integración con la red empresarial permitiendo una configuración sencilla y diagnostico remoto. (RockWell Automation, 2015)



Figura 2.6 Switch Startix 8000 Rockwell Automation

Fuente: (RockWell Automation, 2015)

2.10 Controlador hibrido HC900 – Honeywell

El controlador hibrido Honeywell HC900, mostrado en la figura. 2.7, es un controlador avanzado de lazo y lógica que ofrece un diseño modular con el tamaño adecuado para satisfacer las necesidades de control y adquisición de datos de una amplia gama de equipos de procesos. La conectividad Ethernet abierta permite, además, el acceso a redes, por medio de diversos programas de software HMI/SCADA.



Figura 2.7 Controlador Híbrido Programable HC900

Fuente: (HoneyWell, 2015)

El software de fácil manejo DISEÑO DE CONTROL HÍBRIDO (Hybrid Control Designer) basado en Windows, que se puede utilizar a través de internet, de un puerto RS232 o de una conexión de modem, simplifica la configuración del controlador y de la interfaz del operador.

El controlador HC900 ofrece control de lazos PID superior y un procesamiento analógico más robusto que la mayor parte de controladores lógicos sin comprometer el rendimiento de la lógica. (HoneyWell, 2015)

2.11 Controlador de flujo ACCULOAD III.net

El AccuLoad III de la figura 2.8 es un instrumento basado en múltiples microprocesadores que se puede configurar para adecuarse a la aplicación. Es capaz de controlar de uno a seis brazos de carga ya sea como instrumento de mezcla o para producto puro.

El dispositivo tiene la flexibilidad para manejar múltiples aplicaciones, mezcladoras, mezclar en proporción directa, mezclar en proporción secundaria y mezclar secuencialmente. Además, cuenta con memoria flash, que le permite fáciles mejoras de firmware y una gran capacidad de almacenaje. (FMC Technologies, 2014)

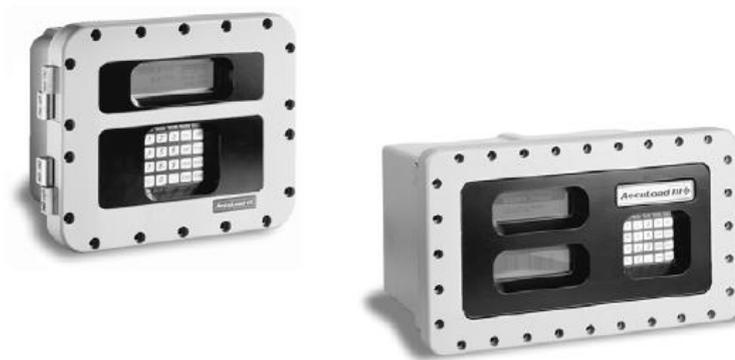


Figura 2.8 Controlador de flujo Accuload III.Net

Fuente: (FMC Technologies, 2014)

2.11.1 Aplicaciones

Las aplicaciones incluyen carga de lotes de alcoholes, gasolinas, anticongelante, aceites lubricantes, aceites combustibles, disolventes, fertilizantes y productos químicos. El sistema es idóneo para cargar camiones, barcasas o vagones de tren en instalaciones de carga, plantas de almacenamiento de grandes, instalaciones de procesamiento y parques de depósitos donde se deben cargar productos puros, así como los productos mezclados. (FMC Technologies, 2014)

2.12 Sensor de nivel VAREC

Es un dispositivo de medición de nivel, tipo mecánico, que emplea un flotador para realizar la medición de nivel mayoritariamente dentro de un tanque; dependiendo del tipo de VAREC si este es eléctrico-mecánico proporcionara una señal de 4 a 20 mA para emplearse en un sistema de integración. En la figura 2.9 se puede observar el funcionamiento de un sensor de nivel VAREC. (VAREC, 2010)

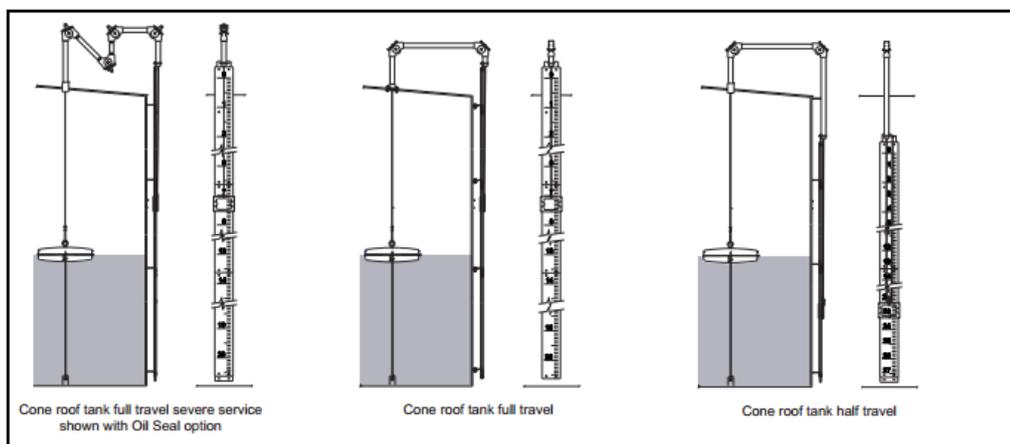


Figura 2.9 Funcionamiento de un VAREC - Corte lateral de un tanque

Fuente: (VAREC, 2010)

2.13 Variador POWER FLEX 400

El variador de CA PowerFlex 400 de la figura 2.10 es fácil de instalar sirve para sistemas mecánicos de ventilación y bombeo, además de que ofrece una amplia gama de características incorporadas que permiten realizar la integración transparente de sistemas de montaje de calefacción, ventilación y aire acondicionado. El variador PowerFlex 400 está diseñado para satisfacer las demandas de flexibilidad, ahorro de espacio y facilidad de uso. (RockWell Automation, 2015)



Figura 2.10 PowerFlex 400

Fuente: (RockWell Automation, 2015)

CAPITULO 3: ARQUITECTURAS Y LEVANTAMIENTOS DE LOS SISTEMAS A INTEGRAR

3.1 Normas y especificaciones

Los estándares presentados en la tabla 3.1 son los requerimientos mínimos para el diseño de la arquitectura de Automatización del Terminal de bahías de EP Petroecuador, en principio estas normas se emplean tanto para el diseño e instalación de sistemas en donde el riesgo es muy alto considerando el área en el cual se realizan los diferentes trabajos, estas normas dictan los lineamientos mínimos a seguir dentro de la instalación, así como también, la uniformidad de la simbología a emplearse al momento de la elaboración de planos. A continuación en la tabla 3.1 se detalla algunas de las normas que emplea EPPETROECUADOR, entre las que se destacan API (American Petroleum Institute), NEMA (National Electric Manufacturers Institute) y ATEX (Atmosphere Explosive).

El departamento de mantenimiento eléctrico y electrónico debe de seguir hacer cumplir las normas establecidas en el Código Eléctrico Nacional (NEC), ya que es el reglamento nacional de protección contra incendios (NFPA).

Además se da cumplimiento de las normas ANSI/ISA 5 en el desarrollo de planos de instrumentación y NEMA ICS 19 para la elaboración de planos eléctricos.

Tabla 3.1 Tabla de Normas Internacionales empleadas por la Ep Petroecuador

Fuente: (Estrada, 2014)

EIA	Electronic Industries Alliance
IEC	International Electro-technical Commission (IEC)
NFPA 70	National Electrical Code (NFPA 70)
NFPA 75	Standards for Protection of Data Processing Equipment (NFPA 75)
ANSI	American National Standards Institute (ANSI)
API	American Petroleum Institute (API)
ISA	Instrument Society of America (ISA)
NEMA	National Electrical Manufacturers Institute (NEMA)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE)
FM	Factory Mutual (FM)
ATEX	ATmosphere EXplosive (ATEX)
TUV	Technische Überwachungs-Verein (TÜV)
AWG	American Wire Gauge (AWG)
IOS/OSI	International Standards Organization/Open System Interconnection SO/OSI)
OSHA	OUCCpational Safety and Health Administration (OSHA)
FCC	Federal Communications Commission.(FCC)
NEC	National Electrical Code (NEC)

3.2 Arquitecturas para la conexión de las bahías de carga

Las arquitecturas son muy importantes en las redes industriales ya que son las especificaciones de los componentes físicos de una red y su configuración, a continuación se muestran las arquitecturas necesarias para la integración de bahías de la terminal Pascuales.

3.2.1 Topología para el conexionado de los controladores de flujo

La topología a emplear al momento del cableado físico de los controladores de flujo será tipo estrella, esto en lo que abarca las bahías y los concentradores locales; la topología desde el concentrador final hacia el cuarto de control será anillo redundante empleando Fibra Óptica mono-modo de 64 canales.

3.2.2 Arquitectura general de control

En la figura 3.1 se presenta la arquitectura de control general, de los computadores de flujo hacia los servidores Experion; como se aprecia en la figura, se emplean concentradores de señal con características POE (Power Over Ethernet) divididos en dos grupos; el concentrador final hacia los servidores son de características administrables y de tipo SFTP particularmente CISCO, la conversión la realiza por medio de transivers de FO hacia un segundo concentrador de similares características y la salida de este se dirige a los distintos servidores Experion.

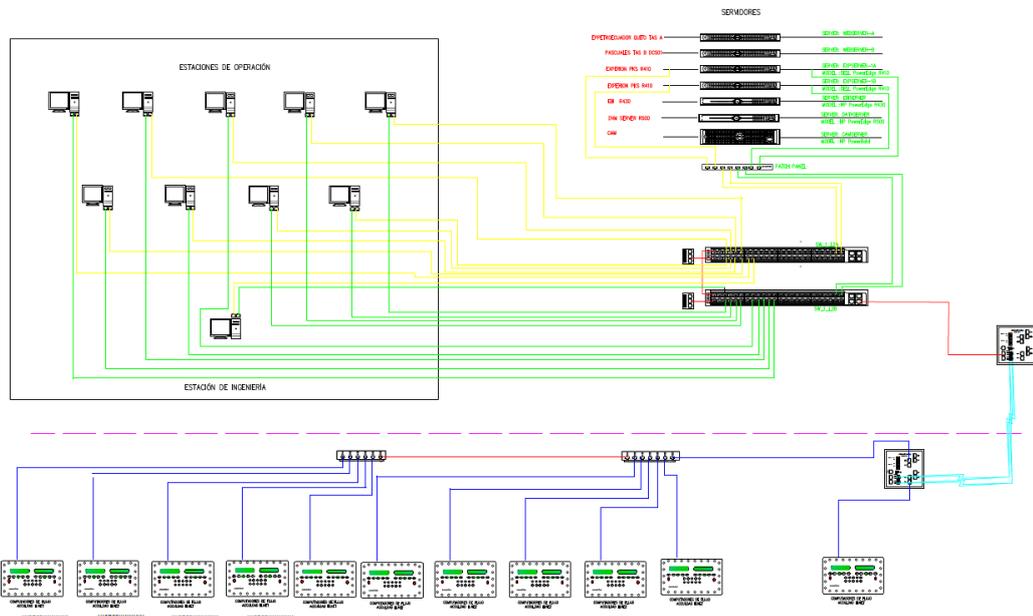


Figura 3.1 Arquitectura General para la integración de los controladores de flujo

Fuente: (NICOLA, 2015)

3.3 Levantamiento de los sistemas a integrar

Dentro del alcance de este proyecto se deberá incluir otros sub-sistemas como son el sistemas de valvulería, desde este enfoque se indicara como integrar estas señales hacia el servidor Experion.

La funcionalidad del Terminal Pascuales se refleja en dos zonas o áreas claramente delimitada en funciones y operaciones cada una con sus respectivos subsistemas, estas son el área de Poliducto-Reductora y el área de Despacho.

3.4 Sistema de despacho

El sistema de despacho lo comprenden las líneas de interconexión o denominadas líneas de despacho en las cuales transita el producto desde los tanques de almacenamiento hasta las bahías de carga. En la figura 3.2 se aprecian las líneas que bajan de estación reductora hacia despacho.



Figura 3.2 Tuberías de conexión entre tanques de almacenamiento a tanques de despacho e islas de carga

Fuente: (NICOLA, 2015)

En la tabla 3.2 se aprecian los TAG de las diferentes válvulas a integrar a la Master Station. Estas válvulas MOV deberán de ser integradas a la Master Station ubicada en el área de Despacho. La comunicación hacia los servidores Experion deberá ser mediante comunicación Ethernet.

Tabla 3.2 Tipos de señales a integrar dentro de la zona de despacho

Fuente: (NICOLA, 2015)

TAG/NOMBRE	TIPO SEÑAL	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
MOV	COMM MODBUS -RS485	Válvula con actuador Limitorque	Línea de Diésel
MOV	COMM MODBUS -RS485	Válvula con actuador Limitorque	Descarga a Súper 56
MOV	COMM MODBUS -RS485	Válvula con actuador Limitorque	Conexión con de línea de Diésel con línea de diésel liner negro
MOV	COMM MODBUS -RS485	Válvula con actuador Limitorque	Conexión a tanques de despacho
MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Se encuentra en el final de la línea, por las bombas de despacho

3.5 Tanques de despacho de diesel, gasolina, destilado y nafta

Se deberá tener en cuenta que en el cubeto de tanques de despacho existen aún válvulas manuales en las cuales se deberán instalar actuadores Limitorque, el número de válvulas que serán objeto de instalación de actuadores es de: 3



Figura 3.3 Tanques de almacenamiento de combustible para despacho hacia bahías de carga del terminal Pascuales

Fuente: (NICOLA, 2015)

El proyecto planteado en primera instancia tiene como alcance la integración de las diferentes bahías de carga, así como las válvulas motorizadas que se requerirían para lograr tener un mejor control al momento de realizar las diferentes maniobras también se deberán integrar señales de los medidores de nivel tipo flotador de la zona de tanques de almacenamiento para lo cual se realizó el levantamiento de necesidades a nivel de comunicación como se presenta en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Requerimiento de comunicación de los VAREC en zona de despacho

Fuente: (NICOLA, 2015)

TAG	PRODUCTO	(m3)	OBSERVACIONES	VÁLVULAS MOTORIZADAS			
				TAG	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
TP-01-3651	DIESEL 2	3360	Medición de Nivel - VAREC	MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de entrada a TP-01, L#: DSDTQ17-18-19-20ATQ1-2
				MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de salida de TP-01, L#: DSDTQ1ABB
				MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de salida de TP-01, L#: DIESEL
TP-02-3651	DIESEL 2	3360	Medición de Nivel - VAREC	MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de entrada a TP-02, L#: DSDTQ17-18-19-20ATQ1-2
				MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de salida de TP-02, L#: DSDTQ2ABB
				MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de salida de TP-02, L#: DIESEL
TP-03-3652	DESTILA DO1	565	Medición de Nivel - VAREC	MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de entrada a TP-03, L#: DSDTQ21-22-ATQ3
				MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de salida de TP-03, L#: DSDTQ3ABB

TAG	PRODUCTO	(m3)	OBSERVACIONES	VÁLVULAS MOTORIZADAS			
				TAG	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
TP-04-3653	DESTILADO1	565	Medición de Nivel - VAREC	MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de entrada a TP-04, L#: DSDTQ21-22-ATQ4
				MOV	COMM MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicado en la línea de salida de TP-04, L#: DSDTQ4ABB
TP-05-3654	NAFTA FORMULADA	425	Medición de nivel VAREC	MOV	MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicada en la línea de entrada a TP-05, L#:GSDT10ATQ05
				MOV	MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicada en la línea de salida de TP-05, L#:GSABBDTQ05
TP-06-3655	NAFTA FORMULADA	425	Medición de nivel VAREC	MOV	MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicada en la línea de entrada a TP-06, L#:GEDTQ10ATQ06
				MOV	MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicada en la línea de salida de TP-06, L#:GSABBDTQ06
				MOV	MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicada en la bifurcación de la línea de salida de TP-06, GSABBDTQ06
TP-07-3656	GASOLINA 80	1550	Medición de nivel VAREC	MOV	MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicada en la línea de entrada a TP-07, L#:GEDTQ9-11-12ATQ07
				MOV	MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicada en la línea de salida de TP-07,

TAG	PRODUCTO	(m3)	OBSERVACIONES	VÁLVULAS MOTORIZADAS			
				TAG	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
TP-08-3657	GASOLINA 92	1550	Medición de nivel VAREC	MOV	MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicada en la línea de entrada a TP-08, L#:GEDTQ9-11-12ATQ8
				MOV	MODBUS RS485	Válvula motorizada con actuador Limitorque	Ubicada en la línea de salida de TP-08, L#:GEDTQ08ABB

Todos los tanques de despacho de Gasolinas y Diesel tienen un sistema de inventario de tanques VAREC Series 2500 Modelo B, para la visualización de los mismos se utiliza el software HMI SCADA como se muestra en la figura 3.4, dicha estación ese encuentra físicamente ubicada en el cuarto de operaciones.

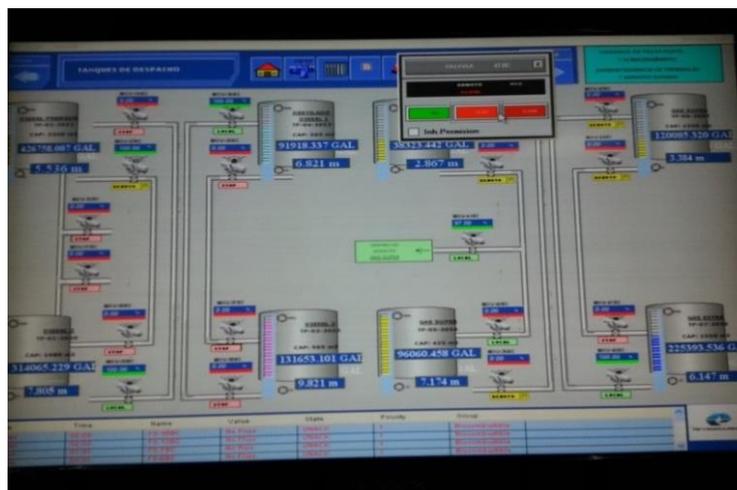


Figura 3.4 Scada del sistema de despacho de combustible del terminal Pascuales

Fuente: (NICOLA, 2015)

3.6 Bombas de despacho y descarga hacia islas de carga

Esta sección se divide en las bombas de despacho de los combustibles, las líneas de descarga de las bombas hacia los brazos de despacho pasando por los pulmones de filtrado y el filtrado de jet fuel que se encuentra en la estación del terminal de despacho, mostrado en la figura 3.5.



Figura 3.5 Bombas de despacho y de descarga hacia las islas.

Fuente: (NICOLA, 2015)

3.7 Motores y Bombas:

En la tabla 3.4 se presenta el cuadro de distribución de las bombas para despacho de combustibles en el terminal pascales.

Tabla 3.4 Cuadro de distribución de sala de bombas del terminal Pascuales

Fuente: (NICOLA, 2015)

TAG/NOMBRE	TIPO ARRANQUE	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	VALVULAS MOTORIZADAS					
				SUCCION			DESCARGA		TIPO DE SEÑAL
				TAG	MOV	MAN	MOV	MAN	
BOMBA 01		Bomba de 20HP de Diésel	Bomba de despacho, a la succión se conecta la línea: DSTQ17-18-19-20-21-22 y la descarga se conecta la línea: DSABR7-22-23	MOV	X				COMM MODBUS RS485
				MOV			X		COMM MODBUS RS485
BOMBA 02		Bomba de 20HP de Diésel	Bomba de despacho, a la succión se conecta la línea: DSTQ17-18-19-20-21-22 y la descarga se conecta la línea: DSABR7-22-23	MOV	X				COMM MODBUS RS485
				MOV			X		COMM MODBUS RS485
BOMBA 03		Bomba de 20HP de Gasolina Extra y Pre mezcla	Bomba de despacho, a la succión se conectan las líneas: PREMEZCLADTQ35 y GE7-9-11-12-15ABB, a la descarga se conectan las líneas: PREMEZCLAABR11 y GEABR10-13-14-19-20	MOV	X				COMM MODBUS RS485
				MAN		X			N/A
				MAN				X	N/A
				MAN				X	N/A
BOMBA 04		Bomba de 20HP de JETFUEL	Bomba de despacho, a la succión se conecta la línea: JETFUELDTQ28-29ABB y la descarga se conecta la línea: JETFUELABR17-18, no tiene válvula a la descarga.						
				MAN				X	N/A
BOMBA 05		Bomba de 20HP de PREMEZCLA	Bomba de despacho, a la succión se conecta la línea: PREMEZCLADT35 y la descarga se conecta la	MOV	X				COMM MODBUS RS485
				MOV			X		COMM MODBUS RS485

TAG/NOMBRE	TIPO ARRANQUE	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	VALVULAS MOTORIZADAS					
				SUCCION			DESCARGA		TIPO DE SEÑAL
				T A G	M O V	M A N	M O V	M A N	
			línea: PREMEZCLAABR11						
BOMBA 06		Bomba de 20HP de JETFUEL	Bomba de despacho, a la succión se conecta la línea: JETFUELDTQ28-29ABB y la descarga se conecta la línea: JETFUELABR17-18, no tiene válvula a la descarga.	M A N				X	N/A
BOMBA 07		Bomba de 20HP de Gasolina Súper	Bomba de despacho, a la succión se conecta la línea: GSDTQ5-6-8ABB y la descarga se conecta la línea: GSABR16, no tiene válvula a la descarga.	M A N		X			N/A
				M A N				X	N/A
BOMBA 08		Bomba de 30HP de Diésel y Destilado	Bomba de despacho, a la succión se conectan las líneas: DS1DTQ4 y DSDTQ1-2, a la descarga se conectan las líneas: DSABR7-22-23, DSABR4-5-6-21-24, DSABR1-2-3, DESTILADOABR8, no tiene válvulas a la descarga.	M A N		X			N/A
				M A N		X			N/A
				M A N		X			N/A
				M A N				X	N/A
				M A N				X	N/A
				M A N				X	N/A
BOMBA 9		Bomba de gasolina extra	A la succión se conecta la línea GE-DTQ-9-11-12-15 y GEDTQ7ABB	M A N		X			N/A

TAG/NOMBRE	TIPO ARRANQUE	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	VALVULAS MOTORIZADAS					
				SUCCION			DESCARGA		TIPO DE SEÑAL
				TAG	MOV	MAN	MOV	MAN	
			y a la descarga GE-A-BR-10-12-13-14-19-20; no tiene MOV ni en descarga ni en succión.	MAN				X	N/A
BOMBA 10		Bomba de gasolina extra	A la succión se conecta la línea GE-DTQ9-11-12-15-ABB y a la descarga GE-A-BR-10-12-13-14-19-20	MOV	X				COMM - MODBUS RS485
				MOV			X		COMM - MODBUS RS485
BOMBA 11		Bomba de gasolina extra	A la succión se conecta la línea GE-DTQ7-ABB y a la descarga GE-A-BR-10-12-13-14-19-20	MOV	X				COMM - MODBUS RS485
				MAN				X	N/A
BOMBA 12		Bomba de gasolina súper	A la succión se conecta la línea GS-DTQ5-6-ABB y a la descarga GS-A-BR-15-16	MOV	X				COMM - MODBUS RS485
				MAN				X	N/A
BOMBA 13		Bomba de gasolina súper	A la succión se conecta la línea GS-DTQ5-6-ABB y a la descarga GS-A-BR-15-16	MAN		X			N/A
				MAN				X	N/A
BOMBA 14		Bomba de gasolina súper y extra	A la succión se conecta la línea GS-DTQ5-6-ABB y la línea GE-DTQ7ABB y a la descarga GS-A-BR-9	MOV	X				COMM - MODBUS RS485
				MOV	X				COMM - MODBUS RS485
				MOV			X		COMM - MODBUS RS485
BOMBA 15		Bomba de gasolina súper y extra	A la succión se conecta la línea GS-DTQ10-11-ABB y la línea GE-	MOV	X				COMM - MODBUS RS485

TAG/NOMBRE	TIPO ARRANQUE	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	VALVULAS MOTORIZADAS					
				SUCCION			DESCARGA		TIPO DE SEÑAL
				T A G	M O V	M A N	M O V	M A N	
			DTQ7ABB y a la descarga GE-A-BR-10-12-13-14-19-20	M A N		X			N/A
				M O V			X		COMM - MODBUS RS485
BOMBA 16		Bomba de gasolina súper y extra	A la succión se conecta la línea GSDTQ10-11-ABB y la línea GE-DTQ7ABB y a la descarga GE-A-BR-10-12-13-14-19-20	M O V	X				COMM - MODBUS RS485
				M A N		X			N/A
				M O V			X		COMM - MODBUS RS485
BOMBA 17		Bomba de gasolina extra	A la succión se conecta la línea GE-DTQ7-ABB y a la descarga GE-A-BR-10-12-13-14-19-20	M O V	X				COMM - MODBUS RS485
				M O V			X		COMM - MODBUS RS485
BOMBA 18		Bomba de 10HP de Diesel	A la succión se conecta la línea: GEDTQ7-ABB y a la descarga se conecta la línea: GE-A-BR-11	M A N		X			N/A
				M O V			X		COMM MODBUS RS-485
BOMBA 19		Bomba de 15HP de Diesel	A la succión se conecta la línea: DS1DTQ-4ABB y a la descarga se conecta la línea: DS-PRE-A-BR-8	M A N		X			N/A
				M A N				X	N/A
BOMBA 20		Bomba de 20HP de Diesel y Gasolina Extra	A la succión se conecta la línea: DIESEL y GEDTQ7ABB; y a la descarga se conecta la línea: DSABR-7-22-23	M O V	X				COMM MODBUS RS-485
				M A N		X			N/A

TAG/NOMBRE	TIPO ARRANQUE	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	VALVULAS MOTORIZADAS					
				SUCCION			DESCARGA		TIPO DE SEÑAL
				T A G	M O V	M A N	M O V	M A N	
				M O V			X		COMM MODBUS RS-485
BOMBA 21		Bomba de 20HP de Diesel	A la succión se conecta la línea: DSQTQ1- 2ABB y a la descarga se conecta la línea: DSABR4-5-6-21-24	M A N		X			N/A
				M A N				X	N/A
BOMBA 22		Bomba de 20HP de Diesel	A la succión se conecta la línea: DSQTQ1- 2ABB y a la descarga se conecta la línea: DSABR4-5-6-21-24	M A N		X			N/A
				M A N				X	N/A
BOMBA 23		Bomba de 20HP de Diesel	A la succión se conecta la línea: DSQTQ1- 2ABB y a la descarga se conecta la línea: DSABR1-2-3	M O V	X				COMM MODBUS RS-485
				M O V			X		COMM MODBUS RS-485
BOMBA 24		Bomba de 20HP de Diesel	A la succión se conecta la línea: DSQTQ1- 2ABB y a la descarga se conecta la línea: DSABR1-2-3	M O V	X				COMM MODBUS RS-485
				M O V			X		COMM MODBUS RS-485
BOMBA 25		Bomba de 60HP de Diesel	A la succión se conecta la línea: DSQTQ1-2-17- 18-19-20ABB y a la descarga se conecta la línea: DSABR4-5-6-10- 15	M O V	X				COMM MODBUS RS-485
				M O V			X		COMM MODBUS RS-485
JET FUEL AREA DE FILTRADO									
BOMBA		Bomba de Jet Fuel con indicadores de presión en la succión y en la descarga.	A la succión se conecta la línea de los tanques y a la descarga envía producto a los filtros. En área de filtrado	M O V	X				COMM - MODBUS RS485
				M A N				X	N/A

TAG/NOMBRE	TIPO ARRANQUE	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	VALVULAS MOTORIZADAS					TIPO DE SEÑAL
				SUCCION			DESCARGA		
				TAG	MOV	MAN	MOV	MAN	
BOMBA		Bomba de Jet Fuel con indicadores de presión en la succión y en la descarga.	A la succión se conecta la línea de los tanques y a la descarga envía producto a los filtros. En área de filtrado	M	X				COMM - MODBUS RS485
				O				X	N/A
BOMBA	Directo	Bomba pequeña.	A la succión se conecta de la línea de entrada de una de las bombas principales y a la descarga envía producto a un tanque y luego pasa a un filtro. En área de filtrado	M		X			N/A
				A					
				N					

Dentro de la estructura de sala de bomba se recomienda realizar los siguientes cambios con la finalidad de optimizar los recursos y minimizar la cantidad actual, para ello se recomienda fusionar dos o más bombas por una sola de mayor dimensión controladas por un variador de frecuencia, dentro del levantamiento se observó que se requeriría una modificación en alrededor de doce bombas de despacho, dado que el alcance dl proyecto no es este se limitara a entregar una posible distribución.

Bomba N° 07, 13: deberá ser remplazadas por una sola bomba con variador para despacho de gasolina Súper.

Bomba N° 09, 11: deberá ser remplazadas por una sola bomba con variador para despacho de gasolina Extra.

Bomba N° 16, 17: deberá ser remplazadas por una sola bomba con variador para despacho de gasolina Extra.

Bomba N° 21, 22: deberá ser remplazadas por una sola bomba con variador para despacho de Diésel.

Bomba N° 23, 24: deberá ser remplazadas por una sola bomba con variador para despacho de Diésel.

Bomba N° 15: deberá ser reemplazada por una bomba con variador para despacho de gasolina Súper y Extra.

Bomba N° 18: quedará fuera de servicio.

Por lo tanto la sala de bombas quedará de la siguiente manera: 2 bombas con arranque suave y 17 bombas con variador de frecuencia.

3.7.1 Bombas con Arranque Directo:

Entradas:

Estado funcionamiento Local

Estado funcionamiento Remoto

Estado de funcionamiento de la bomba

Estado de falla

Salidas:

Encendido de la bomba

Apagado de la bomba

3.7.2 Bombas con variador:

Las bombas que se modifiquen o reemplacen por un VDF o arrancador suave deberán contar con un mínimo de requerimientos para su integración tanto en su entrada como en su salida.

Entradas:

Comunicación MODBUS RTU para obtener:

- Estado funcionamiento Local
- Estado funcionamiento Remoto
- Estado de funcionamiento de la bomba
- Estado de falla

Salidas:

Encendido de la bomba

Apagado de la bomba

3.7.3 Bombas con Arranque Suave:

Salidas:

Encendido de la bomba

Apagado de la bomba

3.8 Instrumentación

La instrumentación necesaria para un mejor control tanto para el despacho como los sub-sistemas de tanques de almacenamiento deberá estar correctamente identificado tanto en rango como tipo de señal de forma que al realizar los P&ID se encuentren correctamente definidos y ubicados como se presenta en la tabla 3.5

Tabla 3.5 Levantamiento de instrumentación existente en zona de despacho

Fuente: (NICOLA, 2015)

TAG/NOMBRE	RANGO PROCESO	TIPO SEÑAL	RANGO SEÑAL	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FS3BC	N/A	DI	110 VAC	Switch de flujo	Ubicado en la línea de descarga: PREMEZCLAABR11
FS7BC	N/A	DI	110 VAC	Switch de flujo	Ubicado en la línea de succión de la Bomba 01
PIT	0-100 PSI	AI	4 - 20 mA	Transmisor de presión marca Druck, modelo RTX 1000H	Ubicado en la línea de descarga de la Bomba 01
FS8BC	N/A	DI	110 VAC	Switch de flujo	Ubicado en la línea de succión de la Bomba 02
PIT	0-100 PSI	AI	4 - 20 mA	Transmisor de presión marca Druck, modelo RTX 1000H	Ubicado en la línea de descarga de la Bomba 02
PIT	0-150 PSI	AI	4 - 20 mA	Transmisor Indicador de Presión marca Allen Bradley Cat. 836E-DC1EN1-D4,	Ubicado en la línea de descarga de la Bomba 03
PIT	0-150 PSI	AI	4 - 20 mA	Transmisor Indicador de Presión marca Allen Bradley Cat. 836E-DC1EN1-D4,	Ubicado en la línea de descarga de la Bomba 05
PIT	10-150 PSI	AI	4 - 20 mA	Transmisor Indicador de Presión marca Allen Bradley Cat. 836E-DC1EN1-D4,	Ubicado en la línea de descarga de la Bomba 08
PIT	0-150PSI	AI	4 - 20mA	Transmisor Indicador de Presión marca Allen Bradley Cat. 836E-DC1EN1-D4,	se encuentra en la descarga de la bomba # 12

TAG/NOMBRE	RANGO PROCESO	TIPO SEÑAL	RANGO SEÑAL	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #11
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #12
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #13
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #14
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #15
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #16
PSH	0-150PSI	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca Allen Bradley Cat. 836E-DC1EN1-D4,	se encuentra en la salida de la bomba #17
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #18
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #19
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #20
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #21
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #22
PSH	5-150PSIG	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca The Mercoid Corporation	se encuentra en la salida de la bomba #23
PSH	0-150PSI	DI	110 VAC	Transmisor Indicador de Presión marca Allen Bradley Cat. 836E-DC1EN1-D4,	se encuentra en la salida de la bomba # 25

En la figura 3.6 se puede observar las líneas de conexión (descarga) entre bombas y brazos de despacho y pulmones de filtrado. En las líneas de conexión entre las bombas de despacho los pulmones de filtrado y los brazos de conexión de las islas de carga, existen 7 válvulas manuales, mismas que se les deberán instalar actuadores Limitorque.



Figura 3.6 líneas de conexión (descarga) entre bombas y brazos de despacho

Fuente: (NICOLA, 2015)



Figura 3.7 pulmones de filtrado

Fuente: (NICOLA, 2015)

En la figura 3.7 se aprecian los pulmones, previo a la entrega hacia las bahías de carga, estos tienen la tarea de reducir la cantidad de vapor existente en la línea de despacho evitando de esta forma un posible golpe de ariete que podría ocasionar daños a la estructura de los trenes de descarga.

3.9 Filtrado de jet fuel en estación terminal de despacho

En el área de filtrado de Jet Fuel de la Estación Terminal de Despacho que se muestra en la figura 3.8 existen tres pulmones de filtrado y cada pulmón tiene una válvula manual en la entrada y una a la salida, dando un total de **6** válvulas manuales, mismas que requerirán la instalación de actuadores Limitorque.



Figura 3.8 filtrado de jet fuel en estación terminal de despacho

Fuente: (NICOLA, 2015)

3.10 Distribución de área de despacho de terminal

El terminal Pascuales de la EPP se encuentra dividido en dos áreas zona de despacho y estación reductora. En la zona de despacho tiene como cobertura los diferentes tanques de almacenamiento y los distintos controladores de flujo volumétrico (bahías de carga). Mientras que la estación reductora posee las líneas de recepción de los distintos poliductos así como los tanques de recepción para el despacho de productos limpios.

3.10.1 Zona de despacho

Para el sistema de control sugerido se estima que cada Accuload III .net entregará un aproximado de 180 datos.

3.10.2 Islas de carga

En la figura 3.9 se puede apreciar las islas de carga de la terminal Pascuales con sus diferentes bahías. Los brazos destinados para la descarga de los diferentes productos son de tipo manual, el despacho será establecido por un Sistema automatizado con la finalidad de despachar los productos en la cantidad adquirida por las diferentes comercializadoras y entregadas al transportista. El control y monitoreo del producto será realizado por un controlador de flujo y mediante controlado mediante un HMI Experion PKS.



Figura 3.9 Islas de Carga

Fuente: (NICOLA, 2015)

En la tabla 3.6 se presenta la distribución de las diferentes bahías con sus respectivos productos.

Tabla 3.6 Cuadro de distribución de bahías de carga del terminal Pascuales

Fuente: (Estrada, 2014)

# ISLA	# ACCULOADS	BRAZOS		
		# BRAZOS	BRAZO	PRODUCTO
1	1 ACC	2	1	DIESEL
2			2	DIESEL
3	1 ACC	2	3	DIESEL
4			4	DIESEL
5	1 ACC	2	5	DIESEL
6			6	DIESEL
7	1 ACC	3	7	DIESEL
			19	EXTRA
8			8	DESTILADO
9	1 ACC	3	9	SUPER
			10	EXTRA
10			24	DIESEL
11	1 ACC	2	11	ECOPAÍS, EXTRA
12			12	ECOPAÍS, EXTRA
13	2 ACC	4	13	EXTRA
			22	DIESEL
14			14	EXTRA
			23	DIESEL
15	2 ACC	4	15	SUPER
			20	EXTRA
16			16	SUPER
			21	DIESEL

3.11 Integración de la zona despacho, computadores de flujo y equipos asociados.

El Terminal de Despacho comprende de islas de carga que demandan sistemas de alta confiabilidad para el correcto funcionamiento y despacho de combustible. Existen 18 islas de carga cada una con sus respectivos brazos repartidos de la siguiente manera:

Tabla 3.7 Cuadro de distribución de islas, bahías y brazos de carga del terminal Pascuales

Fuente: (Estrada, 2014)

ISLA		BAHIA	COM		BRAZO		
1	2	1	F1		1: DIESEL	2: DIESEL	
3	4	2	F2		3: DIESEL	4: DIESEL	
5	6	3	F3		5: DIESEL	6: DIESEL	
7	8	4	F4		7: DIESEL	8: DIESEL/DESTILADO	19: EXTRA
9	10	5	F5		9: EXTRA/SUPER	10: EXTRA	24: DIESEL
11	12	6	F6		6: EXTRA/ECOPAIS	1: EXTRA/ECOPAIS	
13	14	7	F7	F8	13: EXTRA	14: EXTRA	
15	16	8	F9	F10	15: SUPER	16: SUPER	
17	18	9	F11		17: JET FUEL	18: JET FUEL	

3.12 Sistema TAS

Los auto-tanques serán registrados al momento de su arribo al Terminal mediante un sistema de biometría y tarjetas electrónicas. Los conductores serán identificados mediante un esquema biométrico. El Sistema TAS en comunicación constante con los demás sub-sistemas deberá registrar el progreso o avance del camión desde el momento que entra, pasando por el área de carga, hasta la garita de salida.

El Sistema TAS, una vez se realice la identificación del camión y del conductor, estará en capacidad de determinar el(los) producto(s) a cargar y la cantidad

correspondiente. En base a esto se generará el permiso para proceder con el despacho del producto, se indicará claramente al conductor la isla o islas a ser usada así como los tipos de producto y el volumen que será cargado.

El operador confirmara el despacho que será realizado mediante el Computador de Flujo Accuload III.net quien en conjunto con el Sistema TAS permitirá el inicio de la carga de producto. La carga será automáticamente finalizada de acuerdo a las rampas de carga que habitualmente se utilizan por tipo de producto y por tipo de elemento de medición (básculas camioneras, medidores de flujo de desplazamiento positivo, medidores de flujo tipo turbina etc.). En el caso particular del Terminal Pascuales el elemento sensor será el medidor de flujo existente.

El Sistema TAS continuamente “leerá” los niveles de los tanques de producto de un Sistema Automático de Niveles de Tanques de ENRAF, en la tabla 3.7 se describe los tanques de la zona de despacho y su respectivo producto.

El sistema Experion a través del HC900 controlará las válvulas motorizadas asociadas a la alineación de la recirculación de los tanques mediante las Master Station. Por otra parte, el sistema TAS estará en capacidad de determinar si se tiene suficiente producto y así enviar las alertas necesarias para el cambio de tanques o reposición de inventarios. Toda la información será desplegada en las estaciones de operación localizadas en la sala de control.

Tabla 3.8 Cuadro de distribución de tanques de despacho en el terminal pascuales

Fuente: (NICOLA, 2015)

TANQUE	PRODUCTO
TP-01	DIESEL PREMIUM
TP-02	DIESEL 2
TP-03	DIESEL 2
TP-04	DESTILADO 1
TP-05	GASOLINA SUPER
TP-06	GASOLINA SUPER
TP-07	GASOLINA EXTRA
TP-08	GASOLINA SUPER

3.13 Integración del sistema de inventario de tanques

Configuración de comunicación Modbus TCP con sistema de inventario, puntos y gráficos para monitoreo y controles asociados de hasta diez (10) tanques de almacenamiento. Específicamente para la Zona de despacho se integrarán los 8 tanques que se encuentran divididos de la siguiente manera:

3.14 Integración con *Master Station* existente

La estación maestra deberá ser configurada para comunicación modbus TCP, puntos y gráficos para monitoreo y control de alrededor de 75 válvulas motorizadas, distribuidas en dos estaciones maestras existentes, en una de estas se integra las señales

de las válvulas que corresponden al área de despacho y otra a corresponderá a la estación reductora pero no es parte de nuestro alcance.

Adicional se deberá contar con la Configuración de lógicas de control asociadas a la alineación de los ramales de distribución tanto principales como secundarios y el ramal de despacho.

3.15 Integración del sistema de Bombeo

Configuración de lógica de control para el arranque y paro de las bombas de acuerdo a la disponibilidad de tanques, recetas de mezclas y necesidades de despacho.

Configuración de comunicación modbus TCP con sistema de la plataforma de control, puntos y gráficos para control y monitoreo la lógica configurada en el PLC.

Cableado y conexión de señales de campo dentro de los gabinetes de control suministrados.

En el área de despacho se tienen 25 bombas en la sala de bombas y 6 bombas en el área de etanol.

Las bombas de despacho funcionarán a través de un variador Power Flex 400 por lo que será necesario realizar un cableado específico a este equipo para el correcto funcionamiento del sistema.

Los diagramas de conexión servirán de base para detallar y definir las responsabilidades de Equipos y Controles Industriales.

3.16 Diagramas de conexión

En esta sección se detalla los diferentes conexiones de los elementos de control así como los dispositivos recomendados en sala de bombas del terminal pascuales.

3.16.1 Conexión bombas de despacho

Es necesario instalar un switch de dos posiciones con tres contactos para cada bomba de despacho, con el fin de realizar el control ya sea **Localmente** desde la botonera o pulsadores ubicados en Campo o **Remotamente** mediante el control proveniente del HC900. El encendido y apagado de las bombas serán controladas a través de un variador de velocidad Power Flex 400, y este comandado por las salidas digitales del HC900 ubicado en el gabinete de control. La conexión del variador se muestra a continuación en la figura 3.10.

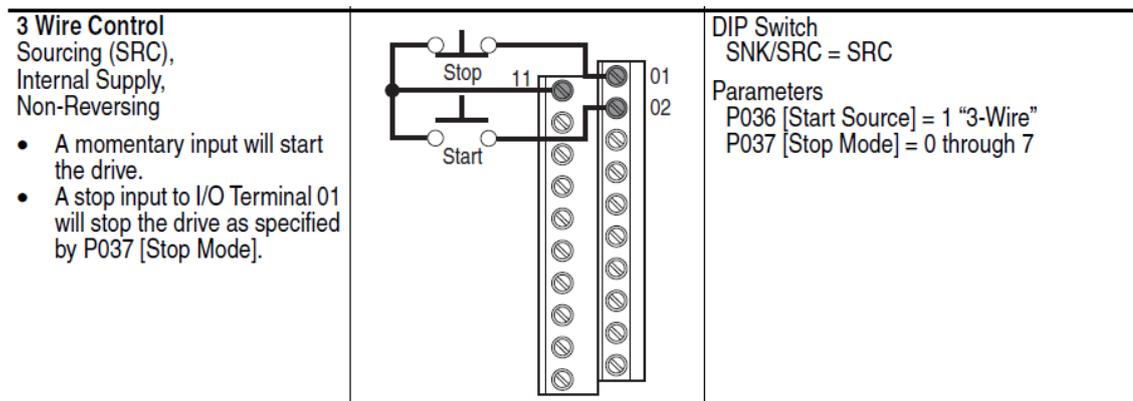


Figura 3.10 Conexión del variador de frecuencia PowerFlex400 de Rockwell

Fuente: (RockWell Automation, 2015)

Según el diagrama de conexión, el Pin 11 del variador nos entrega 24 Vdc que será la alimentación para el contacto del relé instalado en el gabinete, por lo que es necesario tender cable desde los variadores hasta el cuarto de control de despacho, donde se realizará el conexionado al HC900.

Los contactos del switch mencionado anteriormente se los utilizaría de la siguiente manera:

- El primer contacto para el mando de Stop.
- El segundo contacto para el mando de Start.
- El tercer contacto será una entrada digital al HC900 para indicar la posición Local/Remoto..

3.16.2 Conexión de módulos de HC900

En esta sección se detalla el conexionado de los diferentes módulos que se integraran al controlador híbrido HC900

3.16.3 Conexión de módulos de entrada digital

El diagrama de conexión para los módulos de entrada digital se muestra en los Anexos a este módulo llegan las señales de la instrumentación de campo como los switches de presión, y las señales del estado local/remoto de las bombas.

3.16.4 Conexión de módulos de salida digital

El diagrama de conexión para los módulos de salida digital se muestra los diagramas en la sección de Anexos, se colocará un relé para cada salida, en el Anexo se muestra la conexión de los relés de las salidas digitales en donde se puede ver que estos se conectarán a los contactos auxiliares del switch de indicación de estado Local / Remoto instalado en campo.

3.16.5 Comunicación variadores Power Flex 400

En la figura 3.11 se muestra como se realiza un bus de comunicación Modbus RTU para todos los variadores, es decir, todos los variadores se concentrarán en un pequeño tablero ubicado en el cuarto de Subestación Eléctrica. Se debe tender cable

de comunicación desde dicho tablero hasta el gabinete de control del área de despacho, el mismo que se conectará en el puerto RS-485 del controlador HC900.

Los variadores Power Flex 400 cuentan con un puerto RS-485, de cada variador se tenderá cable hacia borneras ubicadas en el tablero a instalarse y así tender un solo cable desde el cuarto de variadores hasta el cuarto de control de despacho.

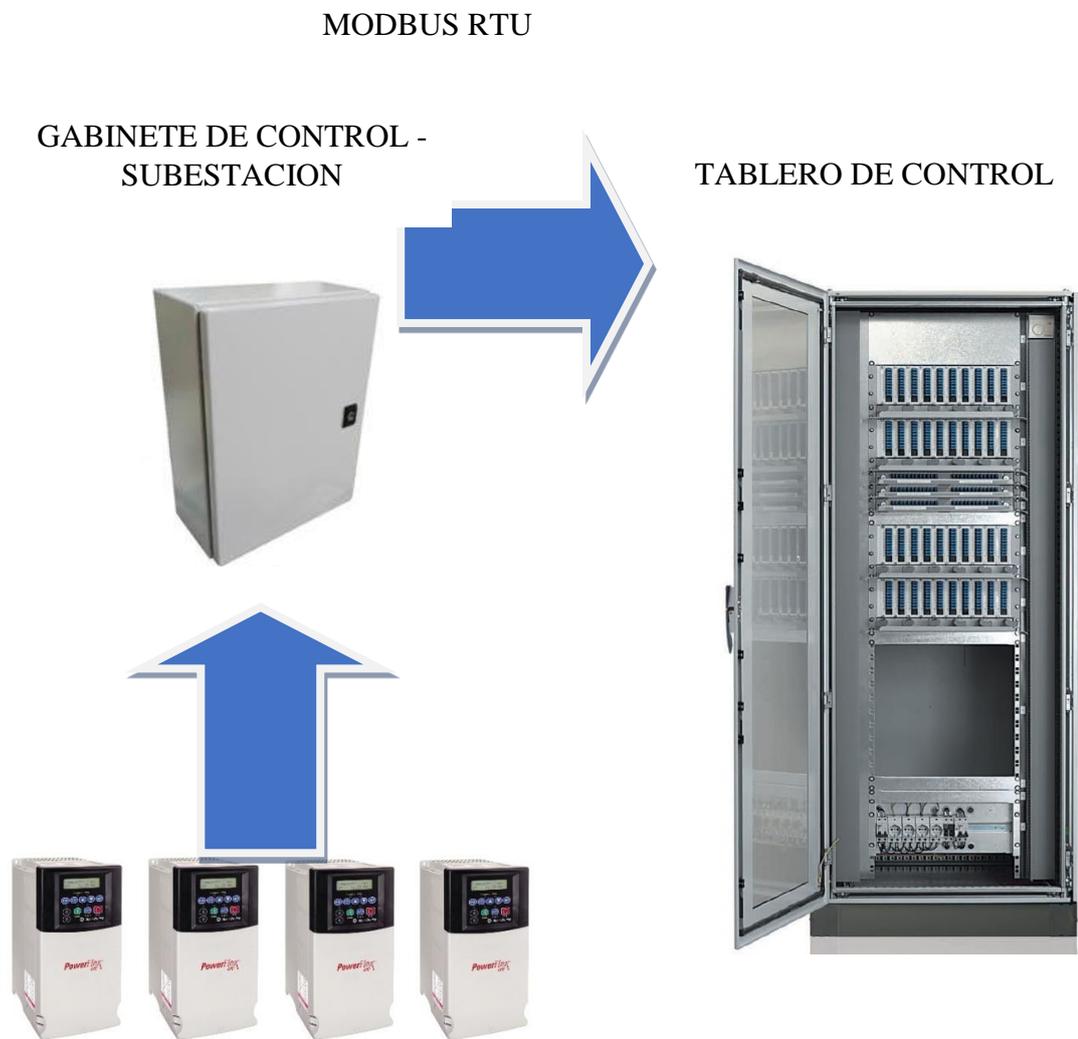


Figura 3.11 Comunicación con variadores

Fuente: (NICOLA, 2015)

3.16.6 Trabajos a realizarse.

Instalar un switch de dos posiciones con tres contactos para indicar el Modo Local/Remoto de cada bomba de despacho.

Las señales de los diferentes instrumentos de campo llegarán al cuarto de control de despacho. Se deberá tender cable desde los variadores (Pin 11) hasta el cuarto de control para la alimentación del contacto del relé. Se necesitara tender cable desde los contactos del switch a instalarse en campo hasta el gabinete del cuarto de control, y de estos contactos hacia los variadores (Pin 1, Pin 2).

Para el tercer contacto del switch se necesita tender cable hacia el gabinete de control, uno para la alimentación de 110 VAC y el otro para llevar la señal hacia el módulo de entradas digitales.

Se debe instalar un pequeño tablero en el cuarto de subestación eléctrica, el cual contendrá borneras en donde se conectarán los cables de comunicación de cada uno de los variadores.

Se necesitará tender cable de comunicación (Modbus RTU) desde el cuarto de variadores hasta el gabinete ubicado en el cuarto de control de despacho. Conectar al HC900 el contacto que permite discriminar el Modo Local/Remoto de cada bomba de despacho. Conectar las dos señales de mando a los variadores mediante los contactos que permitan realizar el Start/Stop de cada bomba de despacho.

3.17 Sistema de control y supervisión (SSC)

El sistema de control y supervisión deberá especificar las características físicas y funcionales que deberá poseer el Sistema de Control y Supervisión (SSC) o Distribuido (DCS) y que será parte integral del Sistema TAS.

3.18 Servidores de la plataforma de control

La solución contempla un servidor redundante que permite la integración e interoperabilidad del Sistema con las plataformas existentes en el Terminal de Pascuales; esta funcionalidad permitirá monitorear y minimizar el impacto sobre la operación normal del Terminal.

La configuración redundante provee una plataforma de alta disponibilidad habilitando un par de servidores configurados similarmente para así soportar el uno al otro en un arreglo de primario / respaldo.

Durante la operación normal, todos los cambios ejecutados en la base de datos de servidor primario serán transferidos automáticamente al servidor de respaldo, por medio de la red FTE y mediante protocolo TCP/IP, a fin de garantizar la homogeneidad de la información, siendo la base de datos del servidor de respaldo una copia imagen de la base de datos del primario (Estrada, 2014)

3.19 Red Ethernet tolerante a fallas – (FTE)

El sistema de control *ExperionPKS* hace el uso extensivo de la red Ethernet. La red Ethernet es definida como FTE (*Fault Tolerant Ethernet*). El propósito de esta red es proveer la infraestructura necesaria para establecer una conexión robusta y confiable con los dispositivos de control de proceso abiertos y adicionalmente suministrar enlaces seguros con la red administrativa.

Como parte de la solución se considera la inclusión de la red Ethernet Tolerante a Fallas (FTE). La red FTE es la red del sistema de la plataforma de control. Su función primordial no es solamente ser tolerante a fallas, sino también ofrecer un alto performance para respuesta rápida, determinismo, confiabilidad y seguridad requerida generalmente en aplicaciones industriales.

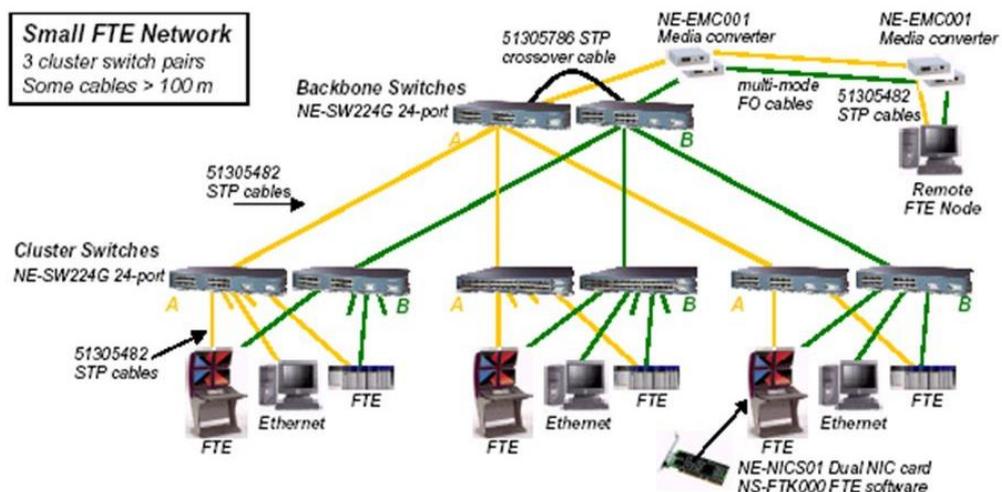


Figura 3.12 Red Ethernet Tolerante a Fallas

Fuente: (slideplayer, 2013)

La red tolerante a falla incluirá dos redes que tienen diferente dirección IP, de esta manera se brindará una segunda red que estará disponible solo si la primera presenta algún tipo de falla. La red tolerante a falla se estructurará con dos conmutadores Ethernet conectados entre sí, con lo que se logrará poseer varias rutas de comunicación entre los distintos dispositivos, por esta razón no solo soporta una falla sino también puede soportar fallas múltiples. En la figura 3.12 se puede claramente observar la distribución de una red FTE en la que cada una de las estaciones tendrá acceso.

Los switches deberán poseer características 10/100BaseT-TX “autosensing” para la red FTE, estos se encargarán de establecer la comunicación entre cada uno de los dispositivos conectados a la red.

3.20 Estaciones de operación

Para este proyecto se contemplará la instalación de nueve estaciones de operación y una Estación de Ingeniería tipo Desktop en la Sala de Control. Cada estación de operación se proveerá con un (1) monitor pantalla plana de 23”, que permitirá mostrar los gráficos de operación, sumarios de alarma, despliegues de grupo, estatus del sistema, etc. Cada Estación de Operación e Ingeniería permitirá monitorear la ventana nativa, ventanas propias del Experion PKS y despliegues del proceso a través de sus monitores. Los despliegues asociados serán observados por el operador en el nuevo formato HMIWeb.

Desde cada una de las estaciones de operación se podrá manejar los computadores de flujo ubicadas en las islas de carga. Desde cada estación se podrá manejar 2 islas de carga. Las características relevantes que deben cumplir las estaciones de operación son:

- Permitir una navegación intuitiva y simple en los diferentes gráficos de operación generados para el control de la planta y estos se efectúan a través de una sola ventana al proceso.
- A través de los dispositivos de última tecnología, tales como: CD-RW y DVD-RW permitir realizar respaldos del sistema en medios magnéticos convencionales.
- A través de OLE (Object Linking and Embedding) se le permitirá al operador interactuar con aplicaciones de terceros, tales como: hojas de cálculo, documentos de seguridad o instrucciones de emergencia, sonido, video, etc.
- Proporcionar al operador acceso inmediato a toda la información necesaria para efectuar un análisis en línea del control de proceso y datos de producción.

3.21 Interfaz HMI

La Interface Hombre Máquina (HMI) que se plantea implementar utilizará una tecnología basada en la Web que permite integrar HMI, datos de aplicación y datos administrativos. HMI Web utiliza la tecnología de la próxima generación, la cual utiliza HTML como formato de despliegue nativo para proveer acceso a los despliegues de proceso. En la figura 3.13 se observa la interfaz Experion de dos bahías específicas.

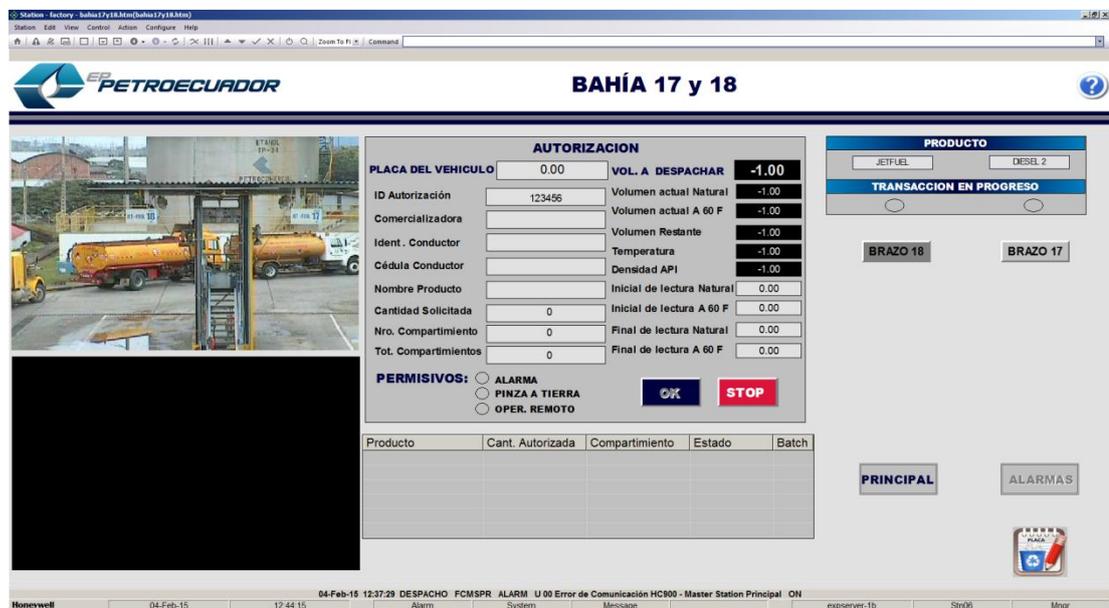


Figura 3.13 Interfaz web experion de bahías 17 y 18 de JET A1

Fuente: (NICOLA, 2015)

Cada Estación de Operación, permitirá monitorear la ventana nativa y otras ventanas propias de la plataforma de control a través de sus monitores facilitándole al operador un cómodo seguimiento de proceso.

3.22 Manejo de alarmas y eventos

El sistema de la plataforma de control debe proveer detección, manejo y reporte de alarmas y eventos. Un factor clave en la operación es la eficiencia de presentación de la alarma. A continuación se listan una serie de herramientas que deberán incluirse a fin de suministrar la detección y ubicación rápida del problema:

- Prioridad de la alarma configurable con colores
- Displays asociados
- Registro del Operador
- Alarmas audibles
- Jerarquía de alarmas
- Inhibidor de alarmas
- Reporte de Alarmas/Eventos
- Prioridades múltiples de alarmas
- Escala de prioridades de alarmas
- Zona de alarmas dedicadas
- Anunciador de alarmas/mensajes/fallas de comunicación
- Asignación de Área

Además de lo antes expuesto, la ventana de alarmas permitirá al operador el filtrado bajo los siguientes criterios:

- Área
- Estado de reconocimiento
- Prioridad

El sistema deberá ofrecer la capacidad de reconocimiento de alarmas de forma individual o por páginas, además soportar la configuración de diferentes colores según la prioridad de alarma lo que permitirá al operador identificar rápidamente cual condición de alarma es más importante cuando está monitoreando el proceso a través de despliegues.

Los siguientes tipos de alarma deben ser incluidos:

PV Hi

PV Lo

PV HiHi

PVLoLo

Deviation Hi

Deviation Lo

Transmitter Hi

Transmitter Lo

Rate of Change

A cada alarma configurada se le podrá asignar una prioridad (journal, low, high, urgent) y además incluir un nivel de sub-prioridad que varía desde 0 a 15. Esto permitirá al operador una amplia diferenciación entre las alarmas configuradas en el sistema.

En el sumario de eventos se podrá almacenar hasta 30.000 eventos. Adicionalmente los eventos podrán ser almacenados en media removible para su posterior acceso.

3.23 Tendencias

Debe incluirse como parte de la solución la configuración flexible de tendencias para permitir configurar tendencias en línea de forma sencilla, simplemente seleccionando el punto y parámetro a graficar. Se podrá utilizar cualquiera de los intervalos de colección de historia. Los tipos de tendencia estándar incluirán:

- Tendencias de barra sencillas
- Tendencias de barra dobles
- Tendencias de barra triples
- Tendencias Multi-plot
- Tendencias Multi-rango
- Graficas en plano X-Y
- Tablas Numéricas
- Graficas S9000 y Programas de Set Point
- Tendencias de Grupos

3.24 Controlador programable modular

El controlador programable modular deberá ser un controlador lógico y de lazo integrado diseñado específicamente para operaciones con unidades de mediana y pequeña escala. Deberá contar con un conjunto de módulos de software y hardware que se puedan organizar para satisfacer una amplia gama de aplicaciones de control de procesos.

El controlador puede estar formado por un único bastidor o puede estar conectado en red con otros controladores a través de conexiones Ethernet para expandir las dimensiones del control sobre un amplio rango de procesos de unidades.

A continuación se detalla los requerimientos mínimos para la integración tanto de bahías de carga como sub-sistemas.

3.24.1 Hardware

- Estructura de bastidor modular;
- CPU con comunicaciones Ethernet
- Bastidores de entrada/salida local (C30) y remoto (C50/C70), subred con conexión Ethernet privada.

- Procesamiento en paralelo: un microprocesador en cada módulo de E/S realizará el procesamiento de señales para mantener las velocidades de actualización.
- Fuentes de alimentación: suministran alimentación al bastidor de la CPU y al bastidor de E/S del escáner.

3.24.2 Bastidor del controlador

El bastidor del controlador incluirá:

- Bastidor, disponible en versiones de 4, 8 ranuras o 12 ranuras
- Fuente de alimentación
- Módulo del controlador
- Barras de conexión a tierra
- Módulos de entrada/salida
- Bloques de terminales de E/S

3.24.3 Comunicaciones

Todas las CPU deberán de cumplir con los siguientes requerimientos mínimos.

- Dos puertos de serie, cada uno de ellos configurable como RS-232 o RS-485.
- Puerto RS-232 utilizado para la conexión con la herramienta de configuración del PC (hasta 50 pies o 12,7 metros). Puerto que se puede configurar como maestro o esclavo de Modbus RTU/TCP.

- Puerto RS-485 utilizado para la conexión bifilar con la interfaz del operador (hasta 2.000 pies o 601 metros). Puerto que se puede configurar como maestro o esclavo de Modbus RTU.
- Conexión Ethernet 10/100/1000 Base-T a: hasta 5 PC servidores mediante protocolo Modbus/TCP, comunicaciones entre pares con otros controladores similares y con Internet
- Conexión Ethernet 100Base-T privada a los bastidores de expansión de E/S (excepto la CPU C30).

3.24.4 Fuente de alimentación

La fuente de alimentación proporcionará CC de 5 V y CC de 24 V a los conectores del panel posterior de los bastidores local y remoto. La fuente de alimentación se utilizará en todos los bastidores del controlador, en los bastidores de expansión de E/S y en todas las versiones de bastidores (4, 8 y 12 ranuras).

Cada fuente de alimentación eléctrica incluye un fusible interno de 5,0 amperios. Elementos que se muestran con números de clave:

- Puntos de prueba de tensión
- Bloque de terminales de entrada de CA
- Etiqueta de cableado
- Orejeta de conexión a tierra (referencia: la orejeta no es parte de la fuente de alimentación; se encuentra ubicada en la parte inferior del bastidor).

3.24.5 Módulos de entrada / salida

Tipos de módulo de E/S:

- Módulo de entrada analógica de alto nivel de 16 puntos: cada punto puede configurarse para V o mA. Aislamiento punto a punto.
- Módulo de salida analógica aislado de 4 puntos: admite entre 0 y 20 mA en cada punto.
- Módulo de salida analógica de 8 ó 16 puntos: admite entre 0 y 20 mA en cada punto. Aislado en grupos de 4 canales.
- Módulos de entrada digital de 16 puntos: tipo de contacto de cierre, tipos de tensión de CC y CA.
- Módulo de entrada digital de 32 puntos: tensión de CC.
- Módulos de salida digital de CA de 8 puntos o de CC de 16 puntos (de tipo sumidero).
- Salida digital de 32 puntos: tensión de CC (de tipo fuente).
- Módulo de salida de relé de 8 puntos: cuatro relés de tipo de forma C y cuatro relés de tipo de forma A.
- Módulo de entrada analógica universal de 8 puntos.
- Módulo de E/S de pulso/frecuencia/cuadratura de cuatro canales.

3.24.6 Integración con terceros

El Terminal Pascuales posee un gran número de subsistemas equipados con sus propios sistemas o PLC's locales. Estos sistemas deben ser visualizados desde el

Sistema de Control y Supervisión, es decir los PLC's, y de las redes seriales se interconectarán a los Terminal Server, que a su vez permitirán la comunicación Modbus o AB (donde corresponda) para su integración al Sistema de la plataforma de control.

Para la conexión con los equipos de terceros se realizará a través de los HC900, que serán conectados a la red FTE. El resto de los sistemas, PLC's y computadores de flujo cuya comunicación es bajo red Ethernet TCP/IP se integrará directamente a través de los switches 10/100BaseT-TX de la Red FTE.

3.25 Pruebas

Las pruebas a realizarse deberán cumplir con los requisitos de seguridad y que no afecten a la operatividad de la planta, para ello se establecen las siguientes pruebas.

3.25.1 En ambiente de simulación:

Se llevarán a cabo pruebas unitarias de cada uno de los módulos mencionados que componen el sistema.

3.25.2 De Integración:

Se harán pruebas de integración entre el sistema de automatización y el sistema de generación de guías de remisión de EP PETROECUADOR. Del mismo modo se harán pruebas entre el sistema de automatización Experion con los demás sistemas integrados al mismo.

3.25.3 En Sitio:

Finalmente se harán las pruebas integrales de todo el sistema en el proceso de despachos completos.

CAPITULO 4: RESULTADOS

4.1 Presentación de Resultados

Al finalizar este proyecto de tesis se obtuvieron los resultados esperados logrando:

1. Establecer comunicación de los distintos controladores de flujo Accuload III.net.
2. Se estableció una arquitectura de control para los distintos controladores de flujo Accuload III.net.
3. Creación de la interface de los controladores sobre la plataforma Experion PKS, implementando diferentes niveles de permisos.
4. Integración del sistema de nivel y valvulería de los subsistemas existentes mediante OPC Client.
5. Adquisición de datos del controlador Controllogix para la integración de los sub-sistemas existentes hacia el HC900 mediante OPC Cliente – RS Links Classic.
6. Almacenamiento de las transacciones de todos los controladores estableciendo ID para cada transacción reemplazando la papeleta física.

Dentro de los resultados se podrá observar la integración adicional de unas cámaras para la visualización que deberá tener los operadores de las bahías para verificar algún tipo de situación sea esta inserción del brazo de carga antes de iniciar la descarga hacia el auto tanque como se observa en la figuras 4.1 a la 4.5.

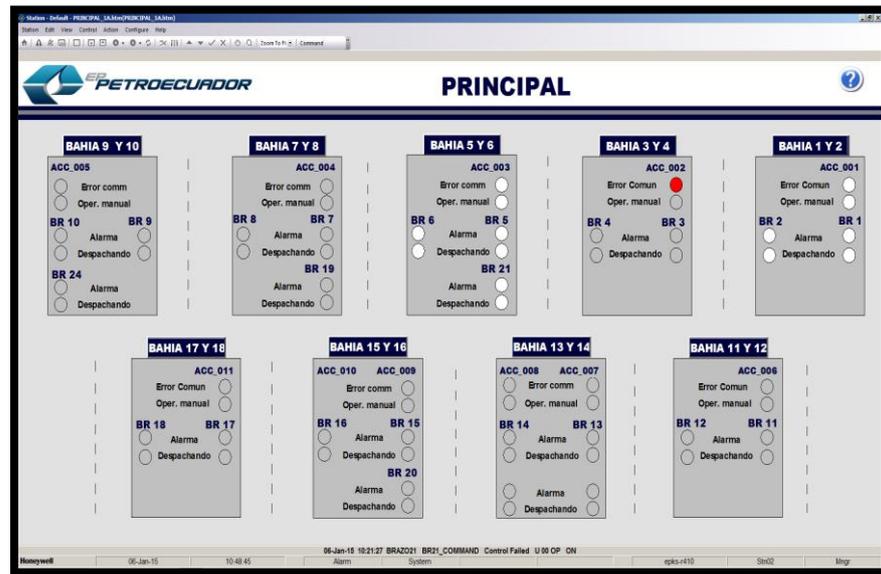


Figura 4.1 Interface web Experion principal – vista general de las bahías de carga

Fuente: (NICOLA, 2015)

Al finalizar se logró la integración de los distintos controladores de flujo, en la figura 4.1 se aprecia la pantalla principal para la operación de las diferentes bahías de carga del terminal pascales, en esta pantalla se podrá seleccionar la bahía a operar simplemente colocando el cursor sobre alguna de ellas, una vez seleccionada nos presentara solo la bahía que se desea como se visualiza en la figura 4.2

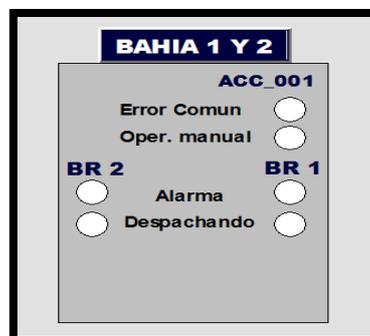


Figura 4.2 Interface web Experion para bahías 1-2 – Visualización de Estado y llamada a bahía

Fuente: (NICOLA, 2015)

Adicionalmente se logró insertar las cámaras de video de la zona como se aprecia en la figura 4.3 para que el operador pueda tener un contacto visual y de esta forma observar si el transportista está alineado en el compartimiento que le corresponde.

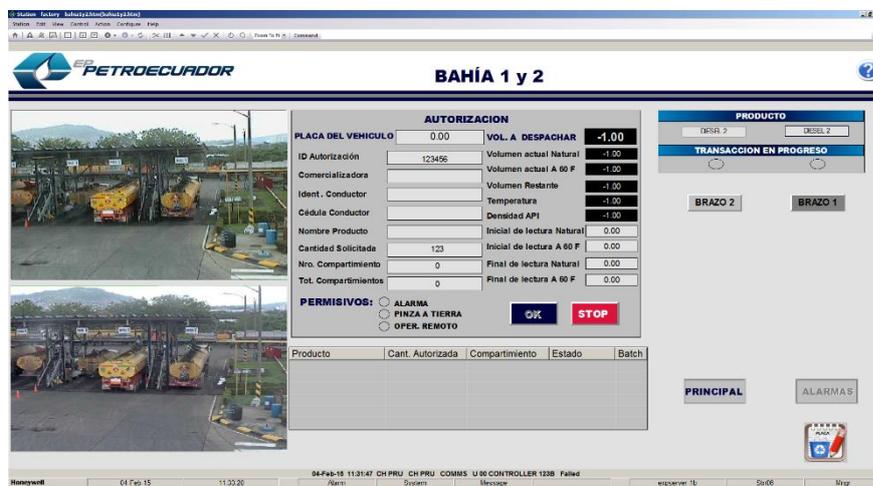


Figura 4.3 Interface web Experion para bahías 1 – 2 Diesel Premium

Fuente: (NICOLA, 2015)

Si el operador desea visualizar o iniciar alguna transacción deberá ingresar información de placa de vehículo y conductor y otros datos como se aprecia en la figura 4.4 para de esta forma autorizar el despacho.

BAHÍA 1 y 2

AUTORIZACION			
PLACA DEL VEHICULO	0.00	VOL. A DESPACHAR	-1.00
ID Autorización	123456	Volumen actual Natural	-1.00
Comercializadora		Volumen actual A 60 F	-1.00
Ident. Conductor		Volumen Restante	-1.00
Cédula Conductor		Temperatura	-1.00
Nombre Producto		Densidad API	-1.00
Cantidad Solicitada	123	Inicial de lectura Natural	0.00
Nro. Compartimiento	0	Inicial de lectura A 60 F	0.00
Tot. Compartimientos	0	Final de lectura Natural	0.00
		Final de lectura A 60 F	0.00
PERMISIVOS:	<input type="radio"/> ALARMA	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="STOP"/>
	<input type="radio"/> PINZA A TIERRA		
	<input type="radio"/> OPER. REMOTO		

Figura 4.4 Autorización de despacho de combustible en bahía 1

Fuente: (NICOLA, 2015)

La visualización de estado de operación se visualiza en un recuadro ubicado a la derecha de la ventana de autorización, esta se encenderá de verde cuando el brazo este en operación como se aprecia en la figura 4.5.

PRODUCTO	
DIESEL 2	DIESEL 2
TRANSACCION EN PROGRESO	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="button" value="BRAZO 2"/>	<input type="button" value="BRAZO 1"/>

Figura 4.5 Visualización del estado de la transacción de bahía de carga

Fuente: (NICOLA, 2015)

La arquitectura final de la solución para la integración de los controladores quedo de la siguiente forma como se presenta en la figura 4.6.

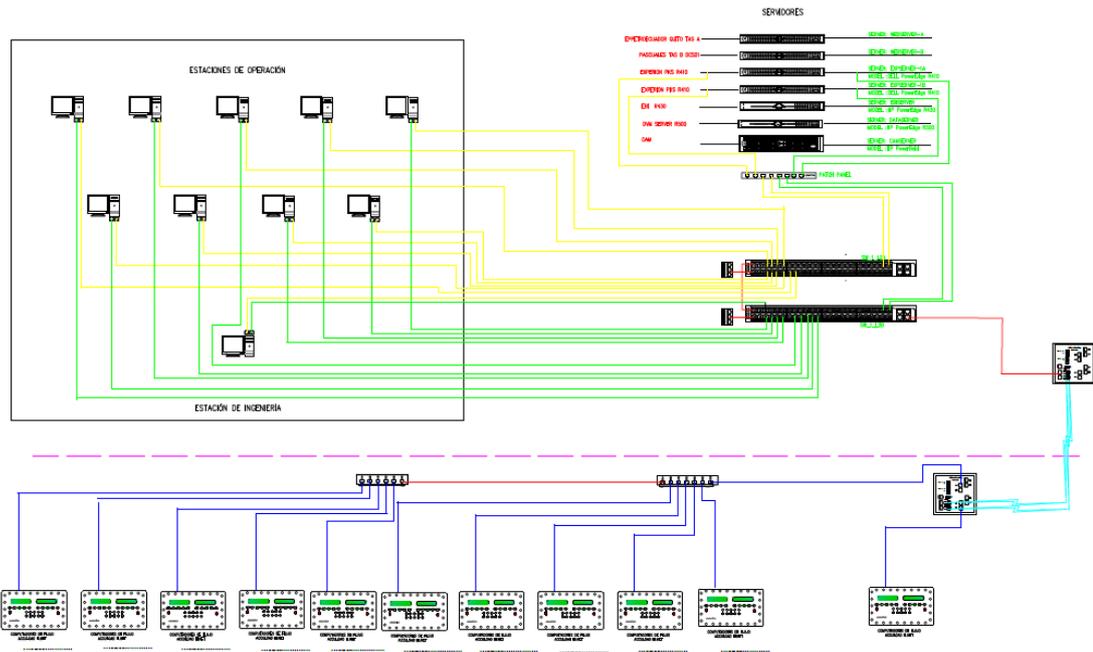


Figura 4.6 *Arquitectura para la integración de los controladores de flujo volumétrico del terminal Pascuales*

Fuente: (NICOLA, 2015)

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En la zona de bahías de despacho se logró establecer el lazo de los controladores empleando concentradores de señal con características POE y canalizar esta señal sobre un medio óptico para ello se empleara un concentrador que convierta la señal de cobre a medio óptico.

La arquitectura que se planteó para este proyecto es de tipo FTE la cual es una de las arquitecturas más confiables para el manejo de sistemas de transferencia, esta red una vez implementada funcionara correctamente en ambos canales, los cuales seran monitoreados en tiempo real por el sistema Experion.

Las interfaces graficas diseñadas para la operación remota cumple con las necesidades requeridas por la EP Petroecuador y las planteadas en el proyecto, de forma que el registro de la información para las transacciones sea confiable y auditable.

El registro de las transacciones que se realizan por cada tanquero gracias a las bondades de la plataforma Experion se podrán obtener fácilmente para el correspondiente balance de cierre, se lograra almacenar en bases de datos y transferir a hojas electrónicas de cálculo de forma efectiva información de volúmenes naturales, compensados, temperatura de línea así como el grado API.

Los sistemas de permisos para inicio de transacciones y reinicio de transacción serán mejorados ya que no solo se sostiene el aterrizamiento por medio de clamp o módulos de puesta a tierra sino también se establecieron cinco niveles de seguridad adicional para de esta forma evitar manipulación de personal no autorizado; la mejora de los permisos se hace evidente en la interface de operación ya que se logró ligar el nivel de seguridad que se otorga al supervisor de patio para el reinicio de operación en caso de paradas por bloqueos o alarmas.

Se logró incrementar notablemente la cantidad de almacenamiento de fallas que el controlador puede almacenar, al transferir dichos datos hacia una base de datos y de esta forma llevar un registro sobre las diferentes fallas o alarmas de cada uno de los controladores.

5.2 Recomendaciones

Es necesario establecer un plan de mantenimiento periódico de los distintos controladores de flujo de forma que el valor de los factores de calibración sea confiable.

La arquitectura de la red, y revisión de puntos críticos deberán estar contemplados en el plan de mantenimiento trimestral. Entre los puntos más críticos se recomienda la revisión de los concentradores de señal en bahías así como el estado de los switch startix 8300 que sirven de nexo entre las bahías de carga y el HC900.

La adquisición de información de campo de los sub-sistemas colaterales relacionados a este proyecto en primera instancia llega al backplane del controllogix que recolecta la información de campo de los distintos elementos de control. Se recomienda a futuro pensar en migrar esta adquisición de datos directamente al HC900 de forma que no dependa del estado del controllogix.

Se recomienda la revisión semestral de las distintas plataformas que conforman el sistema Experion TAS adicionalmente la revisión y actualización del firmware de los blackplane de controllogix.

Establecer este tipo de arquitectura para el control de los diferentes controladores de flujo en los distintos terminales de almacenamiento debido a su alta confiabilidad así como la facilidad que presta al momento de integrar sistemas multimarca ya que el controlador y su plataforma son de características abierta, por esta razón el costo-beneficio de esta implementación es baja frente a los resultados que con esta se obtiene.

Finalmente, se debe contemplar un plan de capacitación permanente del personal que vaya a estar encargado del soporte y mantenimiento del sistema Experion TAS.

ABREVIATURAS Y SILABO

En la tabla 5.1 se resumen las abreviaturas o terminologías empleadas durante la elaboración del presente trabajo.

Tabla 6.1 Abreviaturas y terminología

Fuente: (NICOLA, 2015)

MASTER STATION	ESTACION MAESTRA DE LIMITORQUE MODBUS RS485
EPP	EMPRESA PUBLICA PETROECUADOR
BATCH	TRANSACCION
INTERFACE	MEDIO DE INTERLOCUCION
HMI	INTERFASE HOMBRE MAQUINA
SCADA	SISTEMA DE VISUALIZACION DE ELEMENTOS DE CONTROL
VDF	VARIADOR DE FRECUENCIA
BACKPLANE	BACKPLANE O CHASIS DE PLC ROCKWELL TAMBIEN SE EMPLEA EL MISMO CRITERIO PARA HONEYWELL
SWITCH	CONMUTADOR DE ALTA FRECUENCIA
API	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES INSTITUTE
ATEX	ATMOSHERE EXPLOSSIVE
FTE	FAULT TOLERANT ERROR – RED TOLERANTE A FALLA
FO	FIBRA OPTICA
TAS	SISTEMA DE AUTOMATIZACION DE TERMINAL
UTP	PAR TRENZADO NO APANTALLADO
SFTP	PAR TRENZADO APANTALLADO – SHIELD FOILD TWISTED PAIR
POE	POWER OVER ETHERNET
MULTIPLEXACION	CONMUTACION CON VARIAS SALIDAS
MOV	VALVULA MOTORIZADA
SSC	SISTEMA DE SUPERVISION Y CONTROL
EIA	ASOCIACION DE INDUSTRIAS ELECTRONICAS
PLC	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE
CA	CORRIENTE ALTERNA
CC	CORRIENTE CONTINUA

BIBLIOGRAFÍA

- Automatizacion, L. d. (1 de 2 de 2013). *MODBUS*. Obtenido de MODBUS:
<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/transparencias%5Cmodbus.pdf>
- Autor. (20 de 2 de 2015). *DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE RED PARA LA INTEGRACION DE BAHIAS DE CARGA CON UN CONTROLADOR HIBRIDO PROGRAMABLE HC 900 PARA LA TERMINAL PASCUALES DE PETROECUADOR*. Obtenido de DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE RED PARA LA INTEGRACION DE BAHIAS DE CARGA CON UN CONTROLADOR HIBRIDO PROGRAMABLE HC 900 PARA LA TERMINAL PASCUALES DE PETROECUADOR: n/a
- ESDOCS. (1 de 1 de 2014). *Medios y Topologías*. Obtenido de Topologías irregulares:
<http://esdocs.org/docs/index-40967.html?page=3>
- Estrada, G. M. (1 de 3 de 2014). *Automatización de Terminales*. Guayaquil: n/a. Obtenido de Automatización del Terminal Pascuales de Ep Petroecuador.
- FMC Technologies. (2 de 1 de 2014). *AccuLoad III.net Preset Controller*. Obtenido de Measurements Solutions:
<http://www.fmctechnologies.com/en/MeasurementSolutions/Technologies/LiquidProducts/Electronics/AccuLoadIII/AccuLoadIII.net.aspx>
- HoneyWell. (2 de 1 de 2015). *HC900 Process and Safety Controller*. Obtenido de HC900 Process and Safety Controller: <https://www.honeywellprocess.com/en-US/explore/products/control-monitoring-and-safety-systems/scalable-control-solutions/hc900-control-system/Pages/hc900-controller.aspx>
- I-Micro. (1 de 1 de 2013). *Ingeniería en microcontroladores - RS485*. Obtenido de Protocolo RS485: www.i-micro.com/pdf/articulos/rs-485.pdf
- JAVIER, O. M. (1 de 3 de 2003). *Redes de Tecnología Ethernet*. Obtenido de Redes de Tecnología Ethernet: www.icicm.com/files/Ethernet.doc
- M.P.M. y F.P.M. DEPTO.ELECTRICIDAD-C.I.P. ETI Tudela. (1 de 1 de 2010). *Redes Industriales*. Obtenido de http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infopl_net_00presentacioncursocomindbabel.pdf
- Pérez, I. E. (1 de 1 de 2010). *INGENIERIA EN MICROCONTROLADORES*. Obtenido de Protocolo RS-485: <http://www.i-micro.com/pdf/articulos/rs-485.pdf>
- RockWell Automation. (1 de 1 de 2015). *Switches administrados Ethernet modulares Stratix*. Obtenido de Switches administrados Ethernet modulares Stratix : <http://ab.rockwellautomation.com/es/Networks-and-Communications/Stratix-8000-Ethernet-Switches>
- RockWell Automation. (1 de 1 de 2015). *Variador de CA de frecuencia ajustable POWERFLEX400*. Obtenido de Variador de CA de frecuencia ajustable

POWERFLEX400:

http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/qs/22c-qs001_-es-p.pdf

Romero, E. (21 de 07 de 1997). *REDES DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES*.

Obtenido de Neutron.ing .UCV: <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/RCI.html>

Sevilla, S. R. (2014). *ESTUDIO DE HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LAS REDES DOMÉSTICAS*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

slideplayer. (2 de 10 de 2013). *Sistemas de control HoneyWell*. Obtenido de

<http://slideplayer.es/slide/1041597/>

Universidad de Valencia. (1 de 10 de 2014). *Redes de comunicacion industrial*. Obtenido de

Topologia y Enlaces: www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo2_rev0.pdf

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (1 de 1 de 2015). *Redes Industriales*. Obtenido de Redes industriales:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150505/Lecturas_lecciones_evaluativas/Act11_Leccion_Evaluativa_C5/redes_industriales.html

VAREC. (13 de 2 de 2010). *Fuel Manager*. Obtenido de 6700 Liquid Level Indicator:

http://www.varec.com/docs/TEC012en_6700.pdf