

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

“Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones”

TRABAJO DE TITULACIÓN

**AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA ELECTRÓNICO DE VÁLVULAS
CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA
ESTACIÓN SANTO DOMINGO**

AUTOR:

Ruby Alexandra Cruz Soldado

TUTOR:

Mgs. José Luis Jinez Tapia

Riobamba – Ecuador

Año 2019

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: **AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA ELETRÓNICO DE VÁLVULAS CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO**, presentado por: **Ruby Alexandra Cruz Soldado**, dirigida por **Mgs. José Luis Jinez Tapia**.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual consta el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firma

Mgs. Deysi Inca

Presidente del Tribunal



Firma

Mgs. Marco Nolivos

Miembro del Tribunal



Firma

Mgs. Giovanni Cuzco

Miembro del Tribunal



Firma

DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

En calidad de tutor del tema de investigación: **AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA ELECTRÓNICO DE VÁLVULAS CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO**, Realizado por la Srta. **Ruby Alexandra Cruz Soldado**, para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, considero que reúnen los requisitos y méritos suficientes para ser sustentada públicamente y evaluada por el jurado examinador que se designe.

Riobamba, 19 de julio de 2019



Mgs. José Luis Jinez Tapia

C.I 060289900-7

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación corresponde exclusivamente a **Ruby Alexandra Cruz Soldado, Mgs. José Luis Jinez**; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



.....
Ruby Alexandra Cruz Soldado

C.I. 060567142-9

DEDICATORIA

Este estudio realizado con dedicación, esfuerzo y amor está dedicado de todo corazón:

A Dios, por regalarme la vida, la salud, mi familia y amigos, además de concederme sabiduría para haber podido realizar este proyecto y darme la bendición de lograr mis metas tanto personalmente como profesionalmente.

A mis padres César y Carmen, por su amor y apoyo incondicional, por ser el pilar más importante en mi vida y gracias a su trabajo y esfuerzo han permitido que logre culminar mi carrera profesional, por inculcar en mí el ejemplo de trabajo y disciplina y sobre todo el amor Dios.

A mi hermano Rene, por su amor, consejos, y por estar siempre al pendiente de mí, por darme alientos de ánimo y moral ante cualquier adversidad.

A los ingenieros Ronald, Javier, Danilo, Pablo y todos quienes confiaron en mí y me dieron la oportunidad de desarrollar este proyecto en la estación Santo Domingo de la EP PETROECUADOR.

Con amor Ruby.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de tesis realizado en la Universidad Nacional de Chimborazo es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, distintas personas participaron aconsejándome, corrigiéndome, dándome ánimo, teniéndome paciencia, acompañándome en los momentos de dificultad y en momentos de felicidad. Este trabajo me ha permitido aprovechar la competencia y la experiencia de muchas personas que deseo agradecer en este apartado.

Le agradezco principalmente a Dios, por ser mi luz, apoyo y fortaleza en todo momento, por darme la vida, sabiduría e inteligencia, por darme la bendición de tener en mi vida a personas tan maravillosas como mi familia y amigos, por haberme permitido vivir hasta éste día y cumplir cada una de las metas que me he propuesto.

A mis amados padres, hermano y familiares, por ser mis pilares fundamentales e inspiración, gracias por todo el apoyo, amor y ánimo brindado día a día que hicieron que siga luchando por alcanzar mis metas y sueños, para ellos mi reconocimiento, gratitud e infinito amor simplemente gracias por ser la mejor familia del mundo y estar conmigo incondicionalmente.

Un agradecimiento sincero y de todo corazón a los ingenieros Ronald Moscoso, Javier Aguirre, Danilo Garófalo, Pablo Bustillos, Alexis Lucero, William Muñoz, Williams Villalba, Gustavo Cachimuel y demás personas que laboran en la Empresa Pública PETROECUADOR a quienes tuve la dicha de conocer, por el apoyo que me brindaron para que pueda hacer realidad mi sueño de realizar éste proyecto en la estación SANTO DOMINGO,

por compartir conmigo sus conocimientos y vivencias tanto profesionales como personales, gracias por acogerme y ser mis amigos y mi familia durante mi estancia en ese maravilloso lugar, les estaré eternamente agradecida y siempre los llevaré en mi corazón.

A mis amigos y compañeros, por su amistad y haber hecho de mi etapa universitaria una experiencia maravillosa llena de alegrías, tristezas y momentos que nunca olvidaré.

A mis docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos permitieron que día a día pueda crecer profesionalmente, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional, pero sobre todo por su grata amistad.

A la empresa pública PETROECUADOR por ayudarme a fortalecer mis conocimientos, permitiéndome realizar mis prácticas pre-profesionales y proyecto de tesis los cuales fueron de mucha ayuda a mi carrera profesional.

A mi tutor el Mgs. José Luis Jinez, gracias por haberme guiado al realizar este trabajo, por transmitirme pasión y entusiasmo para que este trabajo tomara forma día tras día y lograrlo culminar de manera eficaz.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.

Ruby

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. OBJETIVOS	5
1.1 GENERAL.....	5
1.2 ESPECÍFICOS.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2. ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA	6
2.1 ANTECEDENTES	6
2.2 REDES DE INFORMACIÓN.	8
2.3 COMUNICACIONES INDUSTRIALES.....	9
2.4 INTRODUCCIÓN A LAS REDES INDUSTRIALES.....	9
2.4.1 ACTUADORES ELÉCTRICOS.....	11
2.4.1.1 ACTUADOR IQT.....	11
2.4.1.2 CONTROL DE ACTUADOR	12
2.4.2 PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE).	12
2.4.3 TARJETA DE COMUNICACIÓN MVI56E-MNETR.	14
2.4.3.1 INSTRUMENTOS Y DISPOSITIVOS COMPATIBLES.	14
2.4.3.2 CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS.	14
2.4.3.3 ESPECIFICACIONES DEL HARDWARE.	15
2.4.4 ESTACIÓN MAESTRA PAKSCAN P3 ROTORK.....	16
2.4.4.1 CONECTORES DE LA MASTER STATION.....	16
2.4.4.2 CONECTOR SALIDA DE ESD (EMERGENCY SHUTDOWN)- ALARMA.....	16
2.4.4.3 COMUNICACIÓN ETHERNET	17
2.4.4.4 LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN.....	17
2.5 SISTEMA SCADA.....	18

2.5.1	PROGRAMA RSLOGIX 5000.....	19
2.5.1.1	PROPIEDAD DEL RSLOGIX 5000.	19
2.5.2	HMI (INTERFAZ HOMBRE-MÀQUINA)	20
2.6	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN REDES INDUSTRIALES.	20
2.6.1	PROTOCOLO PAKSCAN.....	21
2.6.2	PROTOCOLO ETHERNET IP.	21
2.6.2.1	VENTAJAS DEL PROTOCOLO ETHERNET IP.....	22
2.6.3	MODBUS RTU SERIAL AND TCP/IP.....	22
2.6.3.1	INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	22
2.6.3.2	ESPECIFICACIÓN MODBUS	23
2.6.3.3	DIRECCIONAMIENTO MODBUS.	23
2.7	CABLES DE COMUNICACIÓN	23
2.8	CANALETAS PORTA CABLE.....	24
CAPÍTULO III.....		25
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	25
3.1.1	INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.....	25
3.2	MÉTODOS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	25
3.2.1	MÉTODO INVESTIGATIVO EXPERIMENTAL	25
3.2.2	MÉTODO DEDUCTIVO	25
3.3	TÉCNICAS	25
3.3.1	OBSERVACIÓN	25
3.3.2	FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	26
3.4	INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.5	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	26
3.5.1	POBLACIÓN.....	26
3.6	PROCEDIMIENTO	26
3.7	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	27
3.7.1	REQUERIMIENTO Y RESTRICCIONES DE LA EMPRESA	27

3.7.2	MODIFICACIÓN DE LA RED.	27
3.7.3	IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INDUSTRIAL	30
3.7.3.1	CABLES DE COMUNICACIÓN Y BANDEJAS PORTA CABLES.....	30
3.7.4	MEGADO DEL CABLE DE COMUNICACIÓN ENTRE MCVS.	33
3.7.5	INSTALACIÓN DE TARJETA DE COMUNICACIÓN PROSOFT MVI56E-MNETR.....	36
3.7.5.1	TAREAS DE PREINSTALACIÓN.....	36
3.7.5.2	TAREAS DE INSTALACIÓN.....	36
3.7.5.3	TAREAS DE COMUNICACIÓN.	37
3.7.5.4	CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO EN EL PLC.....	40
3.7.5.5	IMPORTAR INSTRUCCIONES ADD-ON.....	42
3.7.5.6	CONFIGURACIÓN ETHERNET.....	44
3.7.6	INSTALACIÓN DE MASTER STATION.	46
3.7.7	PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE TARJETAS PAKSCAN Y CONFIGURACIÓN ACTUADORES IQT 2000 ROTORK.....	48
3.7.8	CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN MAESTRA.	54
3.7.9	PROGRAMACION DE TARJETA DE COMUNICACIÓN MVI56E-MNETR. ...	59
3.7.10	PROGRAMACIÓN DE VARIABLES Y ASIGNACIÓN DE REGISTROS DE POSICIÓN, APERTURA Y CIERRE DE VÁLULAS.	62
3.7.10.1	DIRECCIONAMIENTO DE DATOS DE ENTRADA/ SALIDA (E/S).	62
3.7.10.2	ALMACENAR EN BÚFER E/S	62
3.7.10.3	ORGANIZACIÓN DE TAGS	62
3.7.11	CONFIGURACIÓN DE LA HMI.	66
3.7.12	CONFIGURACIÓN DE PANTALLA HMI.	67
3.7.13	DECLARACIÓN DE TAGS.	68
3.7.14	PROGRAMACIÓN PANTALLA RED PAKSCAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	68
3.7.15	PROGRAMACION DE CONDICIONES.....	69
	CAPÍTULO IV.....	71
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71

4.1	RESULTADOS EXPERIMENTALES	71
4.1.1	RESULTADOS DE CONEXIÓN DE RED PAKSCAN.....	71
4.1.2	PRUEBAS DE APERTURA Y CIERRE MANUAL, LOCAL Y REMOTA.....	73
4.1.3	RESULTADOS DEL PROGRAMA.	74
4.1.4	RESULTADOS DE HMI.....	74
4.1.5	RESULTADOS DE FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA AUTOMATIZADO. ...	75
4.1.6	ANÁLISI TIEMPOS DE RESPUESTA.....	76
4.1.7	ANÁLISIS VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN.....	77
4.2	DISCUSIÓN	78
CAPÍTULO V.....		79
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1	CONCLUSIONES.	79
5.2	RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA.....		81
ANEXOS.....		83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Red de información..	8
Figura 2	Redes de Comunicación Industrial	9
Figura 3	Representación de la pirámide de automatización	10
Figura 4	Configuración Pakscan en Display	12
Figura 5	PLC Allen-Bradley	13
Figura 6	Hot Standby para comunicación Ethernet.	17
Figura 7	Red Pakscan P3.	18
Figura 8	Partes de un Sistema Scada	19
Figura 9	Protocolos de comunicación del proyecto implementado.	21
Figura 10	Segregación de base de datos	23
Figura 11	Cable de comunicación OKONITE.	24
Figura 12	Diagrama de bloques del sistema de MCVs anterior.	28
Figura 13	Diagrama de bloques funcionamiento del sistema electrónico de MCVs modificado.	29
Figura 14	Procedimiento tendido de cables de comunicación de MCVs.	30
Figura 15	Área de tanques de almacenamiento Estación Santo Domingo.	31
Figura 16	Instalación de bandejas porta cables.	31
Figura 17	Carretes de cable utilizados.	32
Figura 18	Tendido de cable para comunicación de MCVs.	33
Figura 19	Procedimiento megado de cables.	33
Figura 20	Multímetro y Megger fluke	34
Figura 21	Medición de resistencia de aislamiento haciendo uso del Megger.	35
Figura 22	Pasos a seguir para la instalación de la tarjeta de comunicación	36
Figura 23	Instalación de módulo MVI56E-MNETR.	37
Figura 24	Pasos para ingreso a PROSOFT CONFIGURATION BUILDER.	37
Figura 25	Cuadro de diálogo de los tipos de módulos.	38
Figura 26	Cuadro de diálogo.	38
Figura 27	Icono SETUP CONNECTION.	39
Figura 28	Asignación de dirección IP.	39
Figura 29	Conexión exitosa.	40
Figura 30	Cuadro de diálogo NEW MODULE.	41
Figura 31	Parámetros de configuración del módulo.	41
Figura 32	Valores configurados.	41
Figura 33	Módulo MVI56E-MNETR visible.	42
Figura 34	Opción de IMPORT RUNGS.	42
Figura 35	Configuración de variables asociadas al módulo.	43
Figura 36	Instrucciones en escalera.	44
Figura 37	Asignación de direcciones IP.	45
Figura 38	Seleccionar el Módulo.	45
Figura 39	Proceso conexión de la master Station.	46
Figura 40	Ubicación de instalación de master station.	46
Figura 41	Montaje de rack para instalación de master station.	47
Figura 42	Conexión para alimentación de la Master Station.	47
Figura 43	Montaje de master station.	48
Figura 44	Proceso cambio de tarjetas de comunicación.	48
Figura 45	Breakers de alimentación de MCVs de los tanques de almacenamiento.	49
Figura 46	Desmontaje de tapa delantera del actuador.	49
Figura 47	Cambio de tarjeta de comunicación y conexiones.	50
Figura 48	Conexiones de cableado con nueva tarjeta y cables.	50

Figura 49	Conexiones, ponchado y etiquetado de cables	50
Figura 50	Desmontaje de cableado Modbus y peinado de cableado Pakscan	51
Figura 51	Mediciones de resistencia y capacitancia del lazo Pakscan.	51
Figura 52	Conexión de anillo Pakscan en la Master Station	52
Figura 53	Actuadores con lazo Pakscan	52
Figura 54	Configuración Pakscan en el actuador.	53
Figura 55	Funcionalidades de las teclas de la Master Station.	54
Figura 56	Pantalla principal master station.....	55
Figura 57	Menú settings	55
Figura 58	Acceso a configuraciones de bucle.	56
Figura 59	Configuración de valor de velocidad de la corriente.....	56
Figura 60	Menú host.	57
Figura 61	Asignación de dirección IP,netmask y Gateway.	57
Figura 62	Configuración de velocidad del puerto de comunicación	58
Figura 63	Registro de tacs en los actuadores.....	58
Figura 64	Estructura de lectura y escritura de registros.....	59
Figura 65	Configuración de tarjeta MVI56E-MNETR.....	60
Figura 66	Configuración de direcciones Modbus.....	61
Figura 67	Direccionamiento de datos de entrada y salida	62
Figura 68	Asignación variables de posición.	63
Figura 69	Escribir variables de posición de MCVs.	63
Figura 70	Menú para programación de MCVs.	64
Figura 71	Conexiones y configuración de nodos.....	65
Figura 72	Esquema de comunicación para adquisición de datos al HMI.....	66
Figura 73	Pantalla HMI de tanques de almacenamiento con sus respectivas MCVs	67
Figura 74	Declaración parámetros del Intouch.....	68
Figura 75	Programación de pantalla red Pakscan.....	69
Figura 76	Programación de las MCVs de los tanques de almacenamiento.	69
Figura 77	Programación condición de apertura y cierre del actuador.	70
Figura 78	Anillo Pakscan.....	71
Figura 79	Operación de actuador de manera local con el volante.	73
Figura 80	Operación del actuador de manera remota.	73
Figura 81	Válvulas historizadas.	74
Figura 82	HMI final, con etiquetado de las MCVs.....	75
Figura 83	Opciones de operación de las MCVs.	76
Figura 84	Comparación tiempos de respuesta	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Capas del Modelo OSI.....	9
Tabla 2 Características actuadores y válvulas.....	12
Tabla 3 Especificaciones hardware de tarjeta MVI56E-MNETR	15
Tabla 4 Especificaciones cable de comunicación.....	24
Tabla 5 Direcciones asignada a la tarjeta de comunicación Prrosoft.....	44
Tabla 6 Direcciones asignadas a la Master Station.....	48
Tabla 7 Velocidad de transmisión de función de la resistencia y capacitancia del lazo.....	53
Tabla 8 Tabla registros Modbus de las 14MCVs.....	61
Tabla 9 Nodos en el PLC.....	65
Tabla 10 Valores de resistencia y capacitancia del lazo Pakscan.....	72
Tabla 11 Resumen configuración de actuadores.....	72
Tabla 12 Comparación tiempos de respuesta.....	77

RESUMEN

El presente proyecto de titulación desarrollado en la Estación de Bombeo SANTO DOMINGO del Poliducto Esmeraldas-Santo Domingo-Quito-Macul, de la EP PETROECUADOR, brinda un aporte significativo al controlar y comunicar los 14 actuadores de las válvulas controladas por motor de los Tanques de Almacenamiento de productos limpios derivados de petróleo. Estos dispositivos son actuadores de marca Rotork tipo IQT2, que mediante una estación maestra Packscan P3 controlan los actuadores trabajando mediante el protocolo de comunicación maestro – esclavo, se hace uso de una tarjeta de comunicación Prosoft MVI56E-MNETR la cual tiene la función de adquirir datos emitidos por la estación maestra, los cuales serán transferidos a su vez hacia el PLC, con los datos obtenidos se procede a la programación de las funciones que va a ejecutar como son abrir, cerrar y detener la válvula, conjuntamente se desarrolla la configuración de pantallas HMI con lo cual el operador podrá ejecutar las órdenes que requiera desde una computadora de operación. Se determinan la velocidad de transmisión de datos acorde a los parámetros de Resistencia y Capacitancia en el cable de instrumentación.

El correcto direccionamiento de los registros emitidos por la estación maestra genera un ahorro significativo de variables y memoria dentro de las aplicaciones, así como también el manejo eficiente de las memorias ocupadas en el PLC a través de una conexión Ethernet, dentro de la Red Industrial de la empresa.

Ejecutados los procesos de instalación, configuración, programación y pruebas, el sistema es controlado desde la sala de operaciones totalmente automático.

ABSTRACT

The present titling project developed in SANTO DOMINGO Pumping Station of the Esmeraldas-Santo Domingo-Quito-Macul Poliducto, of the PETROECUADOR EP, provides a significant contribution by controlling and communicating the 14 valves actuators controlled by the tanks' engine. Storage of clean products derived from petroleum. These devices are Rotork brand actuators type IQT2, which through a Packscan P3 master station control the actuators working through the master-slave communication protocol, using a Prosoft MVI56E-MNETR communication card which has the function of acquiring data emitted by the master station, which will be transferred in turn to the PLC, with the data obtained, it proceeds to the programming of the functions that it will be executed, such as opening, closing and stopping the valve, together with the configuration of screens HMI to which the operator can execute the orders that it requires from a computer operating . The data transmission speed is determined according to the Resistance and Capacitance parameters in the instrument cable.

The proper addressing of the registers issued by the master station generates a significant saving of variables and memory within the applications, as well as the efficient management of the memories occupied in the PLC through an Ethernet connection, within the Industrial Network of the company.

Once the installation, configuration, programming and testing processes have been executed, the system is controlled from the fully automatic operating room.

Keywords: Pumping station, petroleum, transfer, operate.


Reviewed by: valle, doris
Professor of the Languages Center



INTRODUCCIÓN

La EP PETROECUADOR es una empresa estatal ecuatoriana, encargada de la explotación de hidrocarburos. El estado directamente por medio de PETROECUADOR con su Gerencia de Transporte y Almacenamiento, cuenta con una red de poliductos ubicados estratégicamente e interconectados entre sí, que atraviesan las tres regiones del Ecuador Continental, transportando gasolinas, diésel y gas licuado de petróleo (GLP), desde las refinerías y los terminales marítimos, hasta los centros de despacho y de ahí a las comercializadoras. (Corporación Estatal Petrolera, 2016)

La estación de Bombeo Santo Domingo perteneciente a la Empresa Pública PETROECUADOR permanentemente recibe derivados del petróleo, en un tramo comprendido desde la estación Cabecera Esmeraldas a través del Poliducto Esmeraldas- Santo Domingo, para lo cual se tiene un estricto control operativo de recepción y llenado de los siete tanques de Almacenamiento de los diferentes derivados de petróleo (TK-600, TK-625, TK-650, TK-675, TK-700, TK-725, TK-750), en los cuales antes de la ejecución de este proyecto el control de apertura de las válvulas de ingreso y salida de los tanques funcionaba de forma semi-automática, con cierre de válvulas manuales y adquisición de información de sensores en forma remota, sin optimización de los procesos que se requerían en un principio (EP PETROECUADOR, 2016).

La actual comunicación Modbus RTU/ RS-485 que existe en la Estación Santo Domingo para control de los actuadores eléctricos no brinda redundancia en la adquisición de datos, es decir cualquier fallo en su controlador o daño en el cable de instrumentación ocasiona la pérdida total del monitoreo y control de los equipos en campo, se utiliza un controlador lógico programable (PLC) para adquisición y control de las variables teniendo una sobrecarga en la memoria del mismo, presenta problemas por retardo de tiempo de 2 minutos en la recepción de la consigna realizada por el operador y animaciones erróneas en el estado de apertura y cierre de las válvulas, el cual puede provocar la falla en su operación por lo tanto una potencial contaminación del producto contenido en los tanques de almacenamiento; ante esto los técnicos de operación realizan las maniobras de control de válvulas de manera manual en el punto físico de la válvula. (EP PETROECUADOR, 2017)

Para lo cual se propone reemplazar el controlador (PLC), por una MASTER STATION Y TARJETAS PAKSCAN en los diferentes tanques de almacenamiento de la estación de bombeo SANTO DOMINGO.

Con la implementación de la Master Station Pakscan P3 se logrará reducir en un 80% los tiempos de respuesta y garantizará el control de los equipos en campo, además permite tener el control de hasta 240 actuadores con una distancia de 20[Km] de longitud sin repetidora.

CAPÍTULO I

Formulación del Problema

El funcionamiento del sistema electrónico de apertura y cierre de válvulas controladas por motor (MCVs), de los tanques de almacenamiento de combustibles derivados del petróleo de la estación de bombeo Santo Domingo, presenta problemas de desempeño y confiabilidad al controlar funciones de apertura y cierre de las válvulas de ingreso y salida de combustible de los tanques.

Justificación del problema

El presente estudio tiene como finalidad automatizar el sistema de válvulas de los tanques de almacenamiento de combustible ayudando a desarrollar un sistema confiable y con mayor control sobre los procesos ya que necesitan ser supervisados y monitoreados para adquirir información en tiempo real y así controlar el funcionamiento de manera adecuada, caso contrario a partir de la información obtenida establecer de forma rápida medidas correctivas y preventivas necesarias.

Justifico ésta investigación, debido a que se ha generado diversos problemas y errores en la operación del sistema de control de las válvulas de los tanques de almacenamiento de la estación de bombeo Santo Domingo.

Problema

El actual sistema de control de válvulas mismas que son controladas por motor de los tanques de almacenamiento de combustible , presenta problemas de retraso y lentitud en la respuesta operativa del sistema, lo cual provoca una operación insegura y deficiente causando fallas que pueden llegar hasta el punto de contaminar todo el producto contenido en los tanques de almacenamiento, provocando así pérdidas económicas significativas para la empresa, además, si los productos llegan a ser comercializados afectarían en el correcto funcionamiento de los vehículos y demás maquinarias que hicieron uso de los combustibles comercializados.

Se posee un tiempo de retardo en su repuesta de uno a dos minutos aproximadamente una vez ejecutada la orden desde el computador, por lo que los operadores optan por acudir al campo para realizar la operación requerida en el sistema de bombeo y así no exponerse a fallas

operativas haciendo uso de mas tiempo y esfuerzos fisicos ya que tienen que desplazarse aproximadamente 700 metros desde la sala de operaciones hacia los tanques de almacenamiento, exponiendose a condiciones climáticas como la lluvia y en la noche falta de visibilidad y ataque de roedores o reptiles debido a la zona en la que se ubica. Esto provoca el abandonando del puesto de trabajo el cual requiere un monitoreo permanente.

Propuesta

Para resolver los inconvenientes ya mencionados se ha proyectado reemplazar la red Modbus existente por una red Pakscan, sustituyendo el controlador lógico programable (PLC) debido a su falta de capacidad de memoria y lentitud en su respuesta operativa, por una MASTER STATION PAKSCAN P3 ROTORK , que posee redundancia en los controladores y puede conectar hasta 240 actuadores en el lazo, a una distancia de 20 km sin necesidad de repetidoras.

Las tarjetas Modbus serán reemplazadas por TARJETAS PAKSCAN en cada una de las válvulas, tanto al ingreso y salida de los tanques de almacenamiento de la estación de bombeo SANTO DOMINGO.

Esta propuesta es una solución tecnológica dedicada para el control y supervisión de válvulas operadas por motor, la cual brinda alta confiabilidad en su funcionamiento y alta disponibilidad con lo cual garantiza la correcta operatividad de las válvulas.

- **Hipótesis**

La implementación de una Estación Maestra y tarjetas Pakscan permitirán automatizar el sistema de válvulas de los tanques de almacenamiento, mejorando el sistema en velocidades de transmisión y tiempos de respuesta, brindando así confiabilidad y eficiencia operativa.

- **Variables**

Estación maestra y tarjetas Pakscan (Variable Independiente)

Sistema de control de válvulas automatizado (Variable Dependiente)

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

- Automatizar el sistema electrónico de válvulas controladas por motor de los tanques de almacenamiento, en la estación de bombeo Santo Domingo mediante la implementación de una estación maestra Pakscan P3 Rotork y tarjetas de comunicación Pakscan.

1.2 ESPECÍFICOS

- Realizar un levantamiento en campo de las necesidades y exigencias del sistema de control de válvulas controladas por motor de los tanques de almacenamiento de los derivados de petróleo en la Estación de bombeo Santo Domingo para su optimización.
- Facilitar la operación del sistema de control de válvulas controladas por motor mediante interfaces normalizadas y amigables con el operador.
- Garantizar un sistema de control automático eficiente y confiable mediante el desarrollo de una ingeniería básica y de detalle regida a normas internacionales.
- Garantizar el correcto funcionamiento del sistema mediante las pruebas y análisis de resultados.

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA

2.1 ANTECEDENTES

(Adnan Salihbegovic, 2014) estudia la síntesis y la arquitectura del sistema de un sistema SCADA / HMI distribuido de varias capas. El sistema que desarrolló se utilizó para el monitoreo y control de terminales de refinería para la carga de camiones y el envío de oleoductos de productos petroleros. El sistema PLC distribuido, centrado en la red, con funciones SCADA y varios niveles de buses de campo, interconectados con la parte HMI del sistema. La configuración y la programación de los PLC, la configuración del servidor de datos, el diseño de paneles de operador y la forma de administrar el sistema de control mediante un navegador web estándar. Se realizó la personalización específica, del enlace con íconos en los paneles gráficos que integran los tres niveles de control de procesos de los paneles del operador.

(M.Patel, 2015) desarrolló un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) que permite la comunicación y control de la salida de varios dispositivos de E / S en los sistemas de energía renovable y los componentes de prueba RESLab. Éste sistema SCADA se diferencia de los sistemas SCADA tradicionales en que admite un entorno operativo que cambia continuamente dependiendo de la prueba a realizar. Se basa en el concepto de tener un servidor maestro de E / S y varios sistemas informáticos cliente, describe las principales características y ventajas de este sistema, las conexiones de varios dispositivos de campo al servidor de E / S maestro, los servidores de dispositivos y numerosas funciones de software utilizadas en el sistema. El sistema se basa en el lenguaje de programación gráfica "LabVIEW" y su módulo "Datalogging and Supervisory Control" (DSC). El módulo DSC admite una base de datos en tiempo real llamada "motor de etiquetas", que realiza las operaciones de E / S con todos los dispositivos de campo conectados al servidor maestro de E / S y las comunicaciones con los otros motores de etiquetas que se ejecutan en las computadoras cliente conectadas a través de un Red de área local.

En este trabajo realizado por (Andrade, 2015) desarrolló un programa de automatización en la Planta Jet Fuel del Terminal El Beaterio de Petrocomercial, para controlar y visualizar los procesos de la planta; estos procesos son la Recepción, Tratamiento, Despacho y Recirculación. Para realizar estos procesos se utilizaron los actuadores y las bombas de la planta; el programa abre y cierra los actuadores, prende y apaga las bombas, con lo que se

direcciona el producto y se lo transporta por la tubería, de tanque a tanque o simplemente se lo despacha para la comercialización. Estas cuatro zonas se pudieron controlar y visualizar desde una computadora localizada en una sala de control donde la computadora tiene el programa InTouch mediante el cual se logró controlar y supervisar el accionamiento de los actuadores y bombas.

El proyecto realizado por (Castro, 2016) desarrolló un sistema SCADA genérico basado en In-Vision y que sirva de base de trabajo para desarrollar aplicaciones SCADA para el cliente final, éste proyecto forma parte la estrategia de Rotork Controls Iberia para ofrecer un mejor y más eficiente servicio de mantenimiento a los clientes, utilizando In- Vision (SCADA) como herramienta de monitorización y diagnóstico de sus equipos con su sistema de comunicaciones propietario, Pakscan.

El desarrollo de un In-Vision pudo integrar hasta 180 equipos, tuvo como objetivo principal conseguir la flexibilidad necesaria para que su adaptación a una aplicación final para el cliente sea rápida y eficaz en tiempo y calidad. Para tal fin se estandarizó el bloque de comunicaciones y sus variables internas para dejar la personalización como una capa externa de visualización totalmente separada de los bloques de gestión de comunicación del sistema SCADA con el servidor de datos.

(JARA, 2017) trabajó en el Terminal Beaterio de la EP PETROECUADOR, controlando noventa y dos dispositivos de campo en dos Lazos de Comunicación tanto para Tanques de Almacenamiento como Patio de Bombas de Despacho. Estos dispositivos son actuadores rotatorios de marca Rotork tipo IQT, que mediante una Master Station mantiene el control de los mismos, a través de un cable de instrumentación de dos núcleos, brindado redundancia de datos con el modelo Hot Standby. Se realizó pruebas de laboratorio para determinar la velocidad de transmisión de datos acorde a los parámetros de Resistencia y Capacitancia en el cable de instrumentación; también se demostró que ante presencia de una falla en el cable ya sean: cortocircuito, conexión a tierra y circuito abierto los datos se mantendrán en el sistema SCADA. El correcto direccionamiento de los registros emitidos por la Master Station generó un ahorro significativo de variables y memoria dentro de las aplicaciones Intouch, así como también el manejo eficiente de las memorias ocupadas en el PLC a través de una conexión Ethernet.

(Jaramillo, 2017) realizó un estudio para la medición, control y visualización de las diferentes señales de nivel, presión, temperatura para lo cual se utilizó un PLC (Programmable Logic

Controller) Quantum comunicado con una plataforma ETHERNET, lo cual nos ayuda a obtener datos en tiempos reales y que permitirá tener un control de todo el proceso. Como interfaz Hombre – Máquina este sistema emplea el software de automatización industrial InTouch de Wonderware, el cual es el HMI más utilizado en industrias de todo tipo dentro y fuera del país, tiene una visualización en tiempo real del proceso, supervisión desde un computador que podrá visualizar, controlar y parar el proceso en el caso de ocurrir alguna falla en el sistema, logrando de esta manera una reducción paradas innecesarias y asegurando un producto elaborado con mayor eficiencia.

2.2 REDES DE INFORMACIÓN.

Las redes de información es un conjunto de dispositivos y usuarios interconectados entre sí a través de medios de comunicaciones, con el fin de intercambiar información. La misma que puede ser: codificada, procesada, decodificada y almacenada. En la transmisión de datos se puede obtener valores mediante señales digitales o analógicas, como se muestra en la figura 1. (Raffino, 2018)



Figura 1 Red de información..

Fuente: (Raffino, 2018)

Existe un modelo de arquitectura de red creado por la Organización para la Estandarización Internacional ISO, que es el Modelo OSI (Open System Interconnection) el cual consiste en que los diferentes fabricantes de los equipos informáticos fundamenten sus arquitecturas de red para la comunicación e intercambio de información entre los mismos. Para fines de comunicación en el modelo OSI, se definen un conjunto de protocolos organizados en siete capas que se presenta en la tabla 1. (Raffino, 2018)

Capa 7	Aplicación
Capa 6	Presentación
Capa 5	Sesión
Capa 4	Transporte
Capa 3	Red
Capa 2	Enlace de datos
Capa 1	Física

Tabla 1 Capas del Modelo OSI.

Fuente: (eclassvirtual, 2018)

2.3 COMUNICACIONES INDUSTRIALES

“Área de la tecnología que estudia la transmisión de información entre circuitos y sistemas electrónicos utilizados para llevar a cabo tareas de control y gestión del ciclo de vida de los productos industriales.” (Torres, 2017)

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 como se ilustra en la figura 2. (Romero, 2017)

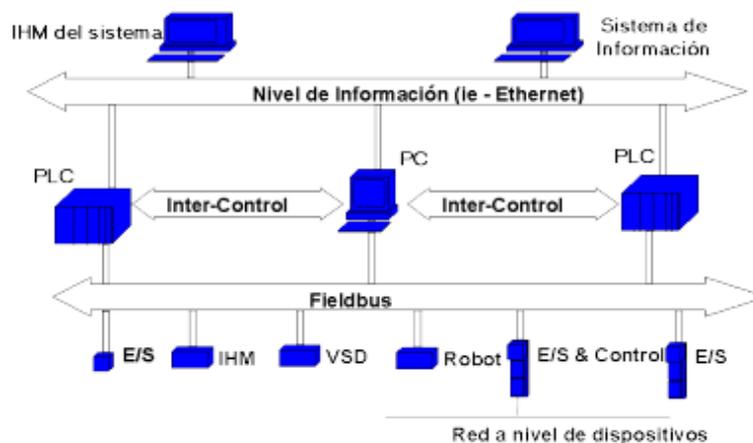


Figura 2 Redes de Comunicación Industrial

Fuente: (Romero, 2017)

2.4 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 3.

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. (Tudela, 2010)

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. (Tudela, 2010)

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 cinco niveles dentro de una red industrial, como se muestra en la figura 3.

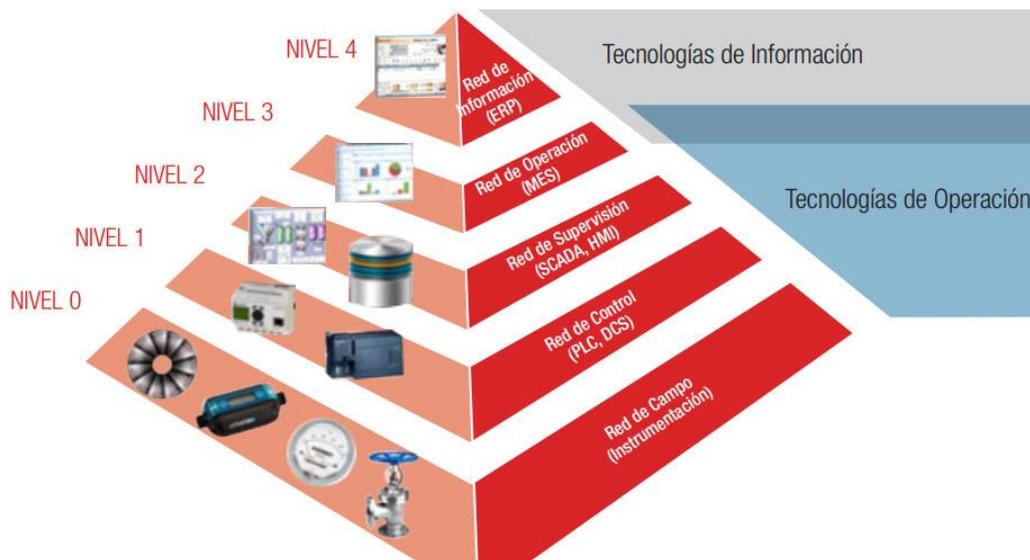


Figura 3 Representación de la pirámide de automatización

Fuente: (Tudela, 2010)

- Nivel 0: se encuentran los equipos que realizan el proceso, así como la instrumentación como: sensores, detectores, actuadores, variadores de velocidad válvulas. Es el inicio del proceso de automatización.
- Nivel 1: denominado nivel de control o de célula aquí se tienen los dispositivos de control como los autómatas, computadores industriales, controladores que prosearchán las señales entregadas por los elementos de campo del nivel anterior.
- Nivel 2: destinada a la adquisición y control de datos dónde la principal tarea es el monitoreo y supervisión de la evolución del proceso. Adquiriendo datos para gestionar mantenimiento, creación de históricos, visualización de eventos y alarmas.
- Nivel 3: corresponde al nivel de planificación mediante sistemas (MES) con lo cual se pretende programar la producción, gestión de materiales, gestión de compras, control de inventarios, gastos.
- Nivel 4: Es el nivel superior de la pirámide de automatización encargada de la gestión compuesta por los sistemas de gestión integral (ERP).

2.4.1 ACTUADORES ELÉCTRICOS.

“Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, hidráulica y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza del actuador se denomina: neumático, hidráulico o eléctrico”.

En los inicios de la era de la industria, todo proceso era controlado por operadores, con la necesidad de automatizar procesos y el avance de tecnología se obtuvo actuadores controlados automáticamente. En la actualidad se posee actuadores lineales (función similar a un pistón), y actuadores rotatorios (función similar a la de un motor eléctrico). (Borghello, 2013)

2.4.1.1 ACTUADOR IQT.

Los actuadores Rotork IQT son actuadores de accionamiento de cuarto de vuelta, los cuales son elegidos acordes al par de torsión que ejerce el mismo (125, 250, 500, 1000,2000 [Nm]), permitiendo hasta 60 operaciones por hora. Rotork con su experiencia se enfoca en el aislamiento de su equipo, es decir en la protección del entorno ya sea este: húmedo, volátil, sumergido, frío extremo, etc. Motivo por el cual Rotork pone a disposición variedad de protecciones, acorde a las necesidades del proceso del cliente.

Existen varias versiones de los actuadores IQT, los actuadores que se encuentran instalados en los tanques de almacenamiento de la Estación De Bombeo Santo Domingo tienen las características que se resumen en la tabla 2. (ROTORK, 2016)

Modelo del actuador	IQT 2000
Rango de velocidad del actuador	60-120
Tipo de válvula	bola
Alimentación de la válvula	480AC
Frecuencia de la válvula	60HZ
Torque máximo de la válvula	2000Nm

Tabla 2 Características actuadores y válvulas

Fuente: (ROTORK, 2016)

2.4.1.2 CONTROL DE ACTUADOR

Rotork posee el software Insight que permite la configuración de todos los parámetros del actuador, también existe la posibilidad de modificar parámetros mediante “herramienta de configuración Pro”, que es un control remoto que se comunica mediante señal infrarroja con el actuador, en el cual se podrá configurar: límites, velocidad de comunicación, ESD, Dirección de comunicación, etc. La herramienta de configuración Pro nos permitirá el control del actuador mediante su Display, el cual posee 8 componentes como se muestra en la figura 4.

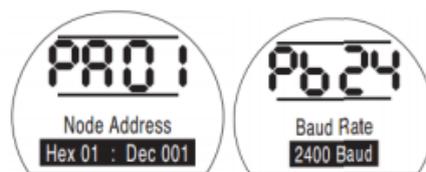


Figura 4 Configuración Pakscan en Display.

Fuente: (ROTORK, 2016)

2.4.2 PLC (Controlador Lógico Programable).

Un PLC lo podemos definir como un dispositivo industrial electrónico que utiliza memorias programables para almacenar instrucciones de usuario y así controlar procesos, máquinas, dispositivos mediante entradas y salidas digitales o análogas. Debido a que su funcionamiento

es enteramente digital, consta de varios componentes parecidos a los que podemos encontrar en una computadora. (Hernandez, 2018)

Un PLC se puede dividir en diferentes partes, las cuales pueden estar integradas o por módulos, en nuestro caso el PLC es un Allen-Bradley Compact Logix de Rockwell Automation que es el que se ilustra en la figura 5.



Figura 5 PLC Allen-Bradley

Fuente: (rockwellautomation, 2018)

- **Fuente de alimentación:** Proporciona corriente continua a los circuitos electrónicos que forman el controlador.
- **Batería:** Sirve para alimentar la memoria RAM mientras el PLC esté sin alimentación. Si la memoria es no-volátil la batería no es necesaria. La batería se debe cambiar preventivamente entre un periodo de 1 a 3 años para evitar que se desgaste y perder el programa guardado en la memoria RAM.
- **Módulo de memoria o memoria:** Almacena el programa en una memoria que puede ser volátil (RAM) o no volátil (ROM)
- **CPU:** La Unidad Central de Proceso controla la secuencia de ejecución del programa, realiza las operaciones aritméticas y lógicas, coordina la comunicación entre los diferentes componentes, etc.
- **Módulos de entrada:** Reciben las señales eléctricas de los equipos de la instalación que está controlando el proceso.
- **Módulos de salida:** Envían las señales eléctricas a los equipos de la instalación que está controlando.
- **Puerto de Comunicaciones:** Es el medio para comunicarse el PLC con la Interfaz (HMI), unidades de programación, periféricos, otros PLCs, etc. (Hernandez, 2018)
- En nuestro caso para comunicarnos con la interfaz HMI y unidades de programación haremos uso de una tarjeta de comunicación Prosoft MVI56E-MNETR.

2.4.3 Tarjeta de comunicación MVI56E-MNETR.

Es un Módulo de comunicación mejorado Modbus TCP / IP Cliente / Servidor con bloque de datos reducido permite a los procesadores ControlLogix de Rockwell Automation interactuar fácilmente con dispositivos compatibles con Modbus TCP / IP, como los controladores de automatización programables (PAC) de Modicon y una amplia variedad de Modbus TCP / IP.

Mediante esta tarjeta vamos a transmitir datos enviados desde el HMI o de la Estación Maestra, para mediante direcciones Modbus realizar las configuraciones necesarias.

2.4.3.1 Instrumentos y dispositivos compatibles.

El MVI56E-MNETR utiliza un tamaño de bloque de imagen de datos de Entrada / Salida (E / S) reducido para transferir datos entre él y un procesador ControlLogix. Esto lo hace ideal para aplicaciones de rack remotas que usan ControlNet o redes de proceso EtherNet / IP. El módulo también funciona bien para aplicaciones que requieren procesadores ControlLogix redundantes.

Las mejoras de MVI56E-MNETR incluyen la configuración y los diagnósticos locales y remotos a través del puerto Ethernet del módulo, la tecnología CIPconnect para el enlace entre las redes ControlNet y EtherNetIP de Rockwell Automation, y un servidor web incorporado para acceder a la documentación del módulo y los archivos de programa de muestra. (prosoft-technology, 2017)

2.4.3.2 Características y beneficios.

- Compatible con versiones anteriores de MVI56-MNET.
- Ranura única - compatible con el backplane ControlLogix 1756.
- Auto detección de cable cruzado con puerto de configuración y aplicación Ethernet de 10/100 Mbps.
- Mapeado de memoria de datos del módulo definido por el usuario de hasta 5000 registros de 16 bits.
- Diagnósticos y supervisión de red compatibles con CIPconnect usando los módulos ControlLogix 1756 -ENxT y 1756-CNB y comunicaciones via EtherNet/IP.
- Compatible con el software ProSoft Configuration Builder (PCB) compatible; una interfaz gráfica de usuario basada en Windows que facilita la configuración de la red y del producto.

- Ejemplo de lógica escalera y Add-On Instructions (AOI) se utilizan para transferir datos entre el módulo y el procesador.
- Pantalla LED de 4 caracteres, alfanumérica, desplazable para mostrar el estado y los datos de diagnóstico en inglés, sin necesidad de descifrar códigos de alarma o de error.
- El software ProSoft Discovery Service (PDS) se utiliza para localizar el módulo en la red y asignarle una dirección IP temporal. (prosoft-technology, 2017)

2.4.3.3 Especificaciones del hardware.

La tarjeta de comunicación MVI56E-MNETR cuenta con las siguientes especificaciones de hardware que se muestra en la tabla 3.

Especificación	Descripción
Alimentación	800 mA , 5 Vcc 3 mA ,24 Vcc
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a 85 °C (-40 °F a 185 °F)
Indicadores LED	Estado de la batería (ERR) Estado de aplicación (APP) Estado del módulo (OK)
Pantalla LED de 4 caracteres, desplazable, alfanumérica	Muestra el módulo, versión, IP, configuración del puerto de aplicación, estado del puerto e información de errores
Puerto Ethernet para depuración/configuración/aplicación (E1)	
Puerto Ethernet	10/100 Base-T, conector RJ45, para cable CAT5 Indicadores LED de vínculo y actividad Detección automática de cable cruzado
Se envían con la unidad	Cable Ethernet de 5 pies directo

Tabla 3 Especificaciones hardware de tarjeta MVI56E-MNETR

Fuente: (prosoft-technology, 2017)

2.4.4 ESTACIÓN MAESTRA PAKSCAN P3 ROTORK.

Pakscan 3 posee una Master Station, la misma que es responsable por generar el lazo de corriente y puede tener dos versiones que es simple o doble (Hot Standby) o más conocido como modelo redundante dividido en lado A y B.

2.4.4.1 CONECTORES DE LA MASTER STATION.

- **Conectores para comunicación Ethernet.**

La Master Station posee dos conectores RJ45 en el lado A y dos más en el lado B, denominados Puerto3 y Puerto4. También posee un conector RJ45 tanto para lado A como para el lado B, usado para conexión a computadora para visualizar, diagnosticar y configurar tanto la Master Station como los actuadores.

- **Alimentación de Master Station**

Cada módulo de la Master Station posee alimentación independiente los cuales soportan desde 85 a 263 [VAC] y de 47 a 63 [Hz]. Internamente posee protección con fusible de 250 [V] 1 [A], y una conexión externa de alimentación de 24 [VDC].

2.4.4.2 CONECTOR SALIDA DE ESD (EMERGENCY SHUTDOWN)- ALARMA.

Posee un terminal extraíble (Socket) donde los pines 1, 2 y 3 son destinados a la alarma y los pines 4 y 5 son un contacto abierto para ESD, por lo cual se deberá puentear con un cable con terminales de punta para que esta se mantenga inactiva, o colocar un pulsador NC (normalmente cerrado) para los operadores activen en caso de emergencia. Para el presente proyecto no será necesaria la implementación del pulsador mencionado.

- **Conectores de lazo de corriente**

La Master Station posee un terminal extraíble en el caso de versión simple y tres en el caso de versión Hot Standby, es decir uno para lado A y lado B, el último está ubicado en el módulo de KeySwitch el cual es usado para versión en Redundancia. Master Station posee la cualidad de emitir 2 lazos de corriente (Pakscan II) ya sea por Puerto A (lado A) o Puerto B (lado B), por consiguiente, el terminal existe 6 pines de los cuales 1 y 2 serán destinados para la entrada y salida del lazo de corriente emitido por Puerto B, pines 3 y 6 son destinados para la Pantalla

del cable (Screen o Shield) de cada extremo del cable respectivamente y finalmente los pines 4 y 5 son destinados a la entrada y salida del lazo de corriente emitido por el Puerto A.

2.4.4.3 COMUNICACIÓN ETHERNET

Master Station posee tres puertos para la comunicación Ethernet en la versión simple y seis puertos para la versión Hot Standby, estos están destinados dos para comunicación directa con computador para su configuración, y los cuatro restantes para comunicación con PLC o DCS con su respectiva redundancia, de los cuales se podrá tener control de toda nuestra red de campo. La principal configuración para esta comunicación industrial será el determinar la IP de Master Station para trabajar en una red.

- **Hot Standby para Conexión Ethernet.**

Para la comunicación Ethernet entre Master Station y el Host de control se usa puerto3 y puerto4, la opción Standby debe mantenerse activa, de esta manera existe redundancia de datos entre ambas CPU ya sea mediante puerto3 o puerto4, se puede conectar a dos diferentes Host mediante conexión punto a punto o a un mismo Host con redundancia mediante la implementación de un Ethernet Switch .Existe la posibilidad de mantener la misma dirección IP para lado A y lado B con la configuración Standby Passive o diferente con la configuración Standby Active como se ilustra en la figura 6. (MASTERSTATION, 2016)

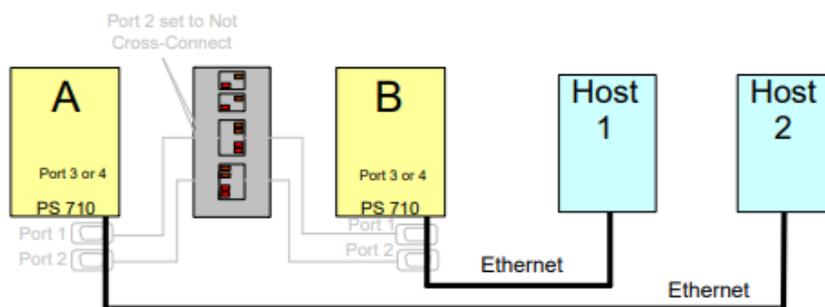


Figura 6 Hot Standby para comunicación Ethernet.

Fuente: (MASTERSTATION, 2016)

2.4.4.4 LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN.

Pakscan P3 es la última versión para red de control en actuadores Rotork, esta nos brinda tecnología de vanguardia en accesos remotos y facilidades sobre internet. La cual suministra un lazo de corriente proveniente del sistema Pakscan IIE. Mediante Pakscan P3 se puede

conectar casi todos los actuadores que posee la marca, para ello todos los actuadores se han basado en un solo estándar.

- **RED PAKSCAN EN CAMPO**

El lazo de corriente en campo debe ser cableado y conectado correctamente hacia la Master Station, teniendo en cuenta los valores de resistencia y capacitancia del mismo al final de las conexiones, ya que se deberá configurar la velocidad de transmisión en dependencia a los valores probados en el sitio. La velocidad de los actuadores deberá ser la misma que los configurados para la Master Station, ya que de lo contrario empezará a existir conflictos y fallas de comunicación entre el maestro y los esclavos. El lazo de comunicación soporta hasta de 240 actuadores por lazo a una distancia máxima de 20 [Km] sin necesidad de repetidoras. La arquitectura de la Red Pakscan se muestra en la figura 7.

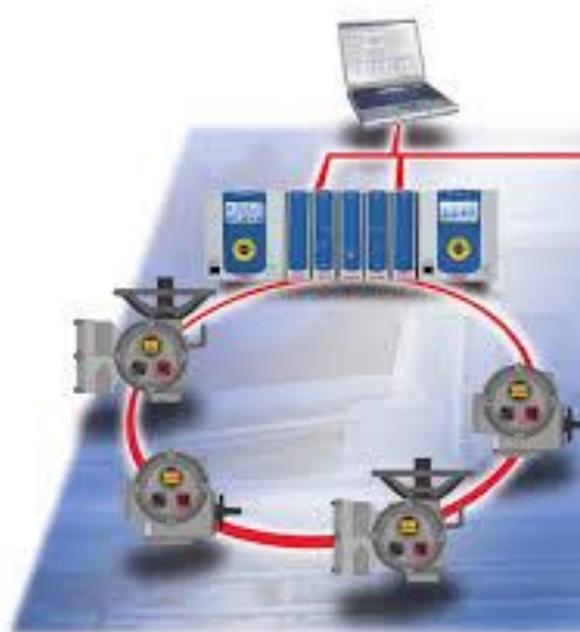


Figura 7 Red Pakscan P3.

Fuente: (MASTERSTATION, 2016)

2.5 SISTEMA SCADA

Los Sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), hacen referencia a un sistema de control centralizado, que mediante el desarrollo de redes digitales o industriales se logra obtener un control casi total en nuestra planta industrial o proceso en cuestión; implícitamente los sistemas de control, poseen interfaces de comunicación hacia los operarios

conocidos como HMI (Human Machine Interface) (Corrales, 2016) .En la figura 8 se muestra la arquitectura de los sistemas SCADA. (Corrales, 2016)

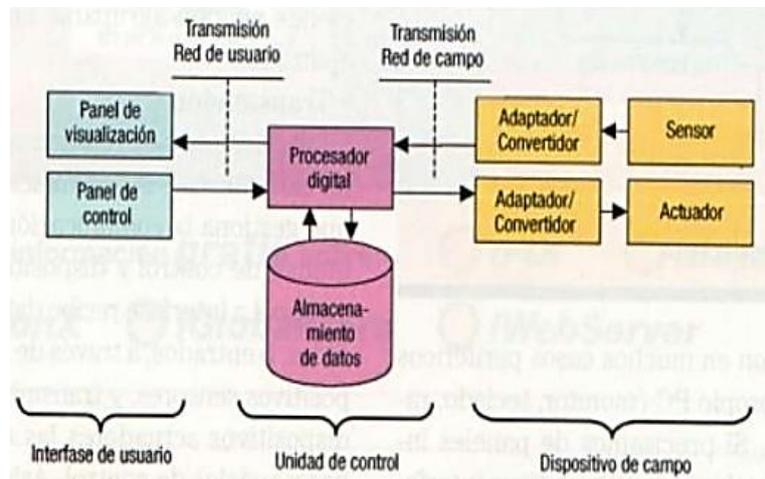


Figura 8 Partes de un Sistema Scada

Fuente: (Corrales, 2016)

A medida que los Sistemas SCADA aumentan sus capacidades de procesamiento de información, es necesario programas más robustos que permitan mayor interacción con el operador, para ello existen plataformas de desarrollo propias de cada una de las marcas de controladores como: Tia Portal (Siemens), Unity Pro XL (Schneider Electric), RSLogic 5000 (Allan Bradley), etc.; También existen plataformas de desarrollo que se acoplan a múltiples marcas como: LabView (National-Instruments) o IntouchWonderware (Schneider Electric); el RSLogic 5000 (Allan Bradley) es utilizado para el desarrollo del presente proyecto.

2.5.1 PROGRAMA RSLOGIX 5000.

Studio 5000 Logix Designer es la única aplicación para configurar, programar y mantener toda la familia de productos de controladores y dispositivos relacionados de Allen-Bradley Logix 5000. Su entorno de programación intuitivo permite a los usuarios trabajar en colaboración para diseñar y mantener sus sistemas.

2.5.1.1 Propiedad del RSLOGIX 5000.

En un sistema Logix5000, los módulos difunden datos de forma múltiple. Esto significa que varios dispositivos pueden recibir al mismo tiempo los mismos datos de un único dispositivo. Cuando usted selecciona un formato de comunicación, tiene que decidir si establecerá una relación con el módulo de propietario o de solo recepción.

2.5.2 HMI (INTERFAZ HOMBRE-MÀQUINA)

El HMI puede ser tan simple como un indicador y un interruptor, o poseer varias pantallas representando todo el proceso de supervisión de una planta, esto incluye control de los actuadores y datos y estado en tiempo real. Conforme los avances tecnológicos avanzan, se puede determinar que la complejidad de los sistemas de control aumenta de forma exponencial, es decir, la información de nuestro proceso es mucho mayor y el operador podrá tomar las decisiones correctas y con total confiabilidad.

La tarea de informar al operador en tiempo real cada vez tiene más complicaciones, por lo que los diseñadores de HMI no solo se deben basar en indicadores, a veces se necesita diseñar un esquema gráfico para saber en qué lugar se encuentra dentro del proceso; a medida que nuestra interfaz HMI sea gráfica, entendible y lo más simple posible, el diseñador estará cumpliendo con los principales objetivos que son: Disminuir la tasa de errores, Reducir los tiempos de aprendizaje y reducir los costos de rediseño. Los Sistemas Scada pueden ser basados por todas las redes industriales conocidas como:

- Ethernet
- Profinet
- Modbus
- Fielbus

Es decir, no importa la marca de nuestro controlador ni la red de comunicación que use, siempre se podrá realizar un HMI con toda la información que se necesite PLC.

2.6 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN REDES INDUSTRIALES.

Se conoce como protocolo al conjunto de reglas que hacen posible el intercambio y transferencia de datos entre los dispositivos que integran una red. La evolución de las redes industriales y procesos automatizados han dado lugar a la existencia de buses de campo con el objetivo de sustituir las conexiones punto a punto convencionales en lazos de control de corriente 4-20mA o voltaje 0-10 Vdc a redes digitales, bidireccionales, multipunto ensambladas sobre un bus serie facultando la conexión entre dispositivos de campo, actuadores, transductores sensores y equipos de supervisión siendo los más empleados. (Hurtado, 2018).

En la implementación de este proyecto los protocolos a utilizar para poder comunicar los diferentes niveles de la pirámide de automatización son los que se ilustran en la figura 9.

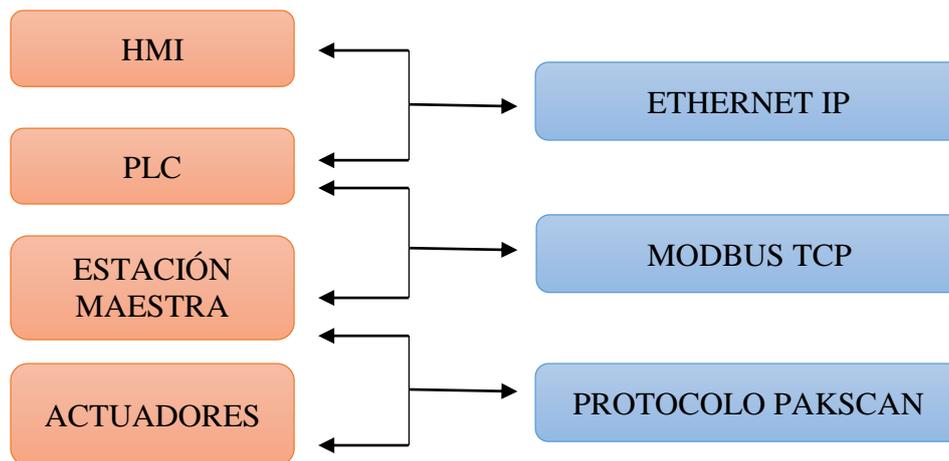


Figura 9 *Protocolos de comunicación del proyecto implementado.*

Fuente: Autor.

2.6.1 PROTOCOLO PAKSCAN.

Pakscan P3 es la última versión para red de control en actuadores Rotork, esta nos brinda tecnología de vanguardia en accesos remotos y facilidades sobre internet. La cual suministra un lazo de corriente proveniente del sistema Pakscan IIE. Mediante Pakscan P3 se puede conectar casi todos los actuadores que posee la marca, para ello todos los actuadores se han basado en un solo estándar.

El lazo de corriente en campo debe ser cableado y conectado correctamente hacia la Master Station, teniendo en cuenta los valores de resistencia y capacitancia del mismo al final de las conexiones, ya que se deberá configurar la velocidad de transmisión en dependencia a los valores probados. Las velocidades de los actuadores deberán ser los mismos que los configurados para la Master Station, ya que de lo contrario empezará a existir conflictos y fallas de comunicación entre el maestro y los esclavos. El lazo de comunicación soporta hasta de 240 actuadores por lazo a una distancia máxima de 20 [Km] sin necesidad de repetidoras. La arquitectura de la Red Pakscan . (JARA, 2017)

2.6.2 PROTOCOLO ETHERNET IP.

Ethernet/IP es un protocolo de red en niveles para aplicaciones de automatización industrial. Basado en los protocolos estándar TCP/IP, utiliza los ya bastante conocidos hardware y software Ethernet para establecer un nivel de protocolo para configurar, acceder y controlar dispositivos de automatización industrial. Ethernet/IP clasifica los nodos de acuerdo a los tipos

de dispositivos preestablecidos, con sus actuaciones específicas. El protocolo de red Ethernet/IP está basado en el Protocolo de Control e Información (Control and Information Protocol - CIP) utilizado en DeviceNet™ y ControlNet™. Basados en esos protocolos, Ethernet/IP ofrece un sistema integrado completo, enterizo, desde la planta industrial hasta la red central de la empresa.

2.6.2.1 VENTAJAS DEL PROTOCOLO ETHERNET IP.

Son muchas las ventajas del nivel del Protocolo de Control e Información (CIP) sobre Ethernet/IP. La oferta de un acceso consistente a aplicaciones físicas significa que se puede utilizar una sola herramienta para configurar dispositivos CIP en distintas redes desde un único punto de acceso sin la necesidad de software propietario. Al clasificar todos los mecanismos como objetos o elementos, se reduce la necesidad de adiestramiento y los costos de puesta en marcha requeridos cuando se incorporan nuevos mecanismos al perímetro de la red. Ethernet/IP disminuye el tiempo de respuesta e incrementa la capacidad de transferencia de datos respecto al DeviceNet o al ControlNet. A través de un mismo medio de interconexión, Ethernet/IP conecta distintos mecanismos industriales con el control de planta y con la gestión central, mediante una interfaz consistente con las aplicaciones. (INCIBE, 2019)

2.6.3 MODBUS RTU SERIAL AND TCP/IP.

2.6.3.1 Interpretación de datos.

Para la interpretación de datos que organiza y presenta Pakscan P3 obtenido por su lazo de corriente, puede ser adquirido por un Host a través de los distintos tipos de comunicaciones ya presentados. Los registros relevantes y detalle de los mismos se presentarán posteriormente. Se gestionará la lectura y escritura de los bits o registros emitidos desde la Master Station, la cual posee una base de datos inicial de todos los actuadores conectados en la red de campo; razón por la que el fabricante, por motivos de optimización, realiza el barrido de información del lazo de corriente emitiendo los datos que cambian, por lo cual reduce el tráfico de datos en el sistema como se muestra en la figura 10. (Rotork., 2016)

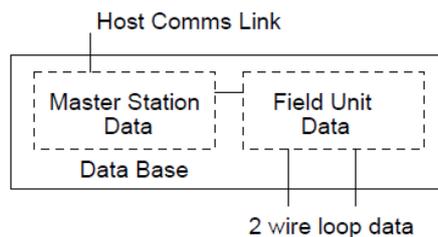


Figura 10 Segregación de base de datos

Fuente: (ROTORK, 2016)

2.6.3.2 Especificación Modbus

El protocolo Modbus soporta dos formas de acceso de datos discretos (bits) o direcciones de registros. La función de código determinará cual forma de direccionamiento será usado. La velocidad de respuesta del protocolo Modbus depende de la tasa de transmisión siendo el periodo máximo entre pregunta y respuesta de 100.00 [ms]; para cada velocidad el tiempo de respuesta.

2.6.3.3 Direccionamiento Modbus.

El primer byte de todas las tramas de mensajes Modbus es el byte de dirección, Modbus soporta 248 direcciones, de los cuales el valor de cero se asigna siempre para los mensajes de emisor. Cada Master Station está configurado con una dirección Modbus base, en la que se gestiona la conexión de las 274 direcciones o dispositivos conectados. El lazo de comunicación Pakscan P3 responde entre una y cuatro direcciones lógicas Modbus, a pesar que físicamente sea una vía única de 240 actuadores. Cada unidad lógica soporta 60 unidades de campo los cuales se pueden configurar mediante los registros que se muestran en las tablas de direccionamiento Modbus que se muestra en el anexo 1. (ROTORK, 2016)

2.7 CABLES DE COMUNICACIÓN

A nivel industrial es importante la comunicación de sensores, actuadores y controladores. Para ello existen fabricantes que invierten gran capital en el desarrollo de nuevas tecnologías, con ello se logra una menor capacitancia en el cable y mayor protección electromagnética producto de perturbaciones externas. También deben soportar temperaturas de hasta 70°C, aunque existen cables que pueden soportar temperaturas más altas, dependiendo el ambiente industrial al que está destinado; se incluyen también características como la no propagación de la llama basada en normas UNE-EN60332-1. Cuando existen cables que contengan más de un par, es necesaria la protección individual; al ser portador de señales analógicas debe poseer

aislamiento cada cable mediante cinta de aluminio-poliéster. La selección del cable de instrumentación deberá ser acorde al número de hilos que necesita la comunicación y el ambiente al cual se somete. (Salazar, 2016) .En el presente proyecto el cable a utilizar presenta las características que se muestran en la tabla 4 y se muestra en la figura 11.

FABRICANTE	OKONITE
NÚMERO DE PARES	1x1PR
DIÁMETRO	18AWG
TIPO	PLTC
MODELO	564-92-3301
VOLTAJE	COM
O.D.”	0.34

Tabla 4 Especificaciones cable de comunicación.

Fuente: (OKONITE, 2015)

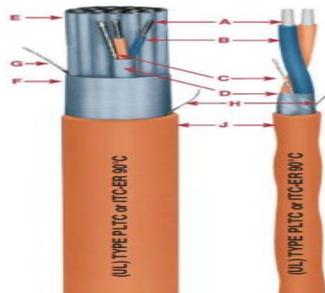


Figura 11 Cable de comunicación OKONITE.

Fuente: (OKONITE, 2015)

2.8 CANALETAS PORTA CABLE.

Es un sistema conformado por varios elementos metálicos como el aluminio con medidas y formas estandarizadas que en conjunto forma una estructura sólida, capaz de soportar cables destinados para alimentación o comunicación de dispositivos en campo u oficina. Para la selección de canaletas se debe considerar el lugar y condiciones climatológicas, por ello la mejor elección son bandejas porta cables de aluminio tipo escalerilla, ya que posee: menos costo, menor peso, fácil manipulación e instalación.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

La investigación experimental consiste en la manipulación de variables experimentales no comprobadas. Cabe destacar que este tipo de investigación permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Es una de las investigaciones más apropiadas para investigar relaciones de causa-efecto, pero a la vez tiene sus desventajas ya que al realizar sus experimentos pueden actuar diferentes en sus aplicaciones.

3.2 MÉTODOS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.2.1 MÉTODO INVESTIGATIVO EXPERIMENTAL

El método experimental haciendo la recolección de datos de control de válvulas tanto de apertura, cierre y stop de las válvulas controladas por motor (MCVs), para analizar los errores en el tiempo de respuesta al operar las MCVs desde la sala de operaciones mediante una HMI.

3.2.2 MÉTODO DEDUCTIVO

Al obtener nuestros datos sacamos una conclusión para determinar los tiempos de respuesta para realizar el cambio de sistema de comunicación de las MCVs y configurar pantallas HMI.

3.3 TÉCNICAS

3.3.1 OBSERVACIÓN

Se empleó la técnica de la observación que consiste en capturar y visualizar de forma detallada, cualquier situación o fenómeno que se produzca, en función a los objetivos de la investigación planteados con anterioridad. En éste proyecto se evidencian los siguientes parámetros: cambio de tarjetas de comunicación Pakscan en los actuadores los cuales mediante un cable de comunicación se comunican entre todas las MCVs formando un anillo conectado a la master

station que mediante una tarjeta de comunicación Prosoft obtiene datos de las MCVs para ilustrar mediante las pantallas de operación.

3.3.2 FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Son aquellas formas posibles de que se vale el investigador para adquirir los datos necesarios en el proceso investigativo. Para realizar este proyecto de investigación los instrumentos utilizados son los siguientes: recopilación de información a los técnicos de la empresa, recorrido de campo, paper, tesis, libros, datasheets, páginas web y materiales electrónicos adicionales para su desarrollo.

3.4 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

En los instrumentos de la investigación se tiene: procedimientos experimentales y análisis de documentos. Para realizar este proyecto de investigación los instrumentos utilizados son los siguientes: cable de comunicación para MCVs. tarjetas Packscan, tarjetas de comunicación Prosoft con su respectivo software de programación en nuestro caso RSLogig 5000, Master station, software de diseño de pantallas HMI el software a utilizar es el Factory Tall View, software Autocad para realización y edición de planos paper, tesis, libros, datasheets, páginas web.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 POBLACIÓN

La población para este proyecto es el grupo de válvulas controladas por motor de los tanques de almacenamiento de la estación Santo Domingo.

3.6 PROCEDIMIENTO

Para el desarrollo de este capítulo de aplicará la metodología que se detalla a continuación la cual se podrá realizar en 4 fases de la siguiente manera:

- FASE 1: Requerimiento y restricciones de la empresa.
- FASE 2: Modificación de Red.
- FASE 3: Implementación de red Pakscan.

- FASE 4: Protocolo de pruebas.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.7.1 REQUERIMIENTO Y RESTRICCIONES DE LA EMPRESA

La estación de bombeo Santo Domingo de la EP PETROECUADOR en pro de su desarrollo y control de sus procesos, plantea los siguientes requerimientos y restricciones para el presente proyecto.

- Instalación de Tarjeta de comunicación Pakscan en los 14 actuadores de los 7 tanques de almacenamiento de combustible.
- Instalación y configuración de Estación maestra redundante.
- Se necesita bandejas de aluminio que permita soportar los cables de alimentación e instrumentación y el análisis del dimensionamiento de los mismos en los tramos faltantes.
- Se necesita un cable apantallado con protección electromagnética para zona industrial y el tendido de los mismos para comunicación de las MCVs.
- Comunicación entre actuadores que proporcione mayor información y seguridad.
- Evitar la caída de la Red de actuadores.
- Modificación de red de comunicación y alimentación para actuadores de Tanques de almacenamiento de combustible.

3.7.2 MODIFICACIÓN DE LA RED.

En esta fase se desarrollará las bases de información necesarias para el proyecto, es decir la elaboración de los planos: eléctricos, P&ID, recorrido canaletas portacables, lazos de comunicación Pakscan para tanques de almacenamiento, cálculo de las direcciones modbus, variables a declarar en intouch y host disponibles en la red para la asignación hacia los equipos.

A continuación, se desarrolla un breve análisis de la red existente y la red que se va a implementar en el presente proyecto.

- **Diagrama de bloques del funcionamiento previo al desarrollo del proyecto.**

Se trabajan en una red modbus y una topología de tipo estrella para comunicación de las MCVs, ésta red se comunica a un PLC mediante el protocolo Modbus TCP el mismo que envía datos hacia el HMI para su visualización mediante el protocolo Ethernet IP, como se muestra en la figura 12.

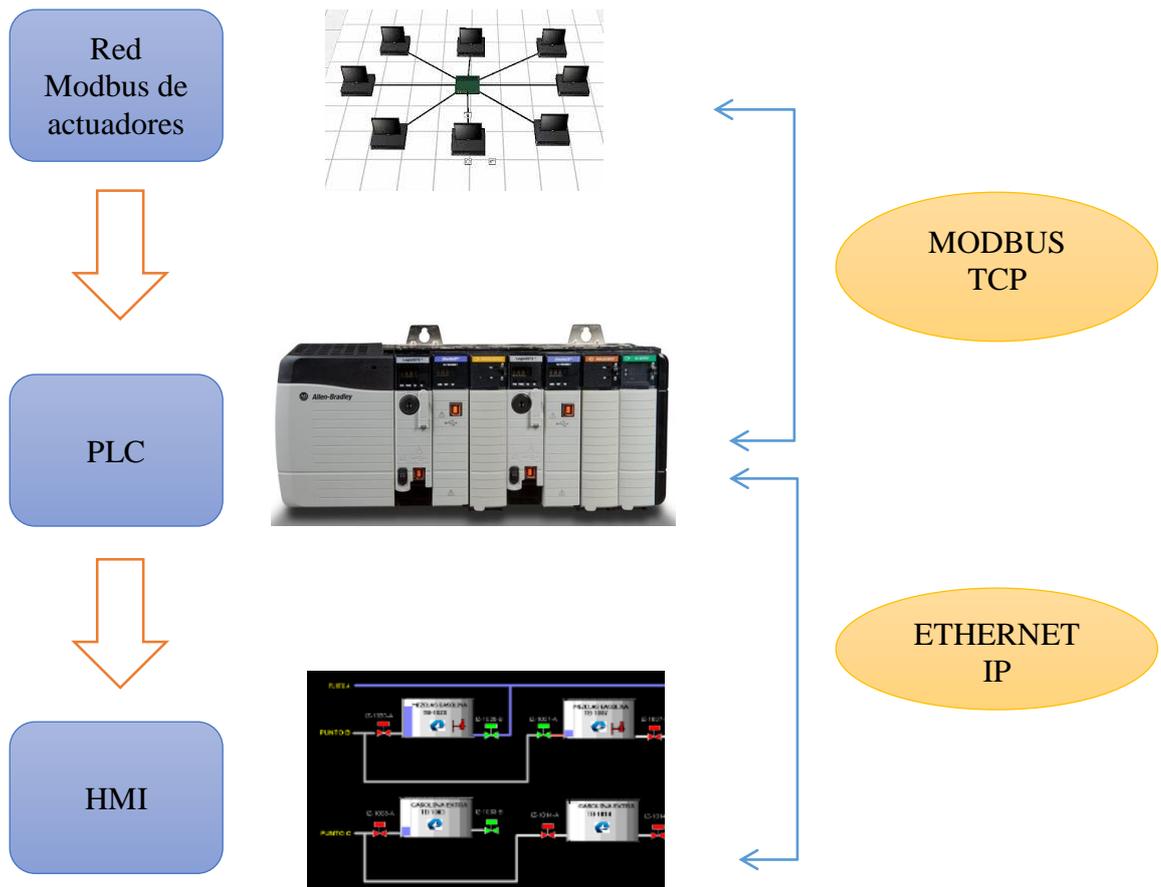


Figura 12 Diagrama de bloques del sistema de MCVs anterior.

Fuente: Autor

- **Diagrama de bloques del funcionamiento modificado.**

El lazo de comunicación adquiere los datos emitidos por el lazo de actuadores Pakscan hacia la estación maestra y posteriormente a la memoria del PLC mediante una tarjeta de comunicación Prosoft MVI56E-MNETR, desde la PC servidor se podrá hacer modificaciones a programas de la tarjeta, registros Modbus y HMI, mientras que la PC operador será de uso exclusivo de operaciones como se muestra en la figura 13, El diagrama de bloques de la Red de Comunicación Pakscan de los tanques de almacenamiento se describe en el anexo 2.

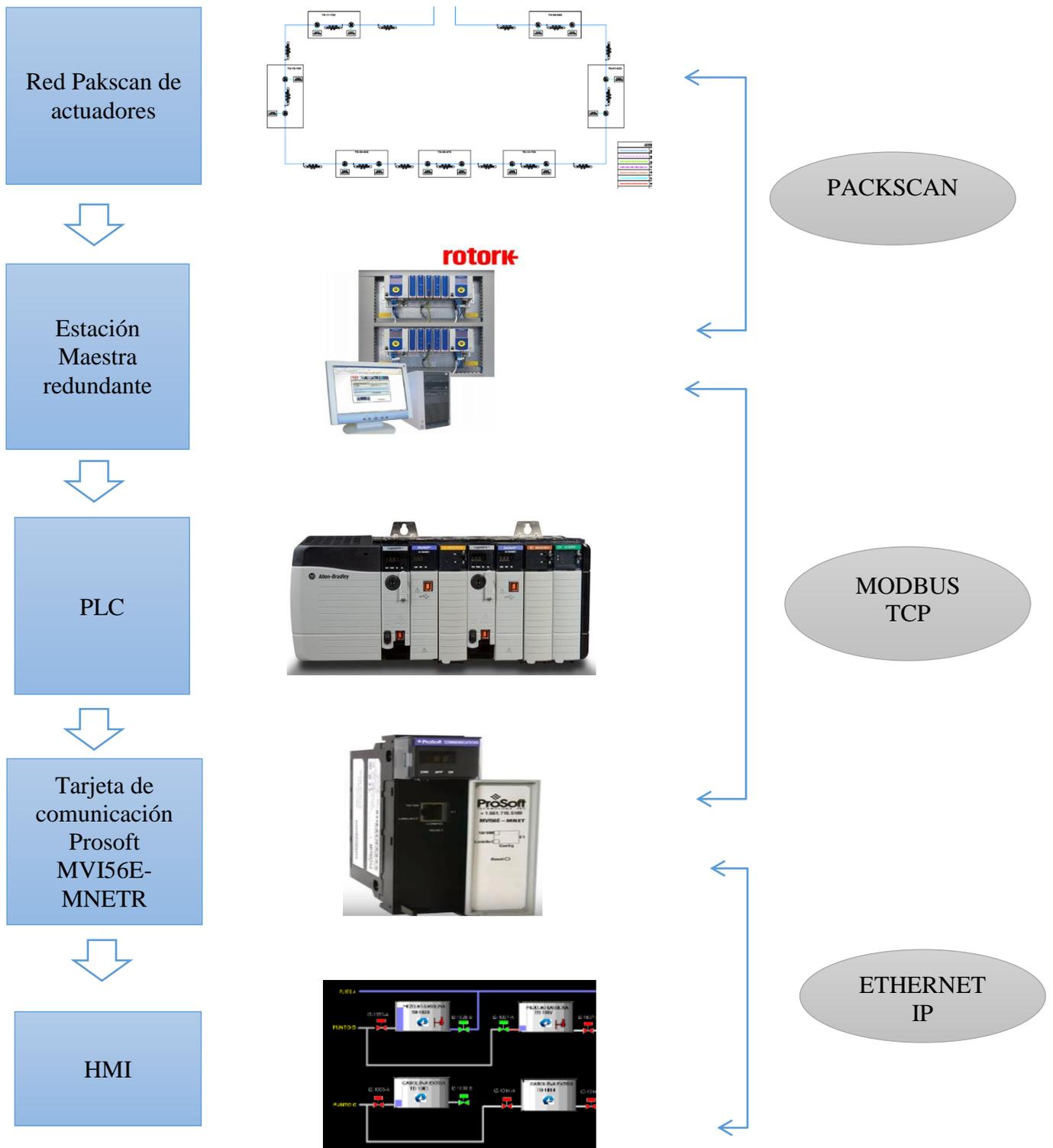


Figura 13 Diagrama de bloques funcionamiento del sistema electrónico de MCVs modificado.

Fuente: Autor

3.7.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INDUSTRIAL

3.7.3.1 CABLES DE COMUNICACIÓN Y BANDEJAS PORTA CABLES.

Se realizó dos planos P&ID en los cuales se muestra cómo será el lazo de comunicación Pakscan para Tanques de Almacenamiento es así que el anillo empieza en la master station y se conecta a la MCV de entrada del tanque 700, la MCV de salida del tanque se conecta a la entrada del siguiente tanque y así sucesivamente con los 7 tanques hasta cerrar el anillo desde la salida del último tanque entrando nuevamente a la master station. Estos planos están basados según el recorrido del anillo Pakscan, teniendo en cuenta las distancias para optimización de cable y evitar distancias innecesarias entre cada actuador además de instalar bandejas necesarias para portar los cables en tramos faltantes. Este plano se ilustra en el anexo 3 y 4.

- **Procedimiento de tendido de cable.**

El tendido de cable para comunicación de MCVs se basa en el procedimiento que se muestra en la figura 14.

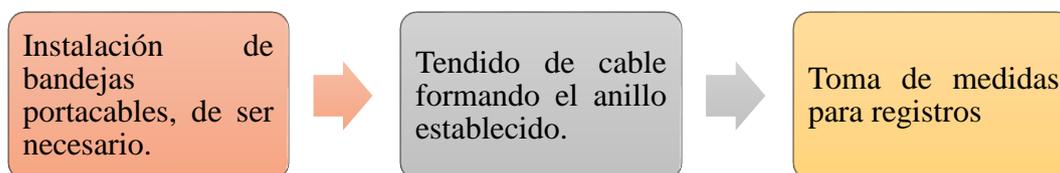


Figura 14 Procedimiento tendido de cables de comunicación de MCVs.

Fuente: Autor

- 1) Identificar la instalación donde se va a realizar el trabajo, trasladar el carrete de cable a utilizar en nuestro caso el área de tanques de almacenamiento como se muestra en la figura 15.



Figura 15 Área de tanques de almacenamiento Estación Santo Domingo.

Fuente: Autor

- 2) Verificar el estado de los equipos de protección individual, equipos de protección colectiva y herramientas que se vayan a utilizar.
- 3) Verificar que exista el canal necesario para su soporte en nuestro caso la bandeja porta cables, en caso de no existir bandejas tomar las dimensiones necesarias para proceder a su instalación en nuestro caso el tramo que necesita instalación de bandeja es el tramo de la MCV230103-4-04B a la MCV230103-4-05A, como se muestra en la figura 16.



Figura 16 Instalación de bandejas porta cables.

Fuente: Autor

- 4) Los carretes se situarán en un lugar seguro para su manipulación y que no provoquen interferencias con el tránsito de las personas.

- 5) Los carretes portarrollos deben colocarse cerca del lugar de trabajo de forma tal que el cable comience a desenrollarse desde la parte superior de éste hacia delante, evitando que los cables se apoyen o deslicen sobre el suelo, como se muestra en la figura 17.



Figura 17 Carretes de cable utilizados.

Fuente: Autor

- 6) El tendido de cables se iniciará solamente después que la canalización esté protocolizada y se haya verificado que estén dadas las condiciones de instalación para proceder a la instalación, tales como limpieza en las áreas de trabajo y verificación de la ruta en terreno antes del tendido de éstos, chequeando la información en planos y listados de circuitos del proyecto.
- 7) Luego se manipularán los carretes, teniendo en cuenta que éstos no deben someterse a esfuerzos innecesarios, evitando dañar los cables, con la ayuda de personal de apoyo se divide el trabajo una persona se encarga del desenrollando del cable del carrete, otra persona de alar el cable por la ruta establecida y otra persona de ir colocando el cable en las bandejas correspondientes, una vez que se ha tendido el tramo de cable establecido se deja 1m de cable sobrante para posteriores conexiones necesarias, como se ilustra en la figura 18.



Figura 18 Tendido de cable para comunicación de MCVs.

Fuente: Autor

- 8) Finalmente se cubre con una cinta protectora y aislante en nuestro caso utilizamos taípe, para evitar daños en el cable.
- 9) El mismo procedimiento se realiza en todos los tramos de comunicación entre MCVs y la estación maestra hasta cerrar el anillo establecido en el plano del anexo 3 y tomar medidas de las distancias de cada uno de los tramos.

3.7.4 MEGADO DEL CABLE DE COMUNICACIÓN ENTRE MCVs.

El megado de cable para comunicación de MCVs se basa en el procedimiento que se muestra en la figura 19.

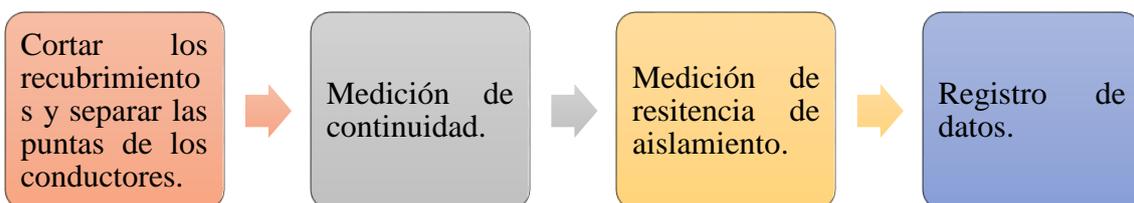


Figura 19 Procedimiento megado de cables.

Fuente: Autor

Antes de conectar una instalación nueva a la red se deberá efectuar la medida de resistencia de aislamiento para comprobar el correcto estado de la misma, debido a que los cables están sometidos a sobrecargas, cortocircuitos y defectos a tierra. Para saber si después de estas incidencias el cable se encuentra en condiciones óptimas de servicio se pueden realizar dos

pruebas; medida de la resistencia de aislamiento y medida de la continuidad de cable, para los cual se hace uso de un multímetro Fluke 1587FC y un Megger Fluke 1550C que tiene capacidad de generar hasta 10000 volts, como se muestra en la figura 20.



Figura 20 Multímetro y Megger fluke

Fuente: Autor

- **Medida de la resistencia de aislamiento y continuidad.**

Para realizar la medición de la resistencia de aislamiento y continuidad de los cables que ya se encuentran tendidos se hace uso de un Megger Fluke 1550C y un multímetro, el cable que estamos utilizando consta de dos conductores y una pantalla para su megado se sigue el siguiente procedimiento.

- 1) Para realizar el procedimiento de megado de cables de comunicación entre MCVs de los tanques de almacenamiento primeramente tenemos que verificar que los equipos se encuentren en condiciones óptimas para su uso y contar con los equipos de profesión necesarios como guantes, zapatos o botas dieléctricas y herramientas como pinzas y cortadoras adicional necesitamos tener a la mano el registro para prueba de continuidad y resistencia de aislamiento cables de control que se muestra en el anexo 5 y proceder a llenarlo siguiendo los pasos y procedimientos posteriores.
- 2) Primero se realiza la medición de continuidad de acuerdo a los requerimientos de la tabla de registro del anexo 5 para lo cual se debe cortar aproximadamente unos 20cm de la cubierta externa o chaqueta medidos desde la punta del cable, se corta la armadura y se procede a pelar aproximadamente 1cm los conductores para poder realizar la medición.

- 3) Conecte el cable negro a la toma COM y el cable rojo a la toma INPUT para realizar una medición con las puntas de medir.
- 4) Gire el selector del rango de medición hacia la posición Ω , la medición se realiza entre los cables de:
 - **Conductor con conductor:** Se conecta la una punta del multímetro a un conductor y la otra punta del multímetro al otro conductor.
 - **Conductor con pantalla:** Se une los dos conductores y se conecta a una punta del multímetro la otra punta del multímetro se conecta a la pantalla.
 - **Conductor con tierra:** Se une los dos conductores y se conecta a una punta del multímetro la otra punta del multímetro se conecta a tierra.
- 5) Se registran los valores medios en la tabla del anexo 5, estos valores no deben de presentar valores de resistencias en caso de que el cable se encuentre en óptimas condiciones.
- 6) Para realizar las pruebas de resistencia de aislamiento se lo realiza con el doble de la tensión que normalmente recibe en nuestro caso inyectaremos 500V, formando las mismas conexiones que realizamos para la medición de continuidad es decir los cables entre conductor-conductor, conductor-pantalla y conductor-tierra, es importante trabajar a distancia de sistemas cargados.
- 7) Mientras se realiza la medición, la resistencia tiene que disminuir o permanecer relativamente estabilizada este proceso debe durar aproximadamente un minuto si el resultado de la medición me da resultados en el orden de los $M\Omega$, $G\Omega$ y hasta los $T\Omega$ el cable se encuentra en muy buen estado, como se ilustra en la figura 21.



Figura 21 Medición de resistencia de aislamiento haciendo uso del Megger.

Fuente: Autor

3.7.5 INSTALACIÓN DE TARJETA DE COMUNICACIÓN PROSOFT MVI56E-MNETR.

3.7.5.1 TAREAS DE PREINSTALACIÓN.

- 1) Verificar si el procesador Rockwell Automation ControlLogix dispone de versión de firmware 10 o superior, con fuente de alimentación compatible y una ranura libre en el bastidor para la instalación el módulo MVI56E-MNETR.
- 2) Verificar si se encuentra disponible el software de programación Rockwell Automation RSLogix 5000, Se requiere la versión 16 o superior para la instrucción Add-on.
- 3) Verificar si se encuentra disponible ProSoft Configuration Builder (PCB) incluido, ProSoft Discovery Service (PDS).
- 4) 128 Mbytes de RAM como mínimo, 256 Mbytes de RAM recomendados.
- 5) 100 Mbytes de espacio libre en el disco duro (o más según los requisitos de la aplicación).

3.7.5.2 TAREAS DE INSTALACIÓN.

- **Instalación de módulo MVI56E-MNETR.**

Para la instalación de la tarjeta de comunicación se siguen los pasos mostrados en la figura 22 y 23.

Alinee el módulo con las guías superior e inferior, y luego deslícelo en el bastidor hasta que el módulo esté firmemente contra el conector de la placa posterior.

Con un empuje firme, encaje el módulo en su lugar.

Compruebe que los clips de sujeción en la parte superior e inferior del módulo estén firmemente en los orificios de bloqueo del bastidor.

Tome nota de la ubicación de la ranura. Debe identificar la ranura en la que está instalado el módulo para que el programa de ejemplo funcione correctamente en este caso el número de slot o ranura es 9, como se muestra en la Figura21.

Figura 22 Pasos a seguir para la instalación de la tarjeta de comunicación

Fuente: Autor



Figura 23 Instalación de módulo MVI56E-MNETR.

Fuente: Autor

3.7.5.3 TAREAS DE COMUNICACIÓN.

- **Conexión de la PC al módulo.**

Con el módulo montado de forma segura, conecte un extremo del cable Ethernet al Puerto de configuración y el otro extremo a un concentrador o conmutador Ethernet accesible desde la misma red que su PC. También puede conectarse directamente desde el puerto Ethernet de su PC al Puerto de configuración en el módulo mediante el uso de un cable cruzado Ethernet.

- **Comunicación del módulo MVI56E-MNETR.**

- **Configuración de dirección IP temporal.**

- 1) Haga clic en el botón INICIO y luego navegue a PROGRAMAS / PROSOFT TECHNOLOGY.
- 2) Haga clic para iniciar PROSOFT CONFIGURATION BUILDER, como se muestra en la Figura 24.

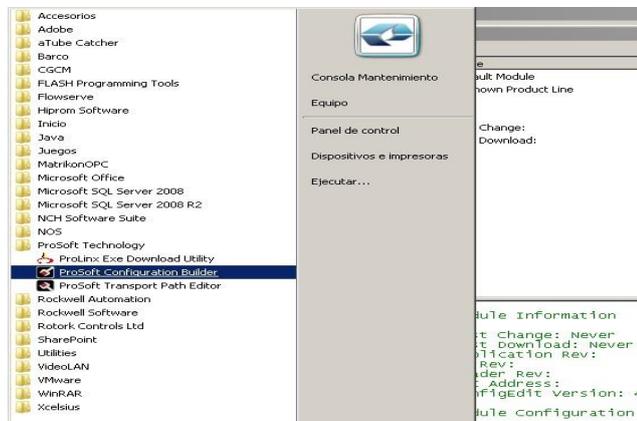


Figura 24 Pasos para ingreso a PROSOFT CONFIGURATION BUILDER

Fuente: Autor

La ventana de PCB consiste en una vista de árbol a la izquierda y un panel de información y un panel de configuración en el lado derecho de la ventana.

- 3) Seleccionar DEFAULT MODULE en la vista de árbol, y luego haga clic derecho para abrir un menú de acceso directo.
- 4) En el menú de acceso directo, seleccione CHOOSE MODULE TYPE, ésta acción abre el cuadro de diálogo para Elegir el tipo de módulo.
- 5) Seleccione MVI56E, en la lista desplegable seleccione MVI56E-MNETR, y luego haga clic en OK, como se muestra en la Figura 25.

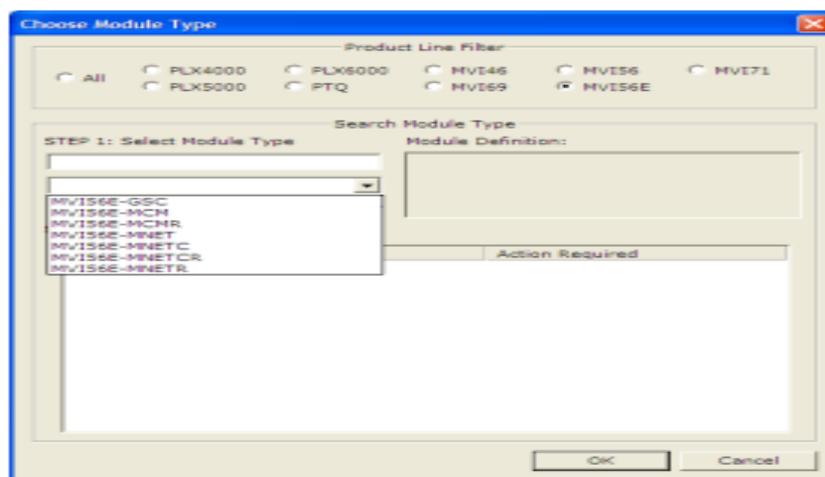


Figura 25 Cuadro de diálogo de los tipos de módulos.

Fuente: Autor

- 6) Haga clic derecho en el icono del módulo y elija DIAGNOSTICS.
- Ésta acción abre el cuadro de diálogo Diagnostics, como se muestra en la Figura 26.

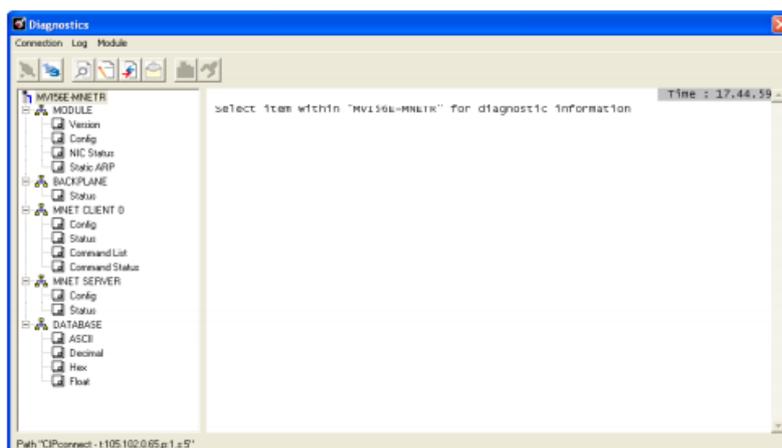


Figura 26 Cuadro de diálogo.

Fuente: Autor

Si no hay respuesta del módulo se aplica el siguiente método.

- **Mediante la dirección IP del módulo.**

- 1) Haga clic en el botón SETUP CONNECTION para buscar la dirección IP del módulo, como se muestra en la Figura 27.



Figura 27 Icono SETUP CONNECTION.

Fuente: Autor

- 2) En el cuadro de diálogo Configuración de la conexión, haga clic en el botón TEST CONNECTION para verificar si se puede acceder al módulo con la configuración actual.
- 3) Si la PCB aún no puede conectarse al módulo, haga clic en el botón BROWSE DEVICE(S) para abrir el servicio de descubrimiento de ProSoft.
- 4) Seleccione el módulo, haga clic con el botón derecho y elija ASIGNAR TEMPORAL IP.
- 5) La dirección IP predeterminada asignada es 172.25.161.167, como se muestra en la Figura 28.

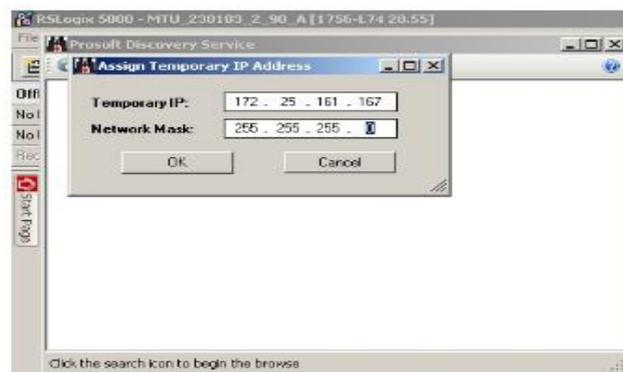


Figura 28 Asignación de dirección IP

Fuente: Autor

- 6) Elija una IP no utilizada dentro de su subred y luego haga clic en OK.
- 7) Al aceptar automáticamente en CONNECTION SETUP se digita la dirección IP predeterminada y posteriormente TEST CONNECTION para la verificación de la conexión.

- 8) Si la conexión se realizó exitosamente aparecerá un mensaje SUCCESSFULLY CONNECTION, como se muestra en la Figura 29.

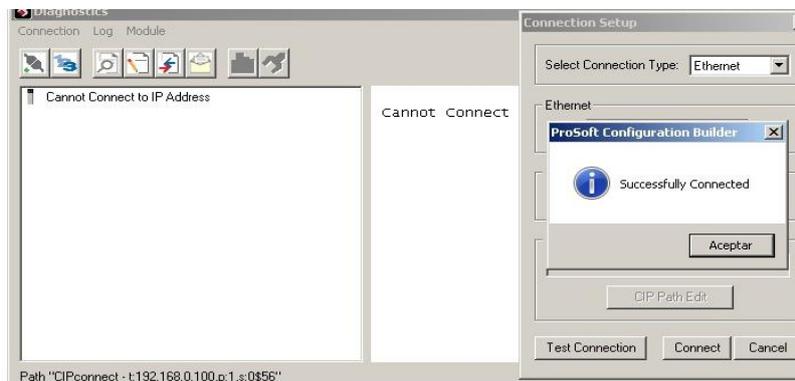


Figura 29 Conexión exitosa.

Fuente: Autor

- **Descargar instrucciones ADD-ON.**

En la página web de PROSOFT TECHNOLOGY descargamos las instrucciones ADD-ON de la importación de renglones con instrucciones adicionales para el programa de muestra MVI56EMNETR_AddOn_Rung_v1_3.L5X, y la guardamos en algún lugar de nuestra PC.

3.7.5.4 CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO EN EL PLC.

- **Creación del módulo –Rack remoto.**
 - 1) Abrir el RSLOGIX5000 y hacer click derecho en I/O CONFIGURATIONS
 - 2) Seleccione el nodo 1756BACKPLANE, del rack remoto que ya se encuentra creado y haga click derecho para abrir un menú de acceso directo.
 - 3) En el menú de acceso directo elija NEW MODULE, esta acción abre el cuadro de diálogo SELECT MODULE.
 - 4) Seleccione 1756-MODULE de la lista y OK, se abre un cuadro de dialogo NEW MODULE, como se muestra en la Figura 30.

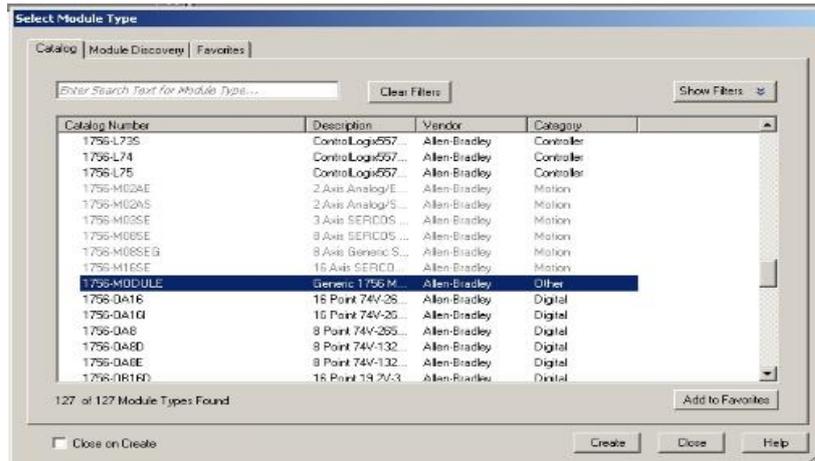


Figura 30 Cuadro de diálogo NEW MODULE.

Fuente: Autor

- 5) Configure los valores como se muestra en la Figura 29 en este caso el slot en el cual estamos trabajando es el 31.

Parameter	Value
Name	Enter a module identification string. The recommended value is MNETR.
Description	Enter a description for the module. Example: Modbus TCP/IP Interface Module with Reduced Data Block.
Comm Format	Select DATA-INT (Very Important)
Slot	Enter the slot number in the rack where the MVI56E-MNETR module will be installed.
Input Assembly Instance	1
Input Size	42
Output Assembly Instance	2
Output Size	42
Configuration Assembly Instance	4
Configuration Size	0

Figura 31 Parámetros de configuración del módulo.

Fuente: Autor

- 6) Configuramos los valores establecidos en la tabla como se muestra en la Figura 32.

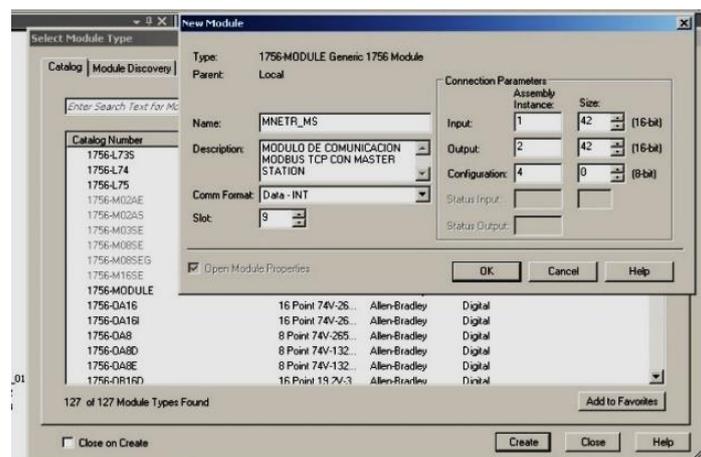


Figura 32 Valores configurados.

Fuente: Autor

- 7) Una vez configurados los valores seleccionamos la opción CONNECTION, en RPI se coloca un valor de 5ms y habilitamos la opción INHIBIT MODULE.
- 8) El módulo MV56E-MNETR ahora se encuentra visible, como se muestra en la Figura 33.

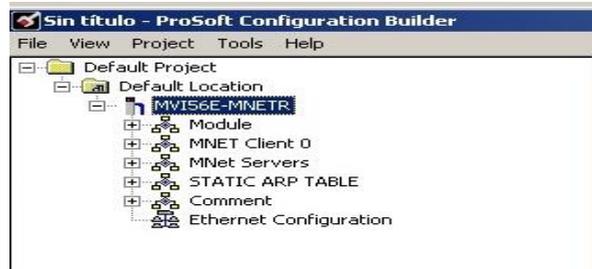


Figura 33 Módulo MV56E-MNETR visible.

Fuente: Autor

3.7.5.5 Importar instrucciones ADD-ON.

- 1) En la carpeta CONTROLLER ORGANIZATION extender subcarpetas hasta llegar a la subcarpeta MAINPROGRAM.
- 2) En la carpeta MAINPROGRAM abrir la carpeta MAINROUTINE.
- 3) Seleccione un reglón vacío en la nueva rutina y luego haga click derecho para abrir un menú de acceso directo. En el menú de acceso directo, seleccione IMPORT RUN, como se ilustra en la Figura 34.

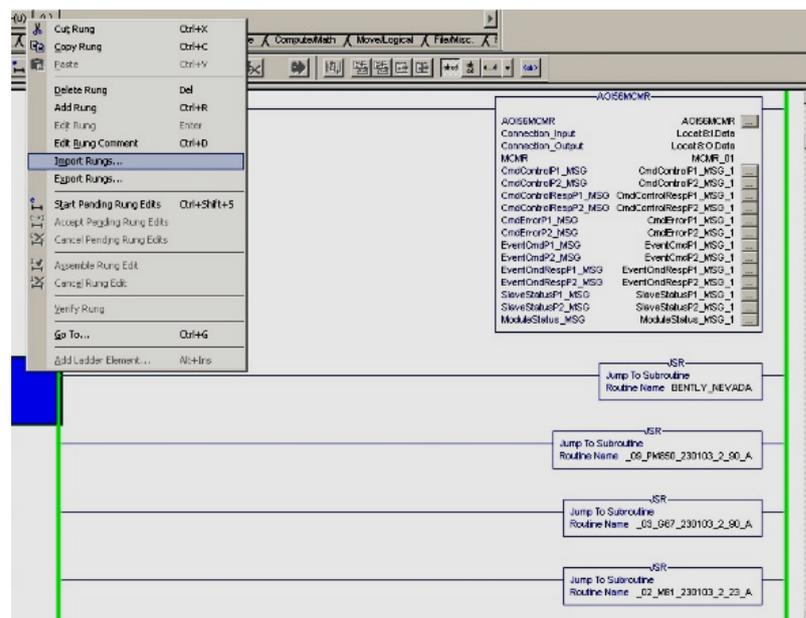


Figura 34 Opción de IMPORT RUNGS.

Fuente: Autor

- 4) Ir a la ubicación de su PC donde guardó el ADD-ON INSTRUCTION y seleccione MVI56EMNETR_AddOn_Rung_v1_3.L5X.
- 5) Se abre un cuadro de diálogo seleccione OK y posteriormente la opción Accept Program Edits y seleccionar OK,
- 6) Se abre un cuadro de diálogo IMPORT CONFIGURATION, con las variables asociadas al módulo las cuales requieren ser cambiadas, busco el Local 9:I:Data como se muestra en la Figura 35.

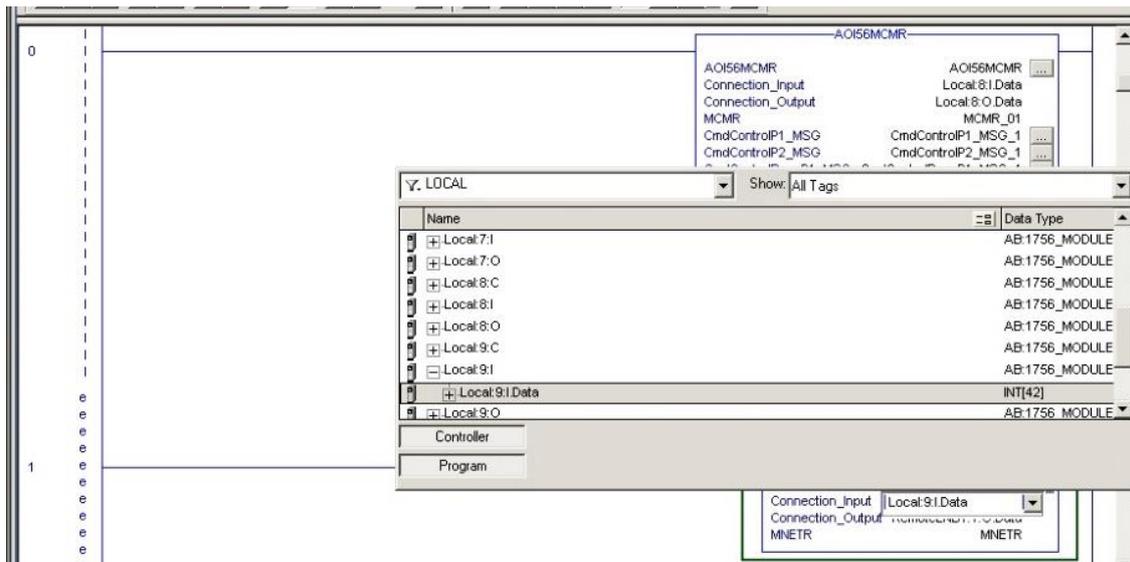


Figura 35 Configuración de variables asociadas al módulo.

Fuente: Autor

- 7) Regreso a I/O CONFIGURATIONS seleccione propiedades y deshabilito el INHIBIT MODULE y seleccione APPLY.
- 8) Cuando se complete la importación, verá el nuevo renglón de instrucciones de adición en escalera como se muestra en la Figura 36.

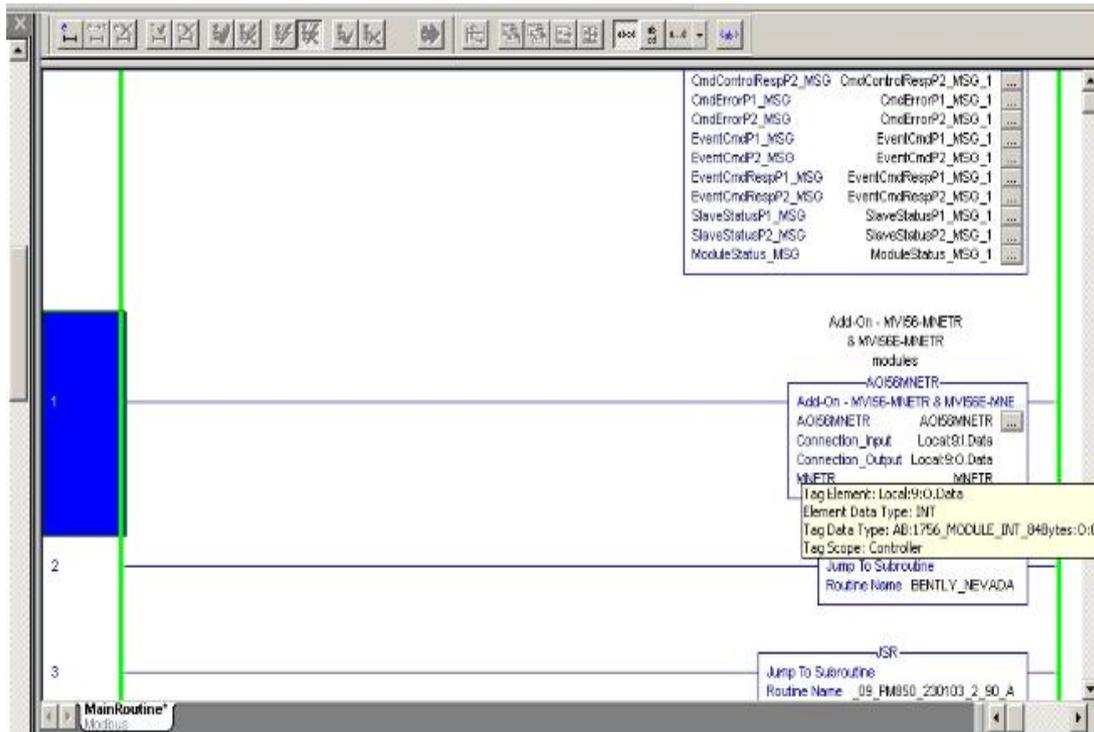


Figura 36 Instrucciones en escalera.

Fuente: Autor

3.7.5.6 CONFIGURACIÓN ETHERNET.

- 1) Se necesita asignar una dirección IP, la máscara de la subred y una dirección Gateway las cuales serán ya las direcciones permanentes. Para ello nos dirigimos a Default Project, seleccionar Default location, seleccionar el módulo MVI56E-MNETR y damos click en Ethernet Configuration y digitamos los valores asignados que se muestran en la Tabla 5 y seleccionar OK, como se muestra en la Figura 37.

Dirección IP	172.25.161.10
Máscara de red	255.255.255.0
Puerta de enlace	172.25.161.1

Tabla 5 Direcciones asignada a la tarjeta de comunicación Prosoft

Fuente: Autor

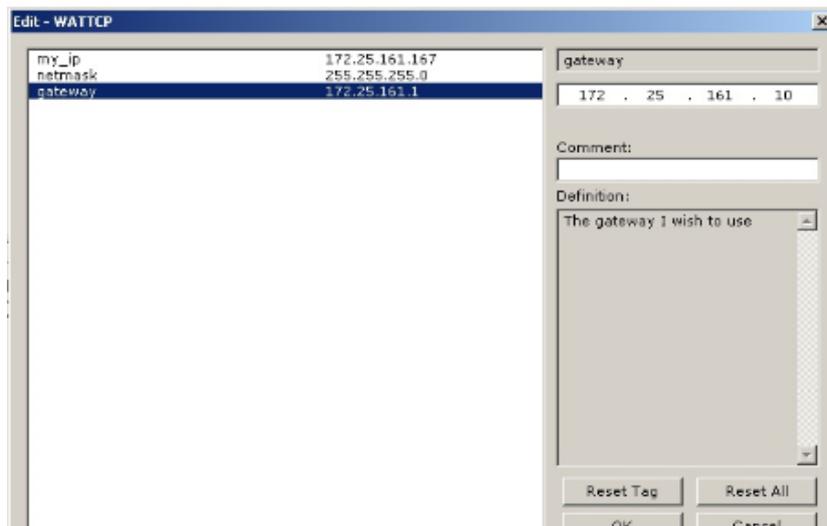


Figura 37 Asignación de direcciones IP.

Fuente: Autor

- 2) En el ícono del módulo seleccionar y dar click derecho, seleccionar BROWSE DEVICE, y seleccionar 09, UnrecognizedDeviceMVI56E-MNETR seleccionamos OK, como se muestra en la Figura 38.

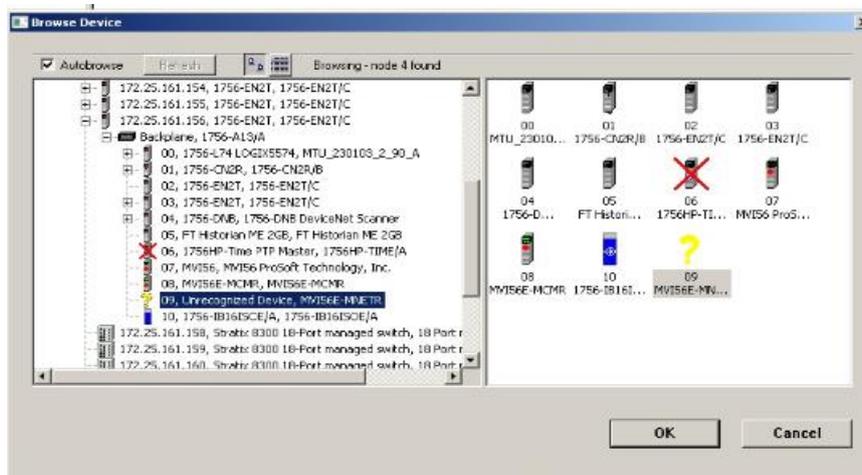


Figura 38 Seleccionar el Módulo.

Fuente: Autor

- 3) En el cuadro que se abre en la opción SELECT CONNECTION TYPE seleccionar 1756ENBT, y posteriormente RSWHO.
- 4) Seleccionamos CIP PATH EDIT, y posteriormente TEST CONECTION para verificar si la ruta física está disponible y si hay conexión, aparece un mensaje de confirmación.

- 5) Finalmente damos click en INICIO, seleccionamos BUSCAR y escribimos CMD y damos click en el icono, digitamos PING 172.25.161.10 para verificar si la tarjeta se encuentra conectada.
- 6) Finalmente, para verificar que la tarjeta se encuentre configurada sobre el modulo hacer click derecho y seleccionar DIANOSTIGS y aparecerá la tarjeta configurada.

3.7.6 INSTALACIÓN DE MASTER STATION.

Para la conexión de la Master Station se debe seguir el proceso que se muestra en la figura 39.



Figura 39 Proceso conexión de la master Station.

Fuente: Autor

La implementación de la Master Station Pakscan en la estación Santo Domingo de la EP Petroecuador permitirá operar de manera remota los actuadores de entrada y salida, abriéndolos y cerrándolos según se requiera desde una interfaz máquina-humano facilitando la operación de transferencia-recepción de hidrocarburos. La instalación de la Master Station se va a realizar en el centro de control de motores que se muestra en la figura 40.



Figura 40 Ubicación de instalación de master station.

Fuente: Autor

- 1) Montaje del rack en donde se va a ubicar la estación maestra a 1,5m desde el piso, como se ilustra en la figura 41.

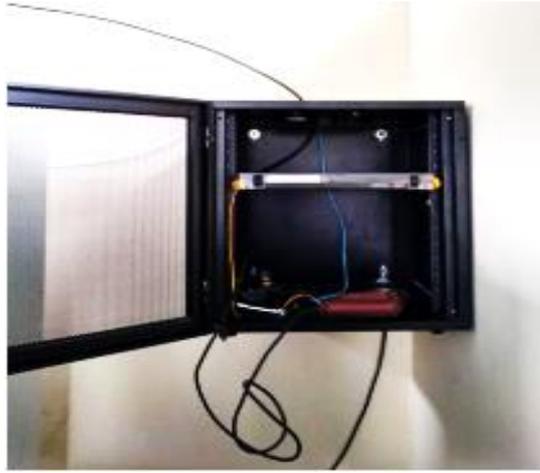


Figura 41 Montaje de rack para instalación de master station.

Fuente: Autor

- 2) Del UPS existente en el centro de control de motores conectamos una caja de breakers para alimentar a la Master Station y además servirá para evitar daños en el equipo en caso de fallas eléctricas como subidas de tensión, corto circuitos entre otros, como se muestra en la figura 42.



Figura 42 Conexión para alimentación de la Master Station.

Fuente: Autor

- 3) Se realizó el montaje de la estación maestra en el bastidor, como se muestra en la figura 43.



Figura 43 Montaje de master station.

Fuente: Autor

- 4) La EP PETROECUADOR posee dos redes que son: Industrial y Corporativa. El presente proyecto se enfocó en la Red Industrial, consultando con el Departamento de TIC (Tecnología Información y Comunicación) y usando el comando Ping se determinó los Host disponibles en la Red para asignar a la Master Station y se designó las direcciones que se muestran en la tabla 6.

Dirección IP	172.20.161.249
Máscara de red	255.255.255.192
Puerta de enlace	172.20.161.193

Tabla 6 Direcciones asignadas a la Master Station

Fuente: Autor

3.7.7 PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE TARJETAS PAKSCAN Y CONFIGURACIÓN ACTUADORES IQT 2000 ROTORK.

Para realizar el reemplazo de tarjetas de comunicación Modbus por las tarjetas Pakscan se debe seguir el proceso que se muestra en la figura 44.



Figura 44 Proceso cambio de tarjetas de comunicación.

Fuente: Autor

- **CAMBIO DE TARJETAS PAKSCAN**

- 1) Desconectar la alimentación del actuador, se recomienda realizar este proceso en frío (actuador apagado), para ello apagamos la alimentación de los actuadores Rotork IQT de cada tanque ubicados en el centro de control de motores en el tablero de alimentación de MCVs de tanques de almacenamiento para este proceso trabajaremos con las dos válvulas de cada tanque de almacenamiento uno solo a la vez, como se muestra en la figura 45.



Figura 45 Breakers de alimentación de MCVs de los tanques de almacenamiento.

Fuente: Autor

- 2) Abrir el compartimento donde se encuentran las tarjetas electrónicas como se muestra en la figura 46.



Figura 46 Desmontaje de tapa delantera del actuador.

Fuente: Autor

- 3) Desmontar tarjeta de comunicación existente y colocar la nueva tarjeta, desconectar cableado de la tarjeta de comunicación antigua y conectar el nuevo cableado (arnés de cables) entre las borneras y la tarjeta de comunicación Pakscan, como se muestra en la figura 47.



Figura 47 Cambio de tarjeta de comunicación y conexiones.

Fuente: Autor

- 4) Abrir el compartimiento donde se encuentra el cableado existente, tapa posterior del actuador y revisar el anexo 6 para saber cómo va la conexión de los cables de comunicación que instalamos como se ilustra en la figura 48.



Figura 48 Conexiones de cableado con nueva tarjeta y cables.

Fuente: Autor

- 5) Realizar las conexiones que se requieren desmontando el cableado Modbus y conectando el cableado Packscan según el anexo 7, ponchar y etiquetar los cables con los tags correspondientes, como se ilustra en la figura 49.



Figura 49 Conexiones, ponchado y etiquetado de cables

Fuente: Autor

- 6) Desmontar todo el cable del lazo Modbus de las bandejas y peinar y asegurar el nuevo cable como se ilustra en la figura 50.



Figura 50 Desmontaje de cableado Modbus y peinado de cableado Pakscan

Fuente: Autor

- 7) Medición de resistencia y capacitancia del lazo Pakscan, para posteriores configuraciones de los actuadores Pakscan, como se muestra en la figura 51.



Figura 51 Mediciones de resistencia y capacitancia del lazo Pakscan.

Fuente: Autor

- 8) Conexión y etiquetado de cableado de comunicación Pakscan en estación maestra, y el anillo quedará completamente cerrado como se ilustra en la figura 52.



Figura 52 Conexión de anillo Pakscan en la Master Station

Fuente: Autor

- 9) Cerrar los dos compartimientos abiertos, tapa delantera y tapa posterior verificando que el cableado interno no tenga daños mecánicos.
- 10) Conecte la fuente de alimentación requerida adecuada para el actuador, poniendo los breakers del tablero de alimentación del tanque en el que nos encontramos trabajando en estado ON, el mismo proceso realizar para todos los actuadores tanto a la entrada como a la salida de los mismos al finalizar las conexiones los actuadores quedarán con conexión Pakscan como se muestra en la figura 53.



Figura 53 Actuadores con lazo Pakscan

Fuente: Autor

- **CONFIGURACIÓN DEL PROTOCOLO PAKSCAN EN ACTUADOR.**

Todos los actuadores existentes en los tanques de almacenamiento son Rotork de tipo IQT2.

- 1) Con la herramienta infrarroja ir hasta el menú de ajustes de configuración /configuración opción Pakscan.
- 2) Con los botones más o menos (+, -) de la herramienta infrarroja configurar la dirección asignada a cada actuador y aplastar enter para guardar la nueva configuración. Considerar que las direcciones no pueden repetirse en la misma red como existen 14 actuadores le asignaremos un nombre a cada uno enumerándolos del 1 al 14, se muestra en la figura 54.



Figura 54 Configuración Pakscan en el actuador.

Fuente: Autor

- 3) Después de asignar la dirección del actuador es necesario configurar la velocidad de acuerdo a las mediciones de resistencia y capacitancia como se establece en los datos mostrados en la tabla 7, para cambiar la velocidad del bus de comunicación se debe presionar a la derecha, utilizar los botones más o menos (+, -) para cambiar la y después aplastar enter para guardar la configuración.

Velocidad de transmisión	R max (ohms)	C max (uF)
110	500	4.5
300	500	2.1
600	500	1.54
1200	500	0.6
2400	500	0.3

Tabla 7 Velocidad de transmisión de función de la resistencia y capacitancia del lazo.

Fuente: Autor

3.7.8 CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN MAESTRA.

El módulo CPU de la estación maestra Pakscan 3 tiene una pantalla a todo color y 5 teclas de entrada. Con estas teclas es posible realizar todas las configuraciones para el funcionamiento de la estación maestra, el módulo Opción integrado y la Red de unidades de campo. El teclado y la pantalla también permiten interrogar a todos los actuadores conectados y controlar su estado. Por último, los actuadores y las válvulas pueden moverse utilizando estas teclas. Alternativamente, puede usarse un ordenador portátil u otro ordenador con navegador de Internet para acceder a las páginas del servidor de red interno. Estas páginas permiten configurar y modificar todo el sistema. Además, permiten la visualización y el control de los actuadores conectados, en nuestro caso la configuración la realizamos directamente con las teclas de la Master Station, cuyas funciones se describen en la figura 55.

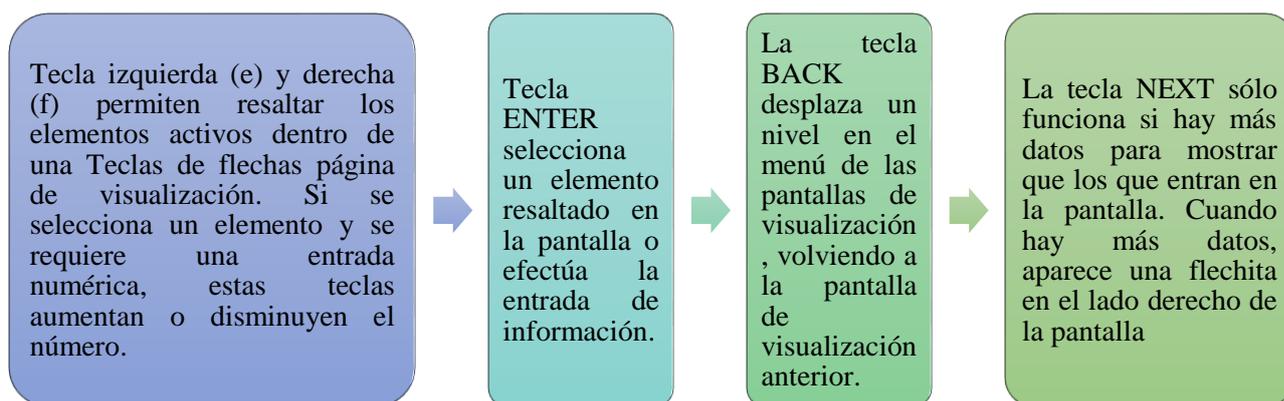


Figura 55 Funcionalidades de las teclas de la Master Station.

Fuente: Autor

- **Configuración del módulo.**

- 1) La pantalla de visualización superior muestra el estado de la red y tres íconos, como se muestra en la figura 56.



Figura 56 Pantalla principal master station

Fuente: Autor.

- 2) Resalte el icono Llave inglesa para 'Settings' ('Configuraciones'); después pulse ENTER. La localización del menú cambia a A3 y aparece la pantalla del menú 'Settings' con el icono 'Host' seleccionado.
- 3) Configuración de los parámetros de la tarjeta Opción de bucle de corriente En el menú 'Settings', seleccione el icono 'Option Module' pulsando primero la tecla de la flecha derecha y después la tecla ENTER, como se muestra en la figura 57.



Figura 57 Menú settings

Fuente: Autor.

- 4) Cuando puede seleccionarse el módulo que se desea configurar aparece la pantalla de elección de Opción. El módulo del bucle de corriente del Pakscan 2 está siempre en la ranura de la Opción 2 y para resaltarla se pulsa la tecla de la flecha, pulsando ENTER se pasa a la siguiente opción de configuración. Esta vez seleccione 'Loop Settings' ('Configuraciones de bucle') pulsando una vez más la tecla de la flecha derecha, como se muestra en la figura 58.



Figura 58 Acceso a configuraciones de bucle.

Fuente: Autor.

- 5) La pantalla 'Loop Settings' se divide en dos páginas, como indica la flechita que aparece en el lado derecho de la pantalla, por lo que se utilizan las teclas NEXT & BACK para pasar de una a otra.
- 6) Una vez resaltada la casilla de configuración, usando la tecla de la flecha izquierda o derecha, pulse la tecla ENTER para cambiar el valor aparecerá resaltada 'Current Speed' (Velocidad de la corriente') debe ser la misma con la que fueron configurados los actuadores que en nuestro caso e 2400 bauds, para cambiar de valor nos desplazamos con las flechas de derecha e izquierda como se muestra en la figura 59.



Figura 59 Configuración de valor de velocidad de la corriente.

Fuente: Autor.

- **Configuración de los parámetros de las comunicaciones Host del maestro.**

- 1) Una vez introducidas todas las configuraciones requeridas en el punto anterior utilice la tecla BACK para volver al menú 'Settings' de la parte superior, seleccione el icono Host usando las teclas de las flechas y pulse ENTER., como se muestra en la figura 60.



Figura 60 Menú host.

Fuente: Autor.

- 2) Seleccione 'Ethernet Settings' ('Configuraciones Ethernet') usando las teclas de las flechas y vuelva a pulsar ENTER. Aparecerá la pantalla 'Ethernet settings', en este menú ingresamos los valores asignados para la red de la tabla 12, como indica figura 61.



Figura 61 Asignación de dirección IP, netmask y Gateway.

Fuente: Autor.

- 3) Para volver a la pantalla 'Host Settings' anterior, pulse BACK y después seleccione 'Serial Settings' ('Configuraciones Serie') usando las teclas de las flechas y pulse ENTER. Aquí se cambia la velocidad del puerto de comunicación (por defecto 9600) y la paridad, como se muestra en la figura 62.



Figura 62 Configuración de velocidad del puerto de comunicación

Fuente: Autor.

- 4) Una vez introducidos todos los parámetros requeridos, pulse BACK para volver a la pantalla 'Host Settings', después selección 'Modbus Address' ('Dirección del Modbus'), La Dirección del Modbus del Pakscan 3 en la ventana superior debe dejarse en 200, en la opción Packscan 2 usando las flechas en nuestro caso como son menos de 240 actuadores la dirección Modbus asignada es 240 y pulse ENTER.
- 5) Con la estación maestra reconocer a los actuadores conectados a la red Pakscan y verificar que todos los actuadores se encuentran en la misma, ésta acción se puede realizar directamente en la master station o ingresando mediante un computador asignar los tags correspondientes a cada actuador, la configuración se realiza con las 14 MCVs como se muestra en la figura 63.

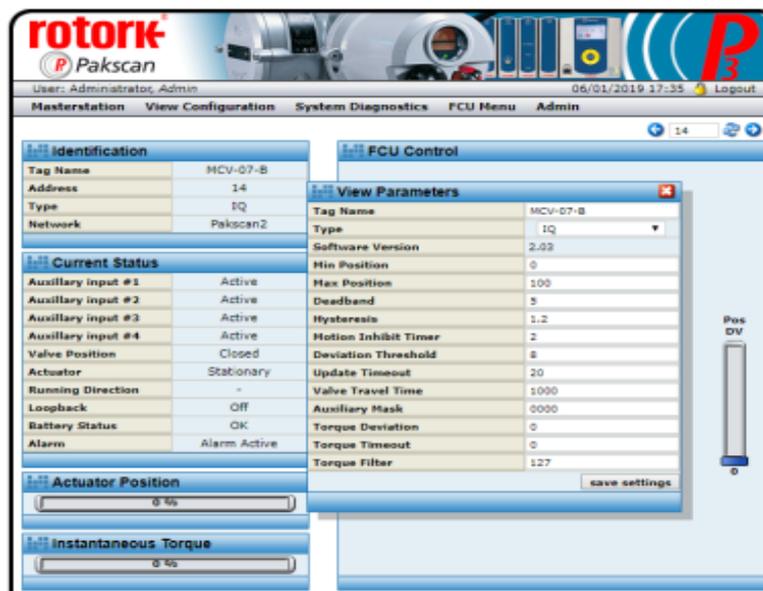


Figura 63 Registro de tags en los actuadores.

Fuente: Autor.

3.7.9 PROGRAMACION DE TARJETA DE COMUNICACIÓN MVI56E-MNETR.

- **Lectura de datos.**

Los datos emitidos por la master station van a ser almacenados en la memoria de lectura del PLC, la tarjeta de comunicación MVI56E-MNETR adquiere esos datos mediante los registros de lectura, se programan estos registros para leer los estados de los actuadores y transferirle al HMI para visualización de los operadores.

- **Escritura de datos.**

Realizamos el proceso inverso a la lectura de datos, el operador envía una instrucción mediante la interfaz HMI los cuales mediante registros de escritura se programan en la tarjeta, éstos registros se almacenan en la memoria de escritura del PLC, se envían a la master station y ésta envía las instrucciones a las MCVs para que ejecuten la orden enviada por el operador, su funcionamiento se ilustra en la Figura 64.

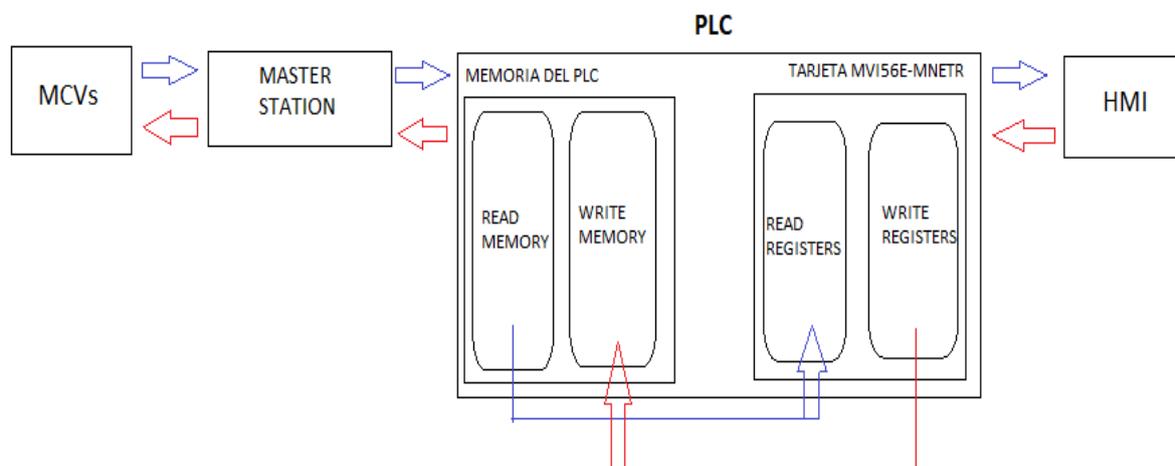


Figura 64 Estructura de lectura y escritura de registros

Fuente: Autor.

- **Programación en el Prosoft Configuration Builder.**

- 1) Para la configuración de la tarjeta de comunicación se hace uso del Prosoft Configuration Builder, donde se establecen parámetros como, configuración Ethernet que ya fueron configurados en la instalación de la misma además hay que configurar el módulo en esta sección se deben establecer registros de lectura y escritura del módulo, como se muestra en la figura 65.

```

# Module Information
# Last Change: Jun. 02, 2019 08:53
# Last Download: Jun. 02, 2019 08:54
# Application Rev:
# OS Rev:
# Loader Rev:
# MAC Address:
# ConfigEdit Version: 4.1.2 Build 3

# EtherNet Configuration

my_ip           : 172.25.161.167
netmask        : 255.255.255.0
gateway        : 172.25.161.10

# Module Configuration

[Module]
Module Type :MVI56E-MNETR
Module Name :MVI56E-MNETR

Error/Status Pointer      : -1
Read Register Start      : 0
Read Register Count      : 600
Write Register Start     : 1000
Write Register Count     : 600
Failure Flag Count       : 0
Initialize Output Data   : Yes
Pass-Through Mode        : 0
Duplex/Speed Code        : 100MB/full-duplex

[MNet Client 0]
Error/Status Pointer      : -1
Command Error Pointer     : -1
Minimum Command Delay    : 500
Response Timeout         : 1000
Retry Count               : 3
Enron-Daniels             : No
ARP Timeout               : 5
Command Error Delay       : 0

```

Figura 65 Configuración de tarjeta MVI56E-MNETR.

Fuente: Autor.

- 2) Se debe establecer registros de las direcciones Modbus para cada actuador que están establecidas en las tablas de direccionamiento Modbus, donde cada una ejecuta una función en los actuadores, en la tabla 8 se muestra un resumen de registros Modbus para las 14 MCVs, donde se muestran registros para abrir, cerrar, detener las MCVs además de los números de nodos, la programación de dichos registros se realiza en base a la tabla como ejemplo realizaremos de la MCV03A, que es el nodo 1 de la red Pakscan el mismo procedimiento de realiza para las 14 MCVs, como se muestra en la figura 66.

Nodo Pakscan	Nodo PLC	Tag MCV	Registro Open	Registro Stop	Registro Close
1	0	230103_4_03_A	3196	3256	3316
2	1	230103_4_03_B	3197	3257	3317
3	2	230103_4_04_A	3198	3258	3318
4	3	230103_4_04_B	3199	3259	3319
5	4	230103_4_01_A	3200	3300	3400
6	5	230103_4_01_B	3201	3301	3401
7	6	230103_4_02_A	3202	3302	3402
8	7	230103_4_02_B	3203	3303	3403
9	8	230103_4_05_A	3204	3304	3404
10	9	230103_4_05_B	3205	3305	3405
11	10	230103_4_06_A	3206	3306	3406
12	11	230103_4_06_B	3207	3307	3407
13	12	230103_4_07_A	3208	3308	3408
14	13	230103_4_07_B	3209	3309	3409

Tabla 8 Tabla registros Modbus de las 14MCVs.

Fuente: Autor.

```
[MNet Client 0 Commands]
START
#      Enable      Internal Address  Poll Interval  Reg Count  Swap Code
      Node IP Address  Serv Port      Slave Address
      ModBus Function  MB Address in Device  Comment
1      Yes          0              1              14         No Change
      172.20.161.249  502            240            FC 3 - Read Holding
Registers(4X)      1216          # Bloque de entradas digitales
2      Yes          20             1              14         No Change
      172.20.161.249  502            240            FC 3 - Read Holding
Registers(4X)      1696          # Bloque de alarmas
3      Yes          40             1              14         No Change
      172.20.161.249  502            240            FC 3 - Read Holding
Registers(4X)      2176          # Bloque de entrada análoga
4      Yes          1000           1              14         No Change
      172.20.161.249  502            240            FC 16 - Preset
(Write) Multiple Register (4X) 3196          # Salida Digital - OPEN
5      Yes          1020           1              14         No Change
      172.20.161.249  502            240            FC 16 - Preset
(Write) Multiple Register (4X) 3256          # Salida Digital - STOP
6      Yes          1040           1              14         No Change
      172.20.161.249  502            240            FC 16 - Preset
(Write) Multiple Register (4X) 3316          # Salida Digital - CLOSE
END
```

Figura 66 Configuración de direcciones Modbus.

Fuente: Autor.

3.7.10 PROGRAMACIÓN DE VARIABLES Y ASIGNACIÓN DE REGISTROS DE POSICIÓN, APERTURA Y CIERRE DE VÁLULAS.

3.7.10.1 Direccionamiento de datos de entrada/ salida (E/S).

La información de E/S se presenta como un conjunto de tags.

- Cada tag utiliza una estructura de datos.
- La estructura depende de las características específicas del módulo de E/S.
- El nombre del tag se basa en la ubicación del módulo de E/S en el sistema, como se muestra en la figura 67. (ALLEN-BRADLEY, 2015)

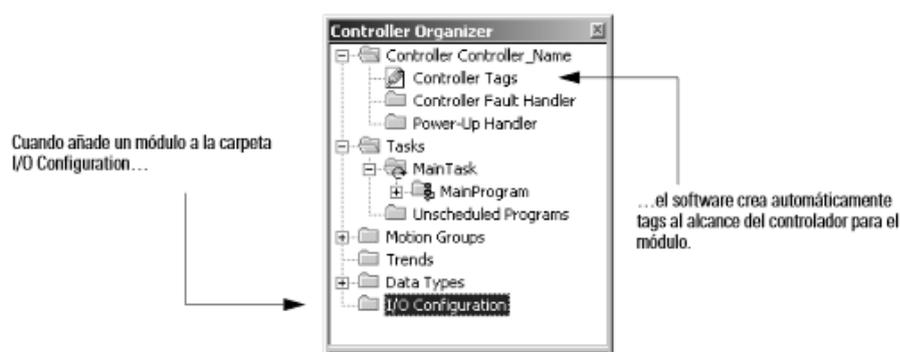


Figura 67 Direccionamiento de datos de entrada y salida

Fuente: (ALLEN-BRADLEY, 2015)

3.7.10.2 Almacenar en búfer E/S

El almacenamiento en búfer es una técnica a la cual la lógica no hace referencia o manipula directamente los tags de los dispositivos de E/S reales. Por el contrario, utiliza una copia de los datos de E/S.

3.7.10.3 Organización de tags

Con un controlador Logix5000 se utiliza un tag (nombre alfanumérico) para dirigirse a los datos (variables). El controlador utiliza el nombre del tag internamente y no necesita comprobar una dirección física.

Para realizar la programación de la tarjeta debemos revisar todo lo concerniente a direcciones Modbus que se mostró en las tablas en el apartado de direccionamiento Modbus del estado del arte donde se muestran bloques de AI, fallas y control de MCVs para apertura, cierre, parada además de posiciones y alarmas, cada una de las MCVs tienen un nodo y velocidad.

En el presente trabajo se realiza la programación de apertura, cierre y parada de las MCVs todo ello se realiza mediante registros.

- 1) Abrir el RSLogix 5000.
- 2) Dirigirse al árbol de Controller MTU 230103_2_90_A.
- 3) Dar click en task y posteriormente en Master Station.
- 4) Seleccionar MS_230103_4_90_A que es el tag name de la master station.
- 5) Abrir write_MCV Position para asignar variables de posición a las MCVs, como se muestra en la figura 68 y 69.



Figura 68 Asignación variables de posición.

Fuente: Autor.

La imagen muestra una tabla de datos con las siguientes columnas: Name, Value, Force Mask y Style. El contenido de la tabla es el siguiente:

Name	Value	Force Mask	Style
DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS	{...}		{...}
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[0]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[1]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[2]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[3]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[4]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[5]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[6]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[7]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[8]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[9]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[10]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[11]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[12]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[13]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[14]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[15]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[16]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[17]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[18]	0.0		Float
-DATA_REAL_FROM_MTU_TO_BPCS[19]	0.0		Float

Figura 69 Escribir variables de posición de MCVs.

Fuente: Autor.

- 3) Para la programación de las MCVs de entrada y de salida, nos dirigimos al árbol de menú de control y seleccionamos la opción MCV_Entrada o MCV_salida y escogemos la MCV que deseamos programar, como se muestra en la figura 70.

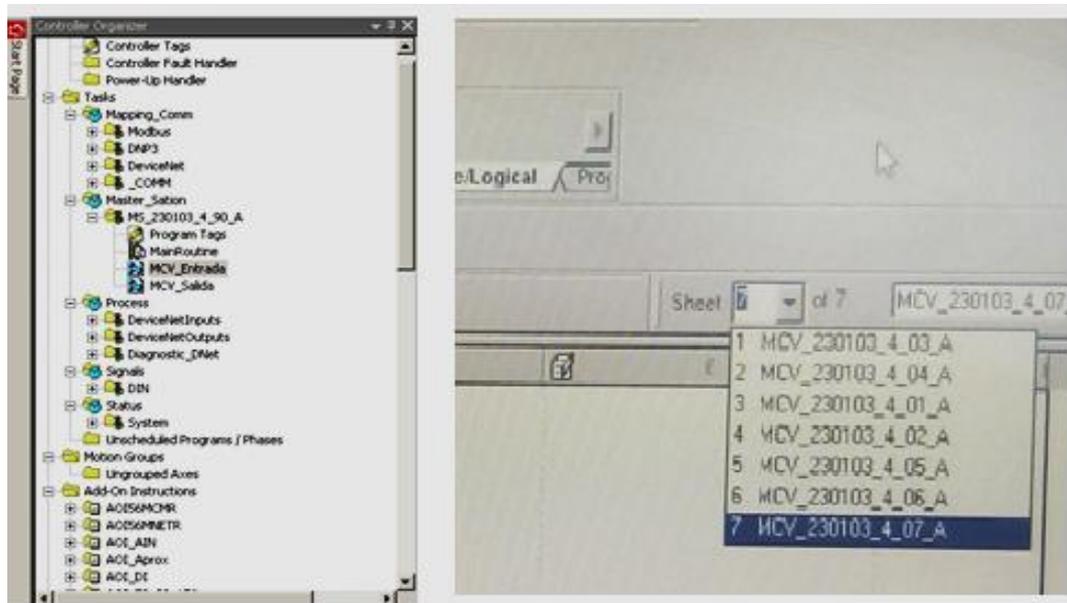


Figura 70 Menú para programación de MCVs.

Fuente: Autor.

- 4) La programación se realiza de acuerdo al nodo del PLC que se estableció en la tabla 14, estableciendo los nodos desde el 1000 para Open, 1020 para Stop y desde el 1040 para Close quedando los nodos asignados como se muestra en la tabla 9.

Tag MCV	Nodo Open	Nodo Stop	Nodo Close
230103_4_03_A	1000	1020	1040
230103_4_03_B	1001	1021	1041
230103_4_04_A	1002	1022	1042
230103_4_04_B	1003	1023	1043
230103_4_01_A	1004	1024	1044
230103_4_01_B	1005	1025	1045
230103_4_02_A	1006	1026	1046
230103_4_02_B	1007	1027	1047
230103_4_05_A	1008	1028	1048
230103_4_05_B	1009	1029	1049
230103_4_06_A	1010	1030	1050
230103_4_06_B	1011	1031	1051
230103_4_07_A	1012	1032	1052
230103_4_07_B	1013	1033	1053

Tabla 9 Nodos en el PLC.

Fuente: Autor.

- 5) Configuramos los valores de los nodos y realizamos las conexiones para STOP, CLOSE y OPEN como se muestra en la figura 71.

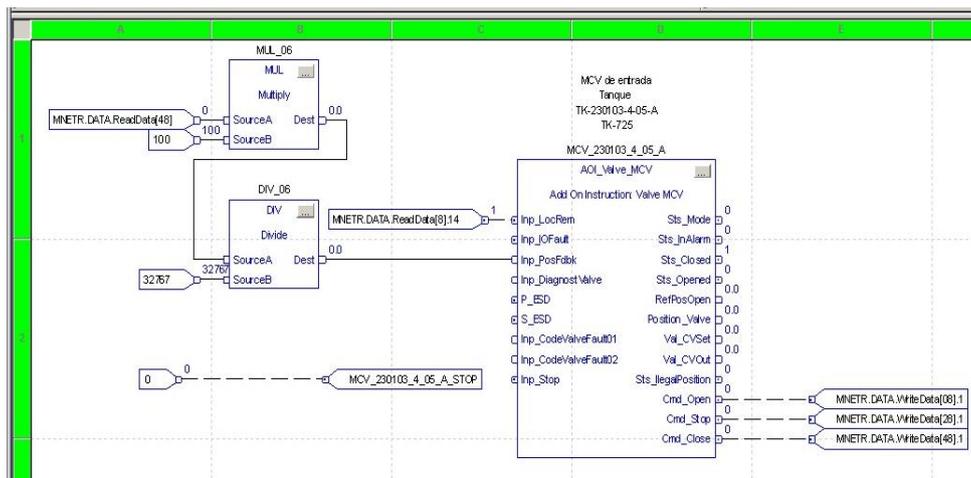


Figura 71 Conexiones y configuración de nodos.

Fuente: Autor.

3.7.11 CONFIGURACIÓN DE LA HMI.

Se detalla en este apartado sobre el desarrollo de la interface hombre máquina que dará soporte a todo el sistema. En su diseño se tomarán en cuenta para su implementación, los principios que debe tener una Interface HMI.

Cuando se tiene dispositivos de hardware, separados geográficamente, existirán procedimientos para control de cada dispositivo implementados por procesos de software. Como los procesos ejecutan en hardware separado, deben intercambiar mensajes para coordinar la acción y obtener sincronización, para ellos se hace el uso de protocolos adecuados. La figura 72 muestra el esquema de comunicaciones que se maneja para desarrollar la interface de administración y control que está basado en Intouch. Esta aplicación requiere de información de la planta para efectuar las tareas de administración que se le ha asignado, esto es el estado del actuador debidamente etiquetado, que pueden ser local, remoto o stop, la posición de apertura o cierre de la válvula medido en porcentajes, nivel del combustible en el tanque medido en metros.

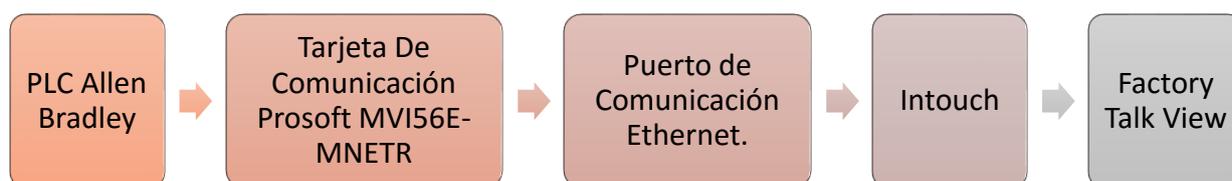


Figura 72 Esquema de comunicación para adquisición de datos al HMI.

Fuente: Autor.

Todos los datos pueden ser adquiridos desde la tarjeta de comunicación MVI56E-MNETR mediante pórtico serial.

Intouch no puede adquirir directamente estos datos ya que no tienen capacidades de manejo directo de los puertos de comunicación, para esto se vale de servidores de datos (denominados I/O servers) los mismos que realizarán el acceso al dispositivo adecuado, adquirirá los datos respectivos y lo tendrá disponible hasta que Intouch lo necesite.

El I/O Server destinado a mantener disponibles los datos correspondientes al PLC se denomina Allen Bradley, el mismo que permite establecer la comunicación con el PLC, a través del puerto ethernet del computador envía y recibe datos utilizando el protocolo de comunicación Ethernet IP, y por otro lado hace disponible estos datos a Intouch.

3.7.12 CONFIGURACIÓN DE PANTALLA HMI.

Como interfaz Hombre – Máquina este sistema emplea el software de automatización industrial InTouch de Wonderware, el cual es el HMI más utilizado en industrias de todo tipo dentro y fuera del país, tiene una visualización en tiempo real del proceso, supervisión desde un computador que podrá visualizar, controlar los procesos, para la edición de pantallas HMI hacemos uso de Factory Tall View siguiendo los pasos que se muestran a continuación.

- 1) Buscamos el programa Factory Tall View y lo abrimos.
- 2) Seleccionamos View site edition y le damos click en continuar.
- 3) Abrimos la opción de EP Petroecuador.
- 4) Dar click en la opción open.
- 5) Seleccionar la opción Dislay.
- 6) Abrimos la pantalla de los tanques de almacenamiento.
- 7) De acuerdo al plano del anexo 8, vamos colocando las MCVs faltantes tanto de succión como de descarga, para ello insertamos una gráfica que representa la MCV y mediante la tecla shift, y flechas de desplazamiento del teclado se va ubicando cada una de las MCVs respectivamente, como se muestra en la figura 73.

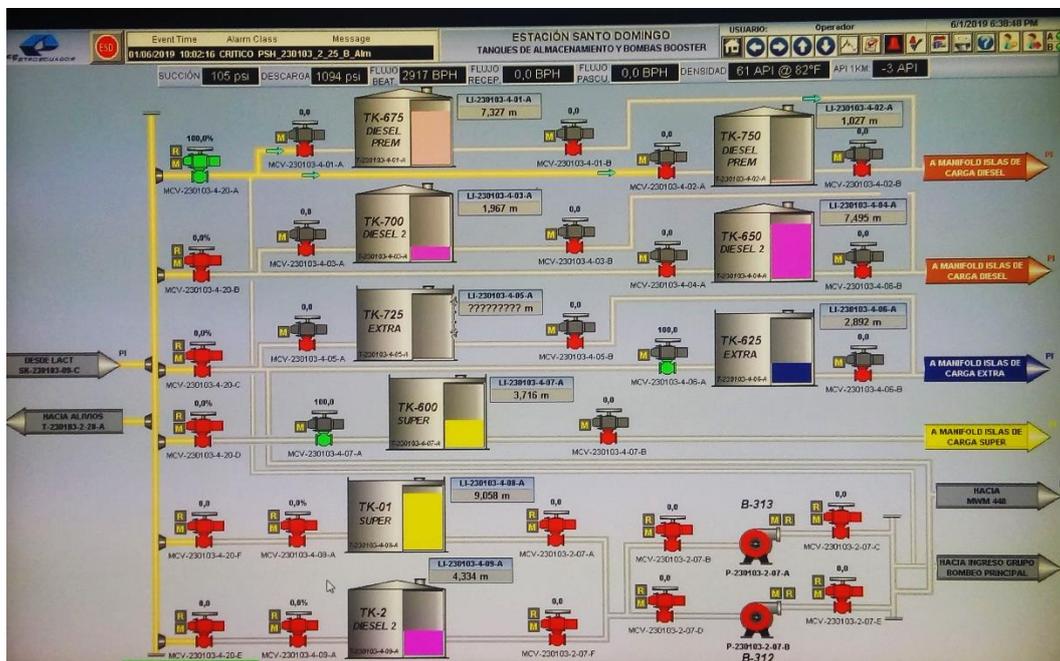


Figura 73 Pantalla HMI de tanques de almacenamiento con sus respectivas MCVs

Fuente: Autor.

3.7.13 DECLARACIÓN DE TAGS.

Para la declaración de Tags, se usó registros de tipo I/O Real para: estado, posición, abrir, cerrar y detener las MCVs. Se basará en el direccionamiento modbus cuya función es almacenar datos en una variable y cargarlos en otra para el uso de una pantalla. Esta técnica ayuda a reducir memoria, ya que sin ella cada actuador deberá tener una pantalla de Estado Válvula.

Los Tags a declararse en Intouch se adquieren desde la tarjeta de comunicación del PLC, se tomará como ejemplo de la declaración de registros el actuador de salida de Tanque TK-700, con la dirección Pakscan MCV-230103-4-03-B, y definición de rangos máximos y mínimos, el log data graba los valores de los históricos, Para los demás Tags su única modificación será, Tagname y comentario, como se muestra en la figura 74.

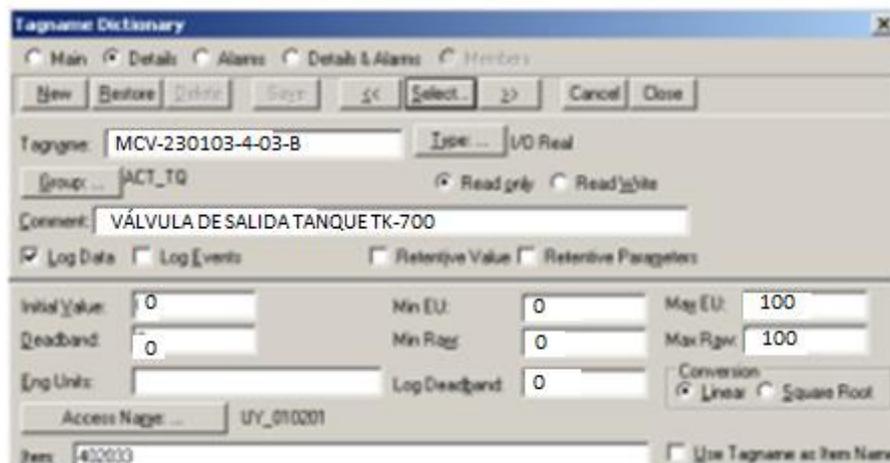


Figura 74 Declaración parámetros del Intouch.

Fuente: Autor.

3.7.14 PROGRAMACIÓN PANTALLA RED PAKSCAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Se diseñó por completo una pantalla que se encargue del control y lectura de información del actuador mediante las tablas de registros modbus que se muestran en el anexo 1 en los bloques 4 y 14, para saber el significado de cada bit de los registros de estados y posiciones de las MCVs. La siguiente función permitió seleccionar un bit específico para realizar una comparación y animar nuestros objetos, como se muestra en la figura 74 y 75.

- `StringMid(StringRight(StringFromIntg(MCV-230103-4-03-B + 65536, 2), 6), 1, 1)=="1"`

Donde:

- StringRight(string , lenght): Devuelve los caracteres existentes, empezando desde la derecha.
- StringMid(String , startpos , lenght): Devuelve un número específico de caracteres de un mensaje, empezando por una posición determinada.

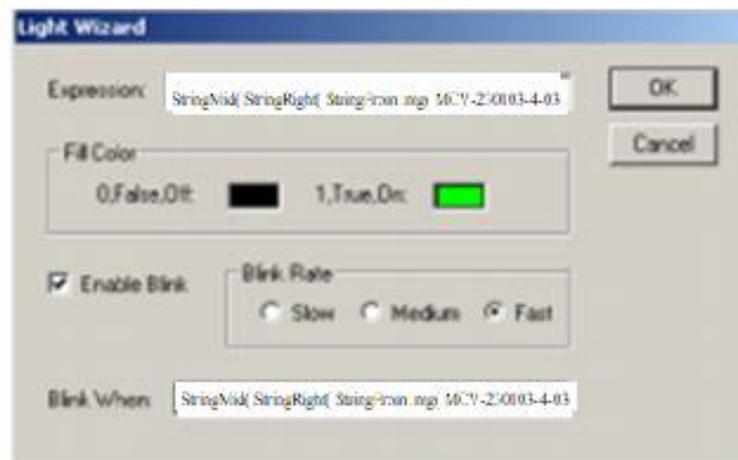


Figura 75 Programación de pantalla red Pakscan.

Fuente: Autor.



Figura 76 Programación de las MCVs de los tanques de almacenamiento.

Fuente: Autor.

3.7.15 PROGRAMACION DE CONDICIONES

Previo al funcionamiento de la red Pakscan para Lazo de comunicación de Tanques de Almacenamiento, se deberá crear condiciones para cada actuador como se muestra en la figura 77. Esta programación extra fue necesaria debido a que la última señal de apertura o cierre del actuador se mantuvo enclavada, esta condición funciona enviando una sola señal de apertura o

cierre a la vez por un tiempo determinado. Evitando de esta manera el enclavamiento de las señales de control.

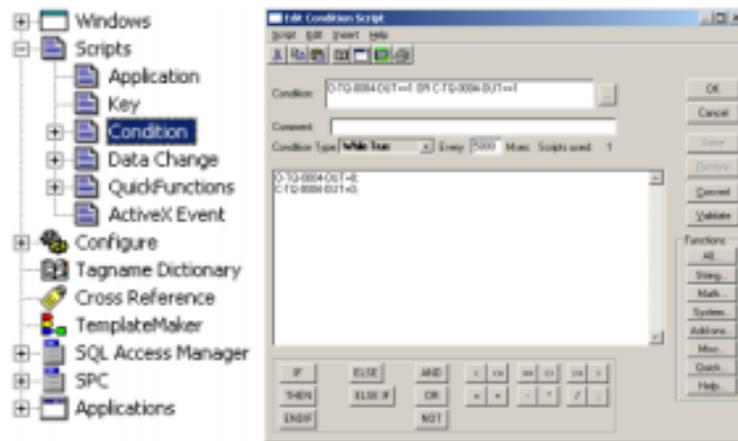


Figura 77 Programación condición de apertura y cierre del actuador.

Fuente: Autor.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS EXPERIMENTALES

El presente capítulo muestra las diferentes pruebas que fueron realizadas en los sistemas que fueron intervenidos como son las válvulas controladas por motor de los tanques de almacenamiento de la estación Santo Domingo, los cuales en comunicación con equipos como la Estación Maestra Pakscan P3 de Rotork y tarjetas de comunicación Pakscan pudieron ser configuradas y visualizadas mediante una pantalla HMI logrando automatizar el sistema.

4.1.1 RESULTADOS DE CONEXIÓN DE RED PAKSCAN.

Los resultados obtenidos una vez que se desarrolló la instalación de cables para comunicación de las MCVs se verificaron mediante pruebas que se detallan a continuación.

- Se verificó la ruta del cableado que sale desde el cuarto de control de motores donde se encuentra instalada la Estación Maestra hacia los actuadores, cabe recalcar que el cableado de alimentación no fue cambiado, únicamente el de comunicación ya que el cableado que existía tenía una topología tipo estrella que no era útil para la red Pakscan que requiere una de anillo, la ruta es la que sigue las líneas de color azul como se muestra en la figura 78.

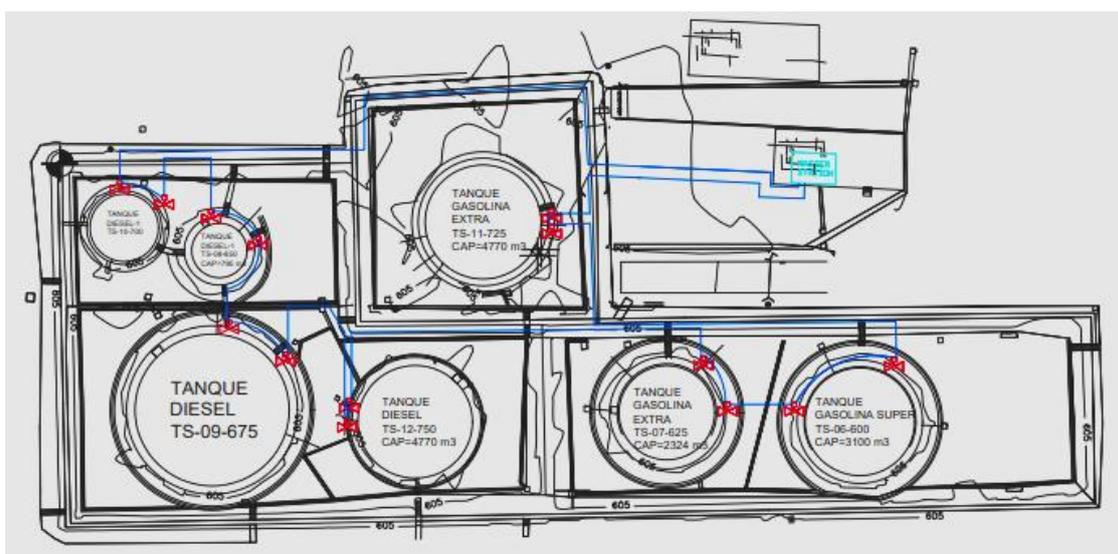


Figura 78 Anillo Pakscan

Fuente: Autor.

- Una vez que fueron cambiadas las tarjetas de comunicación en los 14 actuadores y realizar la medición de resistencia y capacitancia del lazo Pakscan, se obtuvieron las siguientes mediciones mostradas en la tabla 10.

• Cableado	Resistencia	Capacitancia
Azul - naranja	36.9 Ohms	74 nF =0.074uF
Azul - shield	39.4 Ohms	111 nF = 0.111uF
Naranja - shield	41.8 Ohms	119 nF= 0.119uF

Tabla 10 Valores de resistencia y capacitancia del lazo Pakscan

Fuente: Autor

- Se configuró la velocidad de transmisión de 2400 bauds de acuerdo a los valores medidos y la tabla 7, en los 14 actuadores y en la estación maestra del terminal Santo Domingo, el resumen de configuración de la velocidad de los actuadores es el que se muestra en la tabla 11.

Dirección	Velocidad	Tanque	Posición	Tag name
0	2400 bauds	Master station		CP230103490AM
1	2400 bauds	TK-700	Entrada	MCV230103403AM
2	2400 bauds		Salida	MCV230103403BM
3	2400 bauds	TK-600	Entrada	MCV230103404AM
4	2400 bauds		Salida	MCV230103404BM
5	2400 bauds	TK-650	Entrada	MCV230103401AM
6	2400 bauds		Salida	MCV230103401BM
7	2400 bauds	TK-750	Entrada	MCV230103402AM
8	2400 bauds		Salida	MCV230103402BM
9	2400 bauds	TK-725	Entrada	MCV230103405AM
10	2400 bauds		Salida	MCV230103405BM
11	2400 bauds	TK-625	Entrada	MCV230103406AM
12	2400 bauds		Salida	MCV230103406BM
13	2400 bauds	TK-600	Entrada	MCV230103407AM
14	2400 bauds		Salida	MCV230103407BM

Tabla 11 Resumen configuración de actuadores.

Fuente: Autor.

4.1.2 PRUEBAS DE APERTURA Y CIERRE MANUAL, LOCAL Y REMOTA.

Con la red Pakscan instalada, haber realizado las configuraciones de velocidad de los equipos y verificar la conectividad de equipos se realizó pruebas de apertura y cierre manual, local y remota donde se visualizaron los datos en los actuadores, estación maestra y HMI para realizar pruebas de las operaciones se designó a un técnico el área de tanques de almacenamiento, estación maestra y sala de operaciones, donde se pudo comprobar que:

- Todos los actuadores operaron de manera manual con el volante del actuador y de manera eléctrica local, como se muestra en la figura 79.



Figura 79 Operación de actuador de manera local con el volante.

Fuente: Autor.

- Todos los actuadores operaron en apertura y cierre con comandos remotos desde la estación maestra Pakscan, como se muestra en la figura 80.



Figura 80 Operación del actuador de manera remota.

Fuente: Autor.

Una vez realizadas las pruebas de los actuadores de manera local eléctrica y con el volante, pruebas remotas, se verificó que la lectura de datos está funcionando de manera correcta las posiciones de los actuadores fueron leídas de manera inmediata tanto en la master station como en el HMI, con un tiempo de respuesta de aproximadamente 1 segundo.

4.1.3 RESULTADOS DEL PROGRAMA.

Se verificó que las variables vinculadas a los Tags creados serán las mismas que la tarjeta de comunicación Prosoft MVI56E-MNETR lee de la Master Station. La conexión a la tarjeta de comunicación carga para la conversión de un dato tipo booleano a un registro de 16 bits, ésta configuración será para que el operador pueda leer los datos de posiciones existentes en las unidades de campo y pueda prevenir accidentes o incidentes. Esto permitirá garantizar que la variable que se lee desde la tarjeta hacia Intouch, sea la misma que la de Master Station hacia la tarjeta.

4.1.4 RESULTADOS DE HMI.

Una vez que arranque la aplicación en Intouch existirá el tráfico de los registros obtenidos por la tarjeta donde podemos verificar que el software Factory Tall View está listo para las modificaciones de HMI con una correcta adquisición de datos.

Se puede obtener datos de las MCVs historizadas, esto permite visualizar el estado de las válvulas y un control de registro de operación con fecha y hora, además de la maniobra que se realizó para poder identificar en caso de que exista alguna falla en qué momento se suscitó el problema y bajo qué maniobra, como se muestra en la figura 81.

Tag Name	Series	Collective	Timestamp	Value	Engineering Units	Descriptor
MCV_230103_4_01_A	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV ingreso T-230103-4-01-A [TK-67]
MCV_230103_4_01_B	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV salida T-230103-4-01-A [TK-67]
MCV_230103_4_02_A	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV ingreso T-230103-4-02-A [TK-75]
MCV_230103_4_02_B	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV salida T-230103-4-02-A [TK-75]
MCV_230103_4_03_A	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV ingreso T-230103-4-03-A [TK-70]
MCV_230103_4_03_B	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV salida T-230103-4-03-A [TK-70]
MCV_230103_4_04_A	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV ingreso T-230103-4-04-A [TK-65]
MCV_230103_4_04_B	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV salida T-230103-4-04-A [TK-65]
MCV_230103_4_05_A	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV ingreso T-230103-4-05-A [TK-72]
MCV_230103_4_05_B	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV salida T-230103-4-05-A [TK-72]
MCV_230103_4_06_A	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	4		Estado de válvula MCV ingreso T-230103-4-06-A [TK-62]
MCV_230103_4_06_B	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV salida T-230103-4-06-A [TK-62]
MCV_230103_4_07_A	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	4		Estado de válvula MCV ingreso T-230103-4-07-A [TK-60]
MCV_230103_4_07_B	SV230103284C		6/2/2019 3:11:40 PM	3		Estado de válvula MCV salida T-230103-4-07-A [TK-60]

Figura 81 Válvulas historizadas.

Fuente: Autor.

4.1.5 RESULTADOS DE FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.

El funcionamiento de red es eficiente, debido al correcto direccionamiento y manejo de los registros, se realizan pruebas de lectura de los bits indicadores de estados, así como la adquisición de datos de posición y torque. Al manipular todas las variables posibles en el actuador.

Para realizar la operación del sistema automático de válvulas controladas por motor de los tanques de almacenamiento de combustible de la estación de bombeo Santo Domingo se debe tomar en cuenta los puntos que se muestran a continuación.

- Cuando se ha realizado todas las pruebas mencionadas en los puntos anteriores se puede hacer uso del sistema automatizado, donde la interfaz HMI final es la que se muestra en la figura 82, donde cada MCV está correctamente identificada.

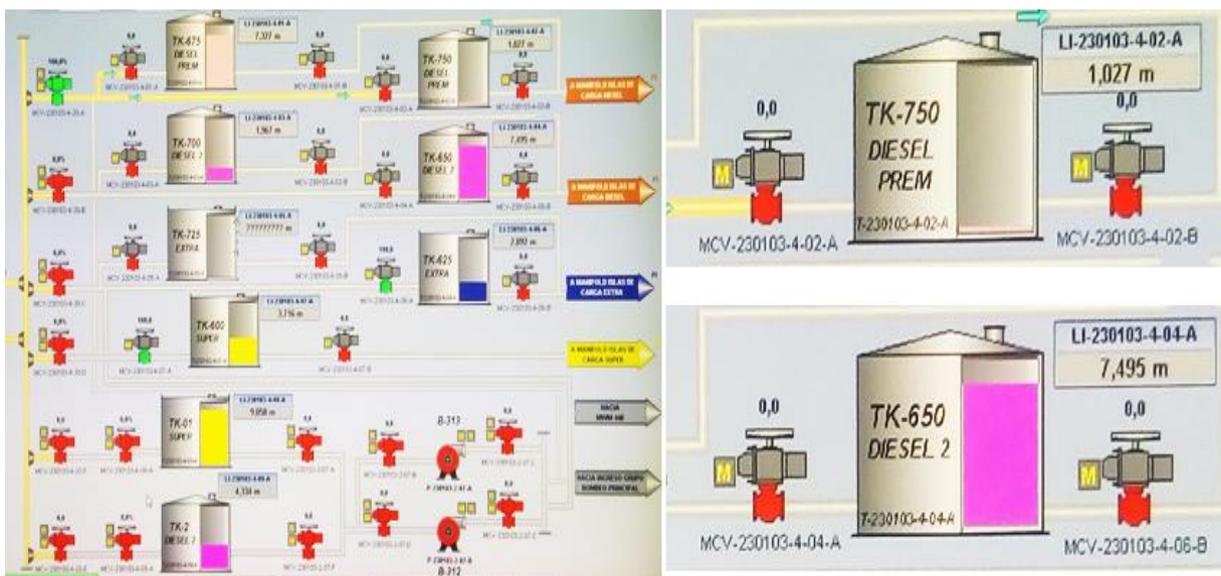


Figura 82 HMI final, con etiquetado de las MCVs.

Fuente: Autor.

- Las MCVs de entrada y salida estarán identificadas de acuerdo al número de tanque de almacenamiento, donde las MCVs de entrada estarán etiquetadas con A y las MCVs de salida con B como se mostró en la figura 75.
- Cada una de las MCVs tendrán una etiqueta de visualización de estado de trabajo los cuales pueden ser de modo local, remoto o en estado de paro o stop.
- Para la manipulación del sistema automatizado es necesario que las MCVs estén en estado remoto, donde el operador puede operar de acuerdo a la necesidad que requiera

el sistema de bombeo y enviar una orden de abrir, cerrar o parar la válvula, como se muestra en la figura 83.

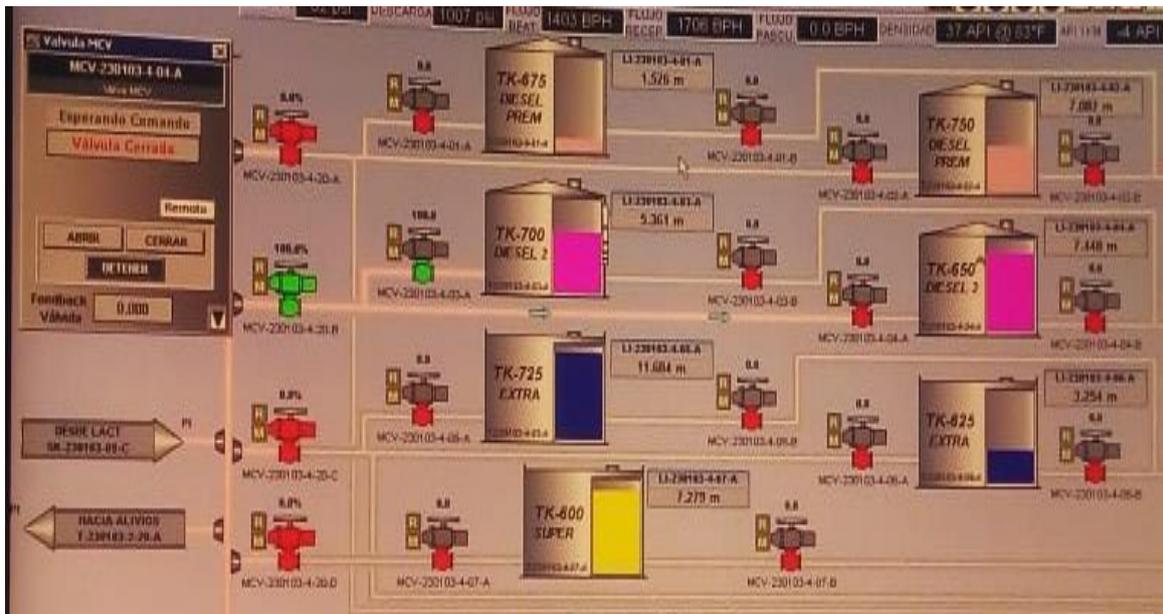


Figura 83 Opciones de operación de las MCVs.

Fuente: Autor.

- Una vez que el operador envíe la orden el sistema de transmisión dura aproximadamente 1 segundo en ejecutar la orden enviada, la MCV operada se resalta de color verde cuando el actuador esté abriendo o abierto completamente y tomará un color rojo cuando la MCV esté cerrando o cerrado completamente, en la parte superior de cada MCV se muestra el porcentaje de apertura o cierre.
- En general la pantalla de visualización muestra estado del actuador, estado de la válvula, posición de la válvula.

4.1.6 ANÁLISI TIEMPOS DE RESPUESTA.

Con el sistema utilizado anterior a la implementación del presente proyecto, se tenía un tiempo de respuesta con un retraso mayor a 60s en ejecutar la orden enviada y en abrirse completamente tarda aproximadamente 180s debido a que es accionada por un motor.

Gracias a la implementación de este proyecto el tiempo de respuesta se redujo, es así que en 1 segundo después de ejecutar la orden la válvula empieza a abrirse y aproximadamente tarda 90s en abrirse completamente, como se muestra en la tabla 12 y figura 84.

Tiempo	Porcentaje de accionamiento de la válvula sistema anterior	Porcentaje de accionamiento de la válvula sistema actual
1s	0%	1%
5s	0%	5%
35s	0%	35%
70s	0%	70%
90s	5%	100%
120s	35%	
150s	70%	
180s	100%	

Tabla 12 Comparación tiempos de respuesta.

Fuente: Autor.

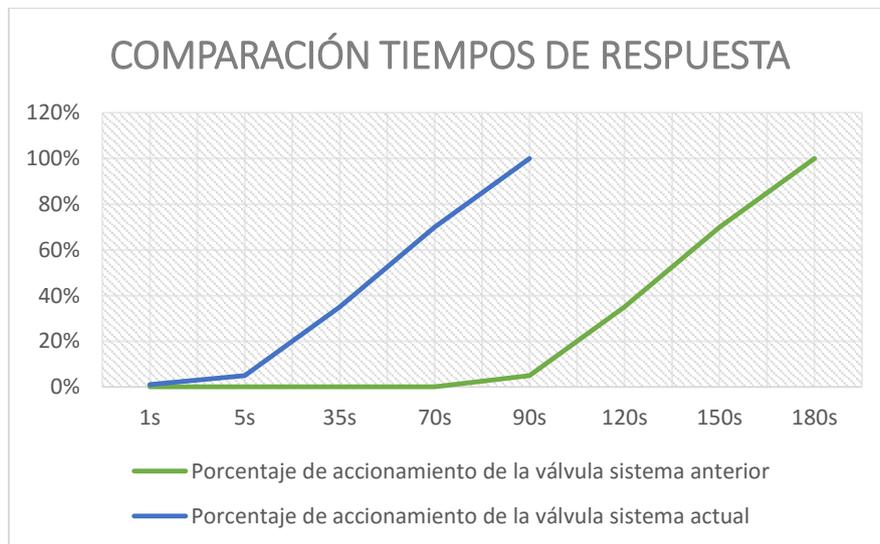


Figura 84 Comparación tiempos de respuesta

Fuente: Autor.

4.1.7 ANÁLISIS VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN.

El sistema anterior trabajaba a una velocidad de transmisión de 1200bauds que equivale a 2400bps, con el sistema implementado en este proyecto se mejoró la velocidad de transmisión al doble es decir 2400 bauds que equivalen a 4800bps.

4.2 DISCUSIÓN

Los actuadores con los que se trabajó son de tipo IQT 2000 con una alimentación de 480 V, los mismos que trabajan eléctricamente, y contienen una tarjeta de alimentación, una de comunicación y una principal que controla a las dos anteriores, el protocolo Moddbus con el que se trabajaba anteriormente es un protocolo serial de voltaje lo cual al tener cables largos provocaba caídas de tensión y hacen uso de repetidoras, la ventaja del protocolo Pakscan que se instaló en este proyecto es que es de corriente, tiene una distancia para colocar los actuadores de 20km, por lo cual no se requiere uso de repetidoras , y mediante la estación maestra se puede tener el control de 240 actuadores, además al realizar la instalación de tarjetas de comunicación Pakscan se tiene la ventaja que al tener la tarjeta principal una memoria EPROM en caso de que las otras tarjetas sufran algún daño guarda la posición a la que se encontraba por última vez.

La master station Pakscan P3 instalada me permite realizar una revisión de lazo ya que se puede dar casos en los cuales si un actuador da fallas de corcho circuito, conexión a tierra o en circuito abierto, la estación maestra registra el daño del lazo formando dos lazos desde la estación maestra hasta el actuador dañado y desde el actuador dañado hasta la estación maestra, otra de las ventajas de la master station es que tiene redundancia en sus controladores perdiéndome trabajar con el módulo redundante en caso de que el principal sufra fallas o daños y no hace falta configurarlo ya que una vez que se configura en el principal automáticamente los módulos redundantes se configuran exactamente igual que el principal.

La velocidad de transmisión del sistema anterior estaba configurada a 1200 bauds, con la implementación del protocolo Pakscan la velocidad de transmisión es más rápida de 2400 bauds, lo cual permite enviar más datos en un segundo.

El tiempo de respuesta del sistema implementado es de 1 segundo, logrando ser un sistema eficiente, que en comparación al sistema anterior el cual demoraba de 1 a 2 minutos en ejecutar la orden y en caso de operación manual en campo del actuador era superior a los 10 minutos.

Para posteriores mejoras se puede hacer uso del ESD que me permite hacer uso de sensores para programación de alarmas que podrían ser de sobrellenado. En futuros trabajos en caso de querer automatizar más MCVs lo único que se debería hacer es unir las mismas al lazo cerrando el anillo ya que la estación maestra reconoce automáticamente las MCVs que forman el lazo

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- Mediante un análisis de las necesidades de la estación de bombeo Santo Domingo se identificaron los puntos en los que se debía trabajar mediante la implementación del proceso de automatización, se puede definir que se requería una automatización total de las válvulas controladas por motor para abrir, cerrar y detener las válvulas de manera remota mediante una interfaz HMI, debido a problemas en tiempos de respuesta y fallas existentes en el sistema.
- La interfaz HMI diseñada tiene un ambiente amigable, normalizado, organizado y fácil de operar que permite al operador la monitorización de los procesos mediante gráficos acordes a la realidad que es lo que se tiene en campo, con un etiquetado real mediante el tag name de cada uno de los tanques y MCVs, indicando parámetros necesarios para un control operativo eficaz, como son la operación de las MCVs, posición de la válvula, se constató que los valores mostrados son bastante confiables comprobando mediante mediciones en campo.
- La implementación del proyecto de automatización, se desarrolló regido a normas Americanas NEC 500 para la selección de equipos, tomando en cuenta que se trabaja con sustancias inflamables como son los combustibles derivados de petróleo, además se rigió a especificaciones de manuales de los equipos utilizados de propiedad de ROTORK.
- Luego de las pruebas operativas realizadas, se concluye que los objetivos y alcances de este proyecto de titulación se cumplieron al 100%, conforme a los requerimientos expuestos por parte de los operadores de la Estación de bombeo Santo Domingo de la EP PETROECUADOR.
- Se determinó que la adquisición de datos mediante registros Modbus es más eficiente, ya que al adquirirlos de forma discreta se necesita crear Tags para su declaración, de esta manera se reduce la memoria utilizada por la aplicación.
- La hipótesis planteada es aprobada ya que se logró la automatización del sistema electrónico de válvulas controladas por motor de los tanques de almacenamiento mediante el uso de una estación maestra y tarjetas Pakscan.

5.2 RECOMENDACIONES

- En caso de una falla en un actuador primero se debe revisar la tarjeta de alimentación ya que podrían haberse quemado los fusibles o tener desconexiones en la misma, si se ha revisado la tarjeta de alimentación y no existen problemas se procede a la revisión de la tarjeta de comunicación y por último a la tarjeta principal.
- Cuando exista un fallo en el lazo de comunicación Pakscan ya sea por cable roto, cortocircuito o contacto a tierra; se deberá resetear el lazo desde la Master Station posterior a la revisión de mantenimiento eléctrico.
- Tener muy en cuenta que el megado de cable se debe realizar antes de la conexión de las tarjetas, ya que al inyectar voltaje las tarjetas se pueden quemar.
- Los actuadores y la estación maestra deben estar configurados a la misma velocidad ya que si tienen diferentes valores configurados ocasionarán un cortocircuito.
- Se recomienda que para uso de este sistema de automatización se realice para control de un número mayor de actuadores para aprovechar al máximo la capacidad de los equipos.
- Para evitar fallos en las aplicaciones creadas en Wonderware-Intouch, se deberá configurar la resolución de la pantalla a la establecida en la aplicación, caso contrario la interfaz gráfica se reconfigurará dañando su estética.
- Se recomienda que debe dictar una capacitación antes de que cualquier operador pueda ingresar a manipular el software Intouch, ya que serán quienes al final sean los encargados de su manejo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adnan Salihbegovic, V. M. (2014). Web based multilayered distributed SCADA/HMI system in refinery application. *science direct*, 599-612.
- ALLEN-BRADLEY. (OCTUBRE de 2015). *Datos de tags y E/S en los controladores Logix5000*. Obtenido de https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pm/1756-pm004_-es-p.pdf
- Andrade, F. (2015). *Control y visualización de control y llenado de combustible jet fuel en el terminal Beterio Petrocomercial*. Quito.
- Borghello, C. (14 de octubre de 2013). *actuadores electronicos*. Obtenido de <https://blog.330ohms.com/2013/10/14/que-son-los-actuadores-electronicos/>
- Castro, J. (2016). *Desarrollo de In-Vision para un lazo Pakscan de 180 canales*. Mexico: ETESE.
- Corporación Estatal Petrolera. (2016). *Poliducto Esmeraldas – Quito. Volumen X*.
- Corrales. (2016). *Interfaces de Comunicación Industrial*.
- eclassvirtual. (21 de mayo de 2018). *Modelos OSI*. Obtenido de Modelos OSI: <https://eclassvirtual.com/el-modelo-osi-para-el-ccna/>
- EP PETROECUADOR. (2016). *PETROECUADOR MEJORA SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLES*. Quito: BOLETIN No 023.
- EP PETROECUADOR. (2017). *Modernización y repotenciación de estaciones y poliducto Esmeraldas-Santo Domingo-Quito; Santo Domingo-Pascuales*. *Gobierno por resultados*, 8-12.
- Hernandez, E. (06 de enero de 2018). *AUTRACEN* . Obtenido de <http://www.autracen.com/descubre-la-estructura-interna-plc/>
- Hurtado, J. (30 de abril de 2018). *Comunicaciones Industriales*. Obtenido de http://www.infoplc.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC_net_introduccion-3b3n-a-las-redes-de-comunicacion-3b3n-industrial.pdf
- INCIBE. (28 de 02 de 2019). *Inicio / Blog / Protocolo EtherNet/IP: analizando sus comunicaciones y medidas de seguridad*. Obtenido de <https://www.incibe-cert.es/blog/protocolo-ethernetip-analizando-sus-comunicaciones-y-medidas-seguridad>
- JARA, D. A. (2017). *DISEÑO DE LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN PARA ACTUADORES ROTORK EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE Y PATIO DE BOMBAS DESPACHO DEL TERMINAL BEATERIO QUITO DE LA EP PETROECUADOR*". Quito.
- Jaramillo, M. G. (2017). *DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO FAISANES DEL POLIDUCTO ESMERALDAS – SANTO DOMINGO – QUITO, PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EP-PETROECUADOR*. *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL*, 1-125.
- M.Patel, N. (2015). Development of a novel SCADA system for laboratory testing. *science direct*, 477-490.
- MASTERSTATION. (10 de abril de 2016). *Pakscan Master Station Technical Manual*. Obtenido de https://www.rotork.com/uploads/documents-versions/21643/1/pub059-002-00_0715.pdf
- OKONITE, C. (OCTUBRE de 2015). *PRODUCT DATA TYPE PLTC*. Obtenido de <https://www.okonite.com/media/catalog/product/files/5-47A.pdf>

- Pilacuán, M. (2017). “DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO FAISANES DEL POLIDUCTO ESMERALDAS – SANTO DOMINGO – QUITO, PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EP-PETROECUADOR ”. *UTE*, 1-162.
- prosoft-technology. (2017). *Módulo de Comunicación Modbus TCP/IP Cliente/Servidor mejorado para ControlLogix*. Obtenido de <https://mx.prosoft-technology.com/Productos/Rockwell-Automation/Platform/ControlLogix/Modulo-de-Comunicacion-Modbus-TCP-IP-Cliente-Servidor-mejorado-para-ControlLogix-R>
- Raffino, M. E. (27 de noviembre de 2018). "*Redes Informáticas*". Obtenido de "Redes Informáticas": <https://concepto.de/redes-informaticas/>
- rockwellautomation. (06 de 10 de 2018). *Allen Bradley* . Obtenido de <https://ab.rockwellautomation.com/Programmable-Controllers>
- Romero, E. (27 de 06 de 2017). *REDES DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES*. Obtenido de <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/RCI.html>
- ROTORK. (2016). *ELECTRIC MOTORS*. Obtenido de file:///C:/Users/t-rcruz/Downloads/pub002-022-00_0706.pdf
- Rotork. (abril de 2016). Modbus RTU Serial and TCP/IP Communication for Pakscan P3 and IIS Master Station. Rotork Publications. 10-90.
- Salazar, D. (agosto de 2016). Obtenido de [file:///C:/Users/t-rcruz/Downloads/DIRECCIONES%20MODBUS-PAG27%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/t-rcruz/Downloads/DIRECCIONES%20MODBUS-PAG27%20(1).pdf)
- Torres, J. M. (25 de 01 de 2017). *comunicaciones industriales*. Obtenido de ciclo superior de automatizacion industrial: <https://static.rapidonline.com/pdf/73-4443.pdf>
- Tudela, M. Y.-C. (1 de 1 de 2010). *Redes Industriales*. Obtenido de http://www.infoplc.net/files/documentacion/comunicaciones/infoplc_net_00presenta

ANEXOS

ANEXO 1

Registros Modbus.

UBICACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE LAS UNIDADES DE CAMPO (ACTUADORES)

Bloque 2 – Bloque de Entradas Digitales (Solo Lectura)

En el bloque 2 se encuentran los registros con información de las entradas digitales de los actuadores, la información que contiene este registro es la detallada en la siguiente tabla:

Register Description			
Bit #	Type	Symbol	Description
Bit 0	Read Only	AUX 1	Aux Input 1
Bit 1	Read Only	AUX 2	Aux Input 2
Bit 2	Read Only	OAS	Open limit switch
Bit 3	Read Only	CAS	Close limit switch
Bit 4	Read Only	STOP	Actuator stopped in mid travel
Bit 5	Read Only	MOVE	IQ/IQT valve moving
Bit 6	Read Only	MRO	Motor running open direction
Bit 7	Read Only	MRC	Motor running close direction
Bit 8	Read Only	AUX 3	Aux Input 3
Bit 9	Read Only	AUX 4	Aux Input 4
Bit 10	Read Only	LBON	Loopback on
Bit 11	Read Only	NALRM	New alarm flag
Bit 12	Read Only	ALRM	Any alarm present on this FCU (actuator)
Bit 13	Read Only	BATT	Battery low indication
Bit 14	Read Only	R	Reserved
Bit 15	Read Only	R	Reserved

El número de registro modbus para cada actuador se detalla en la siguiente tabla:

Cálculo de Registro					
Tag #	Block (B)	Parameter (P)	Function Code	FCU Address (N)	Register
MOV-01	2	0	2, 3, 4	1	1216
MOV-02	2	0	2, 3, 4	2	1217
MOV-03	2	0	2, 3, 4	3	1218
MOV-04	2	0	2, 3, 4	4	1219
MOV-05	2	0	2, 3, 4	5	1220
MOV-06	2	0	2, 3, 4	6	1221
MOV-07	2	0	2, 3, 4	7	1222
MOV-08	2	0	2, 3, 4	8	1223
MOV-09	2	0	2, 3, 4	9	1224

MOV-10	2	0	2, 3, 4	10	1225
MOV-11	2	0	2, 3, 4	11	1226
MOV-12	2	0	2, 3, 4	12	1227
MOV-13	2	0	2, 3, 4	13	1228
MOV-14	2	0	2, 3, 4	14	1229
MOV-15	2	0	2, 3, 4	15	1230
MOV-16	2	0	2, 3, 4	16	1231

Bloque 3 – Bloque de Alarmas (Solo Lectura)

En el bloque 3 se encuentran los registros con información de las entradas digitales de los actuadores, la información que contiene este registro es la detallada en la siguiente tabla:

Register Description			
Bit #	Type	Symbol	Description
Bit 0	Read Only	MEMF	RAM / ROM Failure
Bit 1	Read Only	COMMS	Comms fail
Bit 2	Read Only	LOCAL	Actuator not in remote control
Bit 3	Read Only	POWR	Power on reset
Bit 4	Read Only	WDOG	Watchdog fail
Bit 5	Read Only	MREL	Monitor relay
Bit 6	Read Only	THERM	Thermostat trip
Bit 7	Read Only	LSTOP	Local stop operated
Bit 8	Read Only	SFAIL	Start / stop fail
Bit 9	Read Only	VOBS	Valve obstructed
Bit 10	Read Only	VJAM	Valve jammed
Bit 11	Read Only	AUXOR	
Bit 12	Read Only	VTT	
Bit 13	Read Only	R	Reserved
Bit 14	Read Only	MMOVE	Manual valve movement
Bit 15	Read Only	EOT	Motor running end of travel

El número de registro modbus para cada actuador se detalla en la siguiente tabla:

Register Calculation					
Tag #	Block (B)	Parameter (P)	Function Code	FCU Address (N)	Register
MOV-01	3	0	2, 3, 4	1	1696
MOV-02	3	0	2, 3, 4	2	1697
MOV-03	3	0	2, 3, 4	3	1698
MOV-04	3	0	2, 3, 4	4	1699
MOV-05	3	0	2, 3, 4	5	1700
MOV-06	3	0	2, 3, 4	6	1701
MOV-07	3	0	2, 3, 4	7	1702
MOV-08	3	0	2, 3, 4	8	1703
MOV-09	3	0	2, 3, 4	9	1704
MOV-10	3	0	2, 3, 4	10	1705
MOV-11	3	0	2, 3, 4	11	1706

MOV-12	3	0	2, 3, 4	12	1707
MOV-13	3	0	2, 3, 4	13	1708
MOV-14	3	0	2, 3, 4	14	1709
MOV-15	3	0	2, 3, 4	15	1710
MOV-16	3	0	2, 3, 4	16	1711

Bloque 4 – Bloque de Entrada Análoga – Retroalimentación de la Posición de la Válvula (Solo Lectura)

En el bloque 4 se encuentran los registros con información de la retroalimentación de la posición de la válvula. El valor mostrado en el registro y su equivalente en posición se muestra en la siguiente tabla:

Valve Position Feedback	
0%	0x0000
100%	0x7FFF

El número de registro modbus para cada actuador se detalla en la siguiente tabla:

Register Calculation					
Tag #	Block (B)	Parameter (P)	Function Code	FCU Address (N)	Register
MOV-01	4	0	3, 4	1	2176
MOV-02	4	0	3, 4	2	2177
MOV-03	4	0	3, 4	3	2178
MOV-04	4	0	3, 4	4	2179
MOV-05	4	0	3, 4	5	2180
MOV-06	4	0	3, 4	6	2181
MOV-07	4	0	3, 4	7	2182
MOV-08	4	0	3, 4	8	2183
MOV-09	4	0	3, 4	9	2184
MOV-10	4	0	3, 4	10	2185
MOV-11	4	0	3, 4	11	2186
MOV-12	4	0	3, 4	12	2187
MOV-13	4	0	3, 4	13	2188
MOV-14	4	0	3, 4	14	2189
MOV-15	4	0	3, 4	15	2190
MOV-16	4	0	3, 4	16	2191

Bloque 5 – Bloque de Control de Posición – Control de Posición / Posición Deseada de la Válvula (Lectura / Escritura)

En el bloque 5 se encuentran los registros para posicionar la válvula a un valor deseado. El valor mostrado en el registro y su equivalente en posición se muestra en la siguiente tabla:

Valve Desired Position	
0%	= 0x0000
100%	= 0x7FFF

El número de registro modbus para cada actuador se detalla en la siguiente tabla:

Register Calculation					
Tag #	Block (B)	Parameter (P)	Function Code	FCU Address (N)	Register
MOV-01	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	1	2656
MOV-02	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	2	2657
MOV-03	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	3	2658
MOV-04	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	4	2659
MOV-05	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	5	2660
MOV-06	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	6	2661
MOV-07	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	7	2662
MOV-08	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	8	2663
MOV-09	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	9	2664
MOV-10	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	10	2665
MOV-11	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	11	2666
MOV-12	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	12	2667
MOV-13	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	13	2668
MOV-14	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	14	2669
MOV-15	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	15	2670
MOV-16	5	0	Accessed: 4, 6 / Writes: 6, 16	16	2671

Bloque 6 – Bloque de Salida Digital – Abrir/Detener/Cerrar/ESD (Solo Escritura)

En el bloque 6 – Parámetro 1/2/3/4 se encuentran los registros para emitir al actuador los comandos:

- Abrir: 'OPEN' (Relay 2)
- Detener: 'STOP' (Relay 3)
- Cerrar: 'CLOSE' (Relay 1)
- Parado de Emergencia: 'ESD' (Relay 4)

Data*	
0x0000	De - energise Relay
0xFF00	Energise Telay

*Data = 'OPEN' (Relay 2) / 'STOP' (Relay 3) / 'CLOSE' (Relay 1) / 'ESD' (Relay 4)

El número de registro modbus para cada actuador se detalla en la siguiente tabla:

Tag #	Block (B)	Parameter (P)	FCU Address (N)	OPEN Register	STOP Register	CLOSE Register	ESD Register
MOV-01	6	1 / 2 / 3 / 4	1	3196	3256	3316	3376
MOV-02	6	1 / 2 / 3 / 4	2	3197	3257	3317	3377
MOV-03	6	1 / 2 / 3 / 4	3	3198	3258	3318	3378
MOV-04	6	1 / 2 / 3 / 4	4	3199	3259	3319	3379
MOV-05	6	1 / 2 / 3 / 4	5	3200	3260	3320	3380
MOV-06	6	1 / 2 / 3 / 4	6	3201	3261	3321	3381
MOV-07	6	1 / 2 / 3 / 4	7	3202	3262	3322	3382
MOV-08	6	1 / 2 / 3 / 4	8	3203	3263	3323	3383
MOV-09	6	1 / 2 / 3 / 4	9	3204	3264	3324	3384
MOV-10	6	1 / 2 / 3 / 4	10	3205	3265	3325	3385
MOV-11	6	1 / 2 / 3 / 4	11	3206	3266	3326	3386
MOV-12	6	1 / 2 / 3 / 4	12	3207	3267	3327	3387
MOV-13	6	1 / 2 / 3 / 4	13	3208	3268	3328	3388
MOV-14	6	1 / 2 / 3 / 4	14	3209	3269	3329	3389
MOV-15	6	1 / 2 / 3 / 4	15	3210	3270	3330	3390
MOV-16	6	1 / 2 / 3 / 4	16	3211	3271	3331	3391

Bloque 12 – Perfil de Torque – Dirección de Apertura (Solo Lectura)

En el bloque 12 – Parámetros del 0 al 7 se encuentran la información del perfil de torque en la dirección de apertura. Los valores contenidos en estos registros son los valores de torque a lo largo de la carrera de apertura, los valores disponibles corresponde a la posición del 6%, 19%, 31%, 44%, 56%, 69%, 81%, y 94%.

Los valores de estos registros son actualizados únicamente si se realiza una carrera completa de la válvula, y contienen la información del último perfil de torque.

Data = % of torque related to valve position	
0x0000	0% of rated torque
0x7FFF	120% of rated torque

El número de registro modbus para cada actuador se detalla en la siguiente tabla:

Register Calculation			Register with torque data at indicated valve position							
Tag #	Block (B)	FCU Address (N)	Torque - 6%	Torque - 19%	Torque - 31%	Torque - 44%	Torque - 56%	Torque - 69%	Torque - 81%	Torque - 94%
MOV-01	12	1	6016	6076	6136	6196	6256	6316	6376	6436
MOV-02	12	2	6017	6077	6137	6197	6257	6317	6377	6437
MOV-03	12	3	6018	6078	6138	6198	6258	6318	6378	6438
MOV-04	12	4	6019	6079	6139	6199	6259	6319	6379	6439
MOV-05	12	5	6020	6080	6140	6200	6260	6320	6380	6440
MOV-06	12	6	6021	6081	6141	6201	6261	6321	6381	6441
MOV-07	12	7	6022	6082	6142	6202	6262	6322	6382	6442
MOV-08	12	8	6023	6083	6143	6203	6263	6323	6383	6443
MOV-09	12	9	6024	6084	6144	6204	6264	6324	6384	6444
MOV-10	12	10	6025	6085	6145	6205	6265	6325	6385	6445
MOV-11	12	11	6026	6086	6146	6206	6266	6326	6386	6446
MOV-12	12	12	6027	6087	6147	6207	6267	6327	6387	6447
MOV-13	12	13	6028	6088	6148	6208	6268	6328	6388	6448
MOV-14	12	14	6029	6089	6149	6209	6269	6329	6389	6449
MOV-15	12	15	6030	6090	6150	6210	6270	6330	6390	6450
MOV-16	12	16	6031	6091	6151	6211	6271	6331	6391	6451

Bloque 13 – Perfil de Torque – Dirección de Cierre (Solo Lectura)

En el bloque 13 – Parámetros del 0 al 7 se encuentran la información del perfil de torque en la dirección de cierre. Los valores contenidos en estos registros son los valores de torque a lo largo de la carrera de cierre, los valores disponibles corresponden a la posición del 6%, 19%, 31%, 44%, 56%, 69%, 81%, y 94%.

Los valores de estos registros son actualizados únicamente si se realiza una carrera completa de la válvula, y contienen la información del último perfil de torque.

Data = % of torque related to valve position	
0x0000	0% of rated torque
0x7FFF	120% of rated torque

El número de registro modbus para cada actuador se detalla en la siguiente tabla:

Register Calculation			Register with torque data at indicated valve position							
Tag #	Block (B)	FCU Address (N)	Torque - 6%	Torque - 19%	Torque - 31%	Torque - 44%	Torque - 56%	Torque - 69%	Torque - 81%	Torque - 94%
MOV-01	13	1	6496	6556	6616	6676	6736	6796	6856	6916
MOV-02	13	2	6497	6557	6617	6677	6737	6797	6857	6917
MOV-03	13	3	6498	6558	6618	6678	6738	6798	6858	6918
MOV-04	13	4	6499	6559	6619	6679	6739	6799	6859	6919
MOV-05	13	5	6500	6560	6620	6680	6740	6800	6860	6920
MOV-06	13	6	6501	6561	6621	6681	6741	6801	6861	6921
MOV-07	13	7	6502	6562	6622	6682	6742	6802	6862	6922
MOV-08	13	8	6503	6563	6623	6683	6743	6803	6863	6923
MOV-09	13	9	6504	6564	6624	6684	6744	6804	6864	6924
MOV-10	13	10	6505	6565	6625	6685	6745	6805	6865	6925
MOV-11	13	11	6506	6566	6626	6686	6746	6806	6866	6926
MOV-12	13	12	6507	6567	6627	6687	6747	6807	6867	6927
MOV-13	13	13	6508	6568	6628	6688	6748	6808	6868	6928
MOV-14	13	14	6509	6569	6629	6689	6749	6809	6869	6929

MOV-15	13	15	6510	6570	6630	6690	6750	6810	6870	6930
MOV-16	13	16	6511	6571	6631	6691	6751	6811	6871	6931

Bloque 14 – Torque Instantáneo (Solo Lectura)

En el bloque 14 – Parámetros 0 muestra la información del torque instantáneo aplicado por el actuador.

Data = % of torque related to valve position	
0x0000	0% of rated torque
0x7FFF	120% of rated torque

El número de registro modbus para cada actuador se detalla en la siguiente tabla:

Register Calculation					
Tag #	Block (B)	Parameter (P)	Function Code	FCU Address (N)	Register
MOV-01	14	0	3, 4	1	6976
MOV-02	14	0	3, 4	2	6977
MOV-03	14	0	3, 4	3	6978
MOV-04	14	0	3, 4	4	6979
MOV-05	14	0	3, 4	5	6980
MOV-06	14	0	3, 4	6	6981
MOV-07	14	0	3, 4	7	6982
MOV-08	14	0	3, 4	8	6983
MOV-09	14	0	3, 4	9	6984
MOV-10	14	0	3, 4	10	6985
MOV-11	14	0	3, 4	11	6986
MOV-12	14	0	3, 4	12	6987
MOV-13	14	0	3, 4	13	6988
MOV-14	14	0	3, 4	14	6989
MOV-15	14	0	3, 4	15	6990
MOV-16	14	0	3, 4	16	6991

ANEXO 2

Diagrama de bloques protocolo Pakscan Estación Santo Domingo.

ANEXO 3

Cableado Pakscan con cambio en las bandejas del área de tanques de almacenamiento de la Estación Santo Domingo.

ANEXO 4

Diagrama de bloques Estación Maestra Rotork Estación Santo Domingo.

ANEXO 5

Registro para prueba de continuidad y resistencia de aislamiento cables de control de master station y MCVs de tanques de almacenamiento estación Santo Domingo.

MS-230103-4-80-A SUBSISTEMA: RED DE COMUNICACIÓN Fecha de Rev: 170135-D-79-RE-030 Fecha de Rev: 03/08/2019 Revisión: 1

EQUIPO Y/O SISTEMA: MS-230103-4-80-A REGISTRO N°: 1 FECHA: 03/08/2019 PAQ N° 1 DE 1

REFERENCIAS: 230103-D-70-PL-003 UBICACIÓN: TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Datos de los Instrumentos de Medición (MEGGER)

Tipo	Marca	Modelo	N° de Serie	Fecha de Calibración	Tipo	Marca	Modelo	N° de Serie	Fecha de Calibración	ENSAYO DE CONTINUIDAD Y AISLAMIENTO			
										C-C	C-T	C-P	
INSULATION TESTER	FLUKE	1550C	3312017	28/07/2017									
Número TAG	Long. (Mts)	Formación N° x mm2	Tipo	Tensión de Servicio	Tensión de aislamiento	Reconido / Servicio		RES. AISLAMIENTO (M-OHMS)					
						Desde	Hasta	C-C	C-T	C-P	C-T		
CP230103490AM	128	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MASTER STATION	MCV230103-4-03-A	N/A	N/A	5,1	373 G	>834G	6,79G
MCV230103403AM	4	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-03-B	MCV230103-4-03-B	N/A	N/A	0,3	32G	9,16G	176G
MCV230103403BM	34	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-03-B	MCV230103-4-04-A	N/A	N/A	1,5	206G	20,7G	9,05G
MCV230103404AM	67	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-04-B	MCV230103-4-04-B	N/A	N/A	2,7	201G	66,3G	24,8G
MCV230103404BM	56	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-04-B	MCV230103-4-01-A	N/A	N/A	2,4	>635G	>635G	23,5G
MCV230103407AM	52	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-01-A	MCV230103-4-01-B	N/A	N/A	1,4	53G	74,7G	44,4G
MCV230103407BM	52	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-01-B	MCV230103-4-02-A	N/A	N/A	2,2	33,9G	7,30G	17,2G
MCV230103402AM	4	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-02-A	MCV230103-4-02-B	N/A	N/A	0,3	33G	10,12G	175G
MCV230103402BM	76	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-02-B	MCV230103-4-05-A	N/A	N/A	2,5	200G	88,5G	28,1G
MCV230103405AM	5	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-05-A	MCV230103-4-05-B	N/A	N/A	5	35G	15G	195G
MCV230103405BM	66	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-05-B	MCV230103-4-09-A	N/A	N/A	3	23G	460M	660M
MCV230103406AM	41	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-06-A	MCV230103-4-06-B	N/A	N/A	2,1	84,9G	1,16G	66,9G
MCV230103406BM	21	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-06-B	MCV230103-4-07-A	N/A	N/A	0,9	>635G	>635G	43,7G
MCV230103407AM	47	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-07-A	MCV230103-4-07-B	N/A	N/A	1,8	>635G	>635G	65,9G
MCV230103407BM	121	1X1PR #18 AWG	PLTC	24V	300V	MCV230103-4-07-B	MASTER STATION	N/A	N/A	5	267G	4,54G	6,01G

NOTAS: 1- C- CONDUCTOR, P- PANTALLA, T- TIERRA O NEUTRO
 2- PARA CONTINUIDAD ANOTAR EL MAYOR VALOR POR TIPO DE MEDICIÓN, ANOTAR EL MENOR VALOR MEDIDO, PARA EL ENSAYO DE AISLACIÓN POR TIPO DE MEDICIÓN
 3- SE RECOMIENDA TOMAR LA LECTURA DE RESISTENCIA DE AISLACIÓN DESPUES DE 30" A 1 MINUTO CUANDO LA INDICACIÓN SE HAYA ESTABILIZADO.

Voltaje	VALORES MÍNIMOS ACEPTADOS	
	Megohms	Voltaje DC
120 V-208 V	25	30 s
480 V	100	1 min
4,18KV	1000	1 min
13,8 KV	5000	1 min

Se genera Listado de Pendientes

SI NO

ELABORADO POR: Ruby Alameda Cruz Saldaña REVISADO POR: Javier Aguirre

TASKIA Supervisor IBC Ep Petroleraudor

FECHA: 13/08/2019 13/08/2019

ANEXO 6

Diagrama de conexionado protocolo Pakscan Estación Santo Domingo.

ANEXO 7

Lista de cables de comunicación Pakscan de la estación Santo Domingo.



2019001

Pag: 1

De: 6

CLIENTE: EP PETROECUADOR

PROYECTO: MASTER STATION Y TARJETAS PAKSCAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

LISTA

LISTA DE CABLES DE COMUNICACIÓN PAKSCAN ESTACIÓN SANTO DOMINGO

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	NOTA	EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	07/05/2019	PARA APROBACION	1	PJA		

Notes:

1.- Developed by DIGITEC S.A.



2019001



Page: 2 Of: 6

Rev: 4

CLIENTE: EP PETROECUADOR

PROYECTO: MASTER STATION Y TARJETAS PAKSCAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

LISTA DE CABLES DE COMUNICACIÓN PAKSCAN

NOTAS

1. Este documento está basado en el plano:
DIAGRAMA DE CONEXIONADO PROTOCOLO PAKSCAN PR--

CLIENTE: EP PETROECUADOR
 PROYECTO: MASTER STATION Y TARJETAS PAKSCAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

LISTA DE CABLES DEL SIS

ITEM	TRAG. CABLE	Nº. PARES	DIAMETRO	TIPO	O.D.(")	FABRICANTE	MODELO	RUTA	LONG.	VOLT.	DESDE	HASTA	NOTAS
MS-230103-4-90-A													
1	MS-490A PORT B (IN1) / MCV-4-07-B (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MS-230103-4-90-A	MCV-230103-4-07-B	1
2	MS-490A PORT B (OUT) (2) / MCV-4-07-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MS-230103-4-90-A	MCV-230103-4-07-B	1
3	MS-490A PORT B (SRC) (3) / MCV-4-07-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MS-230103-4-90-A	MCV-230103-4-07-B	1
4	MS-490A PORT A (IN) (4) / MCV-4-03-A (COM) (26)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MS-230103-4-90-A	MCV-230103-4-03-A	1
5	MS-490A PORT A (OUT) (5) / MCV-4-03-A (IN) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MS-230103-4-90-A	MCV-230103-4-03-A	1
6	MS-490A PORT A (SRC) (6) / MCV-4-03-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MS-230103-4-90-A	MCV-230103-4-03-A	1
MCV-230103-4-07-B													
7	MCV-4-07-B (OUT) (27) / MS-490A PORT B (IN) (1)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
8	MCV-4-07-B (COM) (28) / MS-490A PORT B (OUT) (2)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
9	MCV-4-07-B (SRC) (29) / MS-490A PORT B (SRC) (3)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
10	MCV-4-07-B (IN) (26) / MCV-4-07-A (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MCV-230103-4-07-A	1
11	MCV-4-07-B (COM) (28) / MCV-4-07-A (COM) (26)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MCV-230103-4-07-A	1
12	MCV-4-07-B (SRC) (29) / MCV-4-07-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MCV-230103-4-07-A	1
MCV-230103-4-07-A													
13	MCV-4-07-A (OUT) (27) / 4-07-B (IN) (26)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-A	MCV-230103-4-07-B	1
14	MCV-4-07-A (COM) (28) / MCV-4-07-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-A	MCV-230103-4-07-B	1
15	MCV-4-07-A (SRC) (29) / MCV-4-07-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-A	MCV-230103-4-07-B	1
16	MCV-4-07-A (IN) (26) / MCV-4-06-B (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-A	MCV-230103-4-06-B	1
17	MCV-4-07-A (COM) (28) / 4-06-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-A	MCV-230103-4-06-B	1
18	MCV-4-07-A (SRC) (29) / MCV-4-06-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-A	MCV-230103-4-06-B	1
MCV-230103-4-06-B													
19	MCV-4-06-B (OUT) (27) / MCV-4-07-A (IN) (26)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-06-B	MCV-230103-4-07-A	1
20	MCV-4-06-B (COM) (28) / MCV-4-07-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-06-B	MCV-230103-4-07-A	1
21	MCV-4-06-B (SRC) (29) / MCV-4-07-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-06-B	MCV-230103-4-07-A	1
22	MCV-4-06-B (IN) (26) / MCV-4-06-A (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-06-B	MCV-230103-4-06-A	1
23	MCV-4-06-B (COM) (28) / MCV-4-06-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-06-B	MCV-230103-4-06-A	1


2019001

CLIENTE: EP PETROECUADOR
PROYECTO: MASTER STATION Y TARJETAS PAKSCAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Rev: 4

LISTA DE CABLES DEL SIS

ITEM	TAG. CABLE	No. PARES	DIAMETRO	TIPO	O.D.(")	FABRICANTE	MODELO	RUTA	LONG.	VOLT.	DESDE	HASTA	NOTAS
24	MCV-4-05-B (SRC) (29) / MCV-4-05-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-B	MCV-230103-4-05-A	1
MCV-230103-4-05-A													
25	MCV-4-05-A (OUT) (27) / MCV-4-05-B (IN) (26)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
26	MCV-4-05-A (COM) (28) / MCV-4-05-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
27	MCV-4-05-A (SRC) (29) / MCV-4-05-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
28	MCV-4-05-A (IN) (26) / MCV-4-05-B (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
29	MCV-4-05-A (COM) (28) / MCV-4-05-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
30	MCV-4-05-A (SRC) (29) / MCV-4-05-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
MCV-230103-4-05-B													
31	MCV-4-05-B (OUT) (27) / MCV-4-05-A (IN) (26)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-B	MCV-230103-4-05-A	1
32	MCV-4-05-B (COM) (28) / MCV-4-05-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-B	MCV-230103-4-05-A	1
33	MCV-4-05-B (SRC) (29) / MCV-4-05-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-B	MCV-230103-4-05-A	1
34	MCV-4-05-B (IN) (26) / MCV-4-05-A (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-B	MCV-230103-4-05-A	1
35	MCV-4-05-B (COM) (28) / MCV-4-05-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-B	MCV-230103-4-05-A	1
36	MCV-4-05-B (SRC) (29) / MCV-4-05-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-B	MCV-230103-4-05-A	1
MCV-230103-4-05-A													
37	MCV-4-05-A (OUT) (27) / MCV-4-05-B (IN) (26)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
38	MCV-4-05-A (COM) (28) / MCV-4-05-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
39	MCV-4-05-A (SRC) (29) / MCV-4-05-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
40	MCV-4-05-A (IN) (26) / MCV-4-05-B (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
41	MCV-4-05-A (COM) (28) / MCV-4-05-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
42	MCV-4-05-A (SRC) (29) / MCV-4-05-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-05-A	MCV-230103-4-05-B	1
MCV-230103-4-02-B													
43	MCV-4-02-B (OUT) (27) / MCV-4-05-A (IN) (26)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-B	MCV-230103-4-05-A	1
44	MCV-4-02-B (COM) (28) / MCV-4-05-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-B	MCV-230103-4-05-A	1
45	MCV-4-02-B (SRC) (29) / MCV-4-05-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-B	MCV-230103-4-05-A	1
46	MCV-4-02-B (IN) (26) / MCV-4-02-A (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-B	MCV-230103-4-02-A	1

3018001

2019001



Rev: 4

CLIENTE: EP PETROECUADOR

PROYECTO: MASTER STATION Y TARJETAS PAKSCAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

LISTA DE CABLES DEL SIS

ITEM	TAG. CABLE	Nº. PARES	DIAMETRO	TIPO	O.D.(")	FABRICANTE	MODELO	RUTA	LONG.	VOLT.	DESDE	HASTA	NOTAS
47	MCV-4-02-B (COM) (28) / 4-02-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-B	MCV-230103-4-02-A	1
48	MCV-4-02-B (SRC) (29) / MCV-4-02-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-B	MCV-230103-4-02-A	1
MCV-230103-4-02-A													
49	MCV-4-02-A (OUT) (27) / MCV-4-02-B (IN) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-A	MCV-230103-4-02-B	1
50	MCV-4-02-A (COM) (28) / MCV-4-02-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-A	MCV-230103-4-02-B	1
51	MCV-4-02-A (SRC) (29) / MCV-4-02-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-A	MCV-230103-4-02-B	1
52	MCV-4-02-A (IN) (28) / MCV-4-01-B (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-A	MCV-230103-4-01-B	1
53	MCV-4-02-A (COM) (28) / 4-01-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-A	MCV-230103-4-01-B	1
54	MCV-4-02-A (SRC) (29) / MCV-4-01-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-02-A	MCV-230103-4-01-B	1
MCV-230103-4-01-B													
55	MCV-4-01-B (OUT) (27) / MCV-4-02-A (IN) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-B	MCV-230103-4-02-A	1
56	MCV-4-01-B (COM) (28) / MCV-4-02-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-B	MCV-230103-4-02-A	1
57	MCV-4-01-B (SRC) (29) / MCV-4-02-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-B	MCV-230103-4-02-A	1
58	MCV-4-01-B (IN) (28) / MCV-4-01-A (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-B	MCV-230103-4-01-A	1
59	MCV-4-01-B (COM) (28) / 4-01-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-B	MCV-230103-4-01-A	1
60	MCV-4-01-B (SRC) (29) / MCV-4-01-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-B	MCV-230103-4-01-A	1
MCV-230103-4-01-A													
61	MCV-4-01-A (OUT) (27) / MCV-4-01-B (IN) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-A	MCV-230103-4-01-B	1
62	MCV-4-01-A (COM) (28) / MCV-4-01-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-A	MCV-230103-4-01-B	1
63	MCV-4-01-A (SRC) (29) / MCV-4-01-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-A	MCV-230103-4-01-B	1
64	MCV-4-01-A (IN) (28) / MCV-4-04-B (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-A	MCV-230103-4-04-B	1
65	MCV-4-01-A (COM) (28) / 4-04-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-A	MCV-230103-4-04-B	1
66	MCV-4-01-A (SRC) (29) / MCV-4-04-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-01-A	MCV-230103-4-04-B	1
MCV-230103-4-04-B													
67	MCV-4-04-B (OUT) (27) / MCV-4-01-A (IN) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-B	MCV-230103-4-01-A	1
68	MCV-4-04-B (COM) (28) / MCV-4-01-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-B	MCV-230103-4-01-A	1
69	MCV-4-04-B (SRC) (29) / MCV-4-01-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-B	MCV-230103-4-01-A	1

CLIENTE: EP PETROECUADOR
 PROYECTO: MASTER STATION Y TARJETAS PAKSCAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

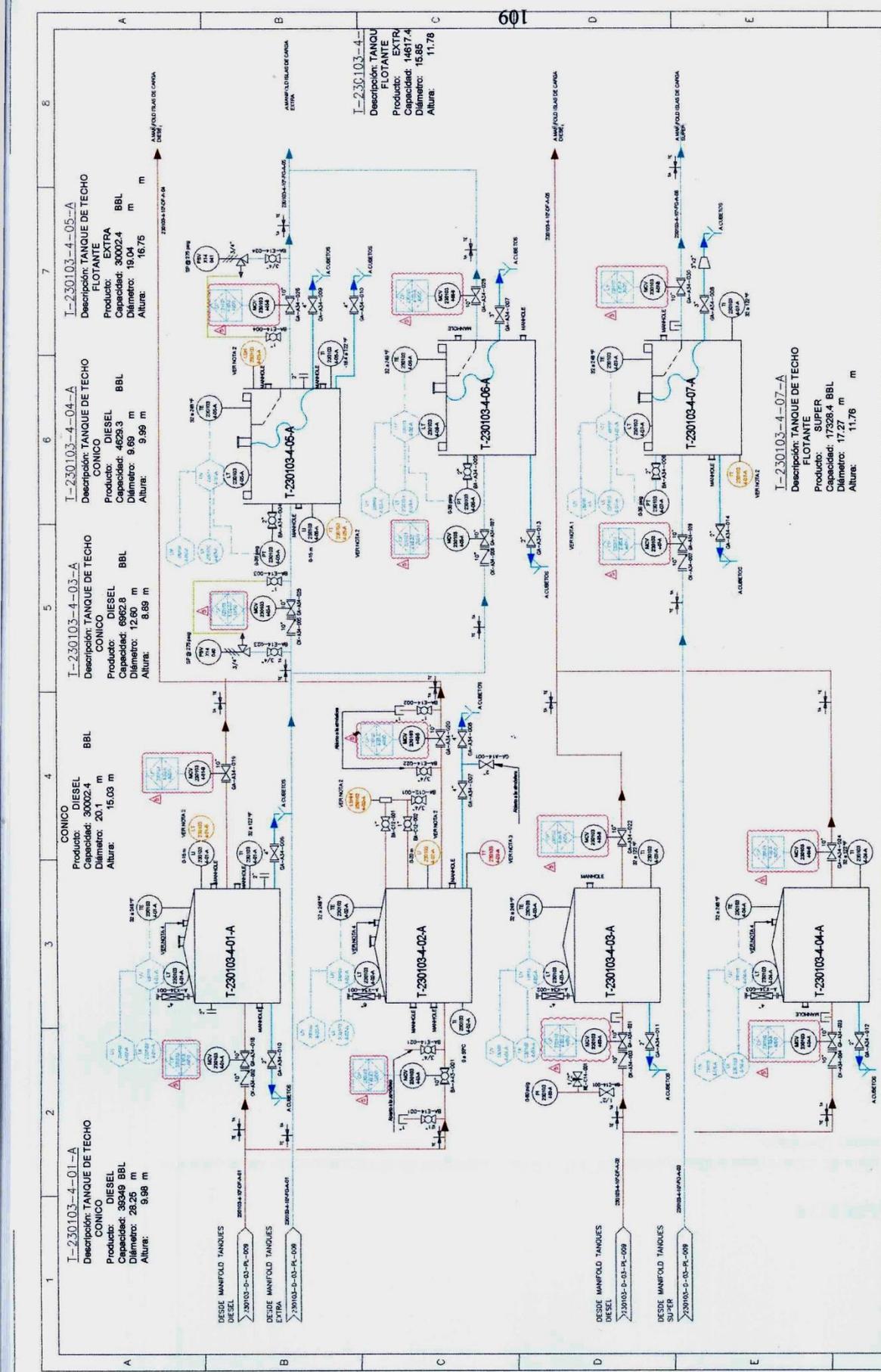
LISTA DE CABLES DEL SIS

ITEM	TAG. CABLE	No. PARES	DIAMETRO	TIPO	O.D.(")	FABRICANTE	MODELO	RUTA	LONG.	VOLT.	DESDE	HASTA	NOTAS
70	MCV-4-04-B (IN) (28) / MCV-4-04-A (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-B	MCV-230103-4-04-A	1
71	MCV-4-04-B (COM) (28) / 4-04-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-B	MCV-230103-4-04-A	1
72	MCV-4-04-B (SRC) (29) / MCV-4-04-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-B	MCV-230103-4-04-A	1
MCV-230103-4-04-A													
73	MCV-4-04-A (OUT) (27) / MCV-4-04-B (IN) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-A	MCV-230103-4-04-B	1
74	MCV-4-04-A (COM) (28) / MCV-4-04-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-A	MCV-230103-4-04-B	1
75	MCV-4-04-A (SRC) (29) / MCV-4-04-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-A	MCV-230103-4-04-B	1
76	MCV-4-04-A (IN) (28) / MCV-4-03-B (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-A	MCV-230103-4-07-A	1
77	MCV-4-04-A (COM) (28) / 4-03-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-A	MCV-230103-4-07-A	1
78	MCV-4-04-A (SRC) (29) / MCV-4-03-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-04-A	MCV-230103-4-07-A	1
MCV-230103-4-03-B													
79	MCV-4-03-B (OUT) (27) / MCV-4-03-A (IN) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
80	MCV-4-03-B (COM) (28) / MCV-4-03-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
81	MCV-4-03-B (SRC) (29) / MCV-4-03-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
82	MCV-4-03-B (IN) (28) / MCV-4-03-A (OUT) (27)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MCV-230103-4-07-A	1
83	MCV-4-03-B (COM) (28) / 4-03-A (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MCV-230103-4-07-A	1
84	MCV-4-03-B (SRC) (29) / MCV-4-03-A (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MCV-230103-4-07-A	1
MCV-230103-4-03-A													
85	MCV-4-03-A (OUT) (27) / MCV-4-03-B (IN) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
86	MCV-4-03-A (COM) (28) / MCV-4-03-B (COM) (28)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
87	MCV-4-03-A (SRC) (29) / MCV-4-03-B (SRC) (29)	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
88	MCV-4-03-A (COM) (28) / MS-4-90A PORT A (IN) (4) /	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
89	MCV-4-03-A (IN) (28) / MS-4-90A PORT A (OUT) (5) /	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1
90	MCV-4-03-A (SRC) (29) / MS-4-90A PORT A (SRC) (6) /	1X1 PR	18 AWG	MC	0.55	OKONITE	267-92-4902	BANDEJA	XX	COMM	MCV-230103-4-07-B	MS-230103-4-90-A	1

ANEXO 8

P&D de tanques de almacenamiento de la estación Santo Domingo.

30-8004



T-230103-4-01-A
 Descripción: TANQUE DE TECHO
 CONICO
 Producto: DIESEL
 Capacidad: 38349 BBL
 Diámetro: 28.25 m
 Altura: 9.98 m

T-230103-4-02-A
 Descripción: TANQUE DE TECHO
 CONICO
 Producto: DIESEL
 Capacidad: 30002.4 BBL
 Diámetro: 20.1 m
 Altura: 15.03 m

T-230103-4-03-A
 Descripción: TANQUE DE TECHO
 CONICO
 Producto: DIESEL
 Capacidad: 6962.8 BBL
 Diámetro: 12.60 m
 Altura: 8.89 m

T-230103-4-04-A
 Descripción: TANQUE DE TECHO
 CONICO
 Producto: DIESEL
 Capacidad: 4629.3 BBL
 Diámetro: 9.69 m
 Altura: 9.99 m

T-230103-4-05-A
 Descripción: TANQUE DE TECHO
 FLOTANTE
 Producto: EXTRA
 Capacidad: 30002.4 BBL
 Diámetro: 19.04 m
 Altura: 16.75 m

T-230103-4-06-A
 Descripción: TANQUE
 FLOTANTE
 Producto: EXTRA
 Capacidad: 14671.4 BBL
 Diámetro: 15.85 m
 Altura: 11.78 m

T-230103-4-07-A
 Descripción: TANQUE DE TECHO
 FLOTANTE
 Producto: SUPER
 Capacidad: 17328.4 BBL
 Diámetro: 17.27 m
 Altura: 11.78 m

NOTAS

- 1- RE-SALVO LA COMPARACION HECHA EN LA SALA DE USAS DE CAJAS.
- 2- INSTALAR TODOS CORRECTORES AL PROCESO DE INFORMACION.
- 3- TENER EN CUENTA TODOS LOS DATOS DE LOS MANIFIESTOS.
- 4- REVISAR EL DISEÑO DE LOS TANQUES Y MANIFIESTOS.
- 5- REVISAR EL DISEÑO DE LOS TANQUES Y MANIFIESTOS.
- 6- REVISAR EL DISEÑO DE LOS TANQUES Y MANIFIESTOS.

PLANOS DE REFERENCIA

NO. ITEM	DESCRIPCION	REVISION
1	RE-SALVO LA COMPARACION HECHA EN LA SALA DE USAS DE CAJAS.	1
2	INSTALAR TODOS CORRECTORES AL PROCESO DE INFORMACION.	2
3	TENER EN CUENTA TODOS LOS DATOS DE LOS MANIFIESTOS.	3
4	REVISAR EL DISEÑO DE LOS TANQUES Y MANIFIESTOS.	4
5	REVISAR EL DISEÑO DE LOS TANQUES Y MANIFIESTOS.	5
6	REVISAR EL DISEÑO DE LOS TANQUES Y MANIFIESTOS.	6

REVISION

NO. ITEM	DESCRIPCION	REVISION
1	RE-SALVO LA COMPARACION HECHA EN LA SALA DE USAS DE CAJAS.	1
2	INSTALAR TODOS CORRECTORES AL PROCESO DE INFORMACION.	2
3	TENER EN CUENTA TODOS LOS DATOS DE LOS MANIFIESTOS.	3
4	REVISAR EL DISEÑO DE LOS TANQUES Y MANIFIESTOS.	4
5	REVISAR EL DISEÑO DE LOS TANQUES Y MANIFIESTOS.	5
6	REVISAR EL DISEÑO DE LOS TANQUES Y MANIFIESTOS.	6

ESTACION SANTO DOMINGO
 POLIDUCTO EMERALDAS-SANTO DOMINGO-QUITO-MACUL
 ESTACION SANTO DOMINGO

DESCRIPCION
 PLANOS DE REFERENCIA: T-230103-4-01-A
 T-230103-4-02-A
 T-230103-4-03-A
 T-230103-4-04-A
 T-230103-4-05-A
 T-230103-4-06-A
 T-230103-4-07-A
 T-230103-4-08-A

FECHA: 13-08-2019
FECHA: 13-08-2019

ING. PABLO BUSTILLOS
ING. PABLO BUSTILLOS

ESTACION SANTO DOMINGO
 PLANOS DE REFERENCIA: T-230103-4-01-A
 T-230103-4-02-A
 T-230103-4-03-A
 T-230103-4-04-A
 T-230103-4-05-A
 T-230103-4-06-A
 T-230103-4-07-A
 T-230103-4-08-A

FECHA: 13-08-2019
FECHA: 13-08-2019

ING. PABLO BUSTILLOS
ING. PABLO BUSTILLOS

ANEXO 9

Lista de cables para comunicación DE MCVS de los tanques de almacenamiento de la estación Santo Domingo.

230103-D-72-LC-001

Rev: 5

EP PETROECUADOR

CLIENTE: AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE VÁLVULAS CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO

PROYECTO: LISTA DE CABLES PARA COMUNICACION DE MCVS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

ITEM	TAG. CABLE.	No. PARES	DIAMETRO	TIPO	O.D.["]	FABRICANTE	MODELO	ROUTA	LONG. [m]	VOLT.	DESDE	HASTA	NOTAS
CP-230103-4-90-A													
1	CP230103490AM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	128	COMM	MASTER STATION	MCV230103-4-03-A	N/A
2	MCV230103403AM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	4	COMM	MCV230103-4-03-A	MCV230103-4-03-B	N/A
3	MCV230103403BM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	34	COMM	MCV230103-4-03-B	MCV230103-4-04-A	N/A
4	MCV230103404AM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	67	COMM	MCV230103-4-04-A	MCV230103-4-04-B	N/A
5	MCV230103404BM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	59	COMM	MCV230103-4-04-B	MCV230103-4-01-A	N/A
6	MCV230103401AM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	32	COMM	MCV230103-4-01-A	MCV230103-4-01-B	N/A
7	MCV230103401BM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	52	COMM	MCV230103-4-01-B	MCV230103-4-02-A	N/A
8	MCV230103402AM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	4	COMM	MCV230103-4-02-A	MCV230103-4-02-B	N/A
9	MCV230103402BM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	76	COMM	MCV230103-4-02-B	MCV230103-4-05-A	N/A
10	MCV230103405AM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	5	COMM	MCV230103-4-05-A	MCV230103-4-05-B	N/A
11	MCV230103405BM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	66	COMM	MCV230103-4-05-B	MCV230103-4-06-A	N/A
12	MCV230103406AM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	41	COMM	MCV230103-4-06-A	MCV230103-4-06-B	N/A
13	MCV230103406BM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	21	COMM	MCV230103-4-06-B	MCV230103-4-07-A	N/A
14	MCV230103407AM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	47	COMM	MCV230103-4-07-A	MCV230103-4-07-B	N/A
15	MCV230103407BM	1X1PR	18 AWG	PLTC	0.34	OKONITE	564-92-3301	BANDEJA	121	COMM	MCV230103-4-07-B	MASTER STATION	N/A

REVALUACION DEL SISTEMA DE REGISTRO DE PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO EN PETROECUADOR
SISTEMA DE REGISTRO DE PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO EN PETROECUADOR
S20109-D-33-TC-001

ANEXO 10

Convenio desarrollo proyecto de tesis EP PETROECUADOR.

CONVENIO THU No. 2019088

La Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, que en adelante se denominará EP PETROECUADOR, representada en este acto por el Ingeniero Julio César Moscoso Proaño, en calidad de Subgerente de Talento Humano, por una parte; y, por otra, la señorita Ruby Alexandra Cruz Soldado, estudiante de la Universidad Nacional de Chimborazo, portador de la cédula de ciudadanía N° 0605671429, según copia de documento adjunto, quien en adelante se denominará "Tesista", libre y voluntariamente convienen en celebrar el siguiente Convenio de Desarrollo de Tesis, contenido en las siguientes cláusulas:

CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES

- 1.1. El Artículo 46 de las Normas Internas de Administración de Talento Humano de la EP PETROECUADOR establece que *"La EP PETROECUADOR puede celebrar de acuerdo a sus requerimientos e intereses y dando prioridad al giro del negocio, convenios para auspiciar la elaboración de tesis con estudiantes de institutos, universidades y escuelas politécnicas, reconocidas por el organismo competente en el país, los cuales se sustentarán en convenios previamente celebrados con las respectivas instituciones del sistema de educación superior.*

La base legal y procedimental para la aplicación de lo dispuesto en este artículo se sujetará a esta normativa y a los procedimientos que para el efecto expida la Empresa.

Los convenios de ejecución de las tesis contendrán las condiciones específicas acordadas entre el Tesista y la Empresa, que por ser una relación de origen académico no produce ningún tipo de vínculo laboral o administrativo entre los tesistas y la EP PETROECUADOR; se caracterizan por tener una duración limitada y podrán percibir un auspicio económico para la ejecución de la tesis, mismo que estará determinado en los procedimientos que para el efecto expida la Empresa".

- 1.2. El Proceso "Administrar Pasantías, Prácticas, Ejecución de Tesis y Visitas Técnicas" de la EP PETROECUADOR, entre otros determina que podrá firmar convenios marco y/o convenio individual con tesistas. Dichos convenios promueven otorgar facilidades relacionadas a entrega de información y visitas puntuales para que los estudiantes puedan desarrollar su trabajo de investigación a los centros de operación mas no implican reconocimiento económico alguno, ni relación de dependencia laboral o administrativa. El tesista podrá permanecer en la empresa hasta un máximo de 10 horas semanales, previa coordinación con el tutor designado.
- 1.3. La Directora de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, de la Universidad Nacional de Chimborazo, mediante Oficio N° 089-CIEYT-2019, solicitó a la EP PETROECUADOR, autorice realizar un proyecto de investigación titulado: "AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE VÁLVULAS CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO", a favor de la señorita Ruby Alexandra Cruz Soldado, estudiante de la unidad de titulación de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones.
- 1.4. Mediante Memorando N° 00052-SPT-IPO-ESQ-MEL-2019, el Supervisor de Instrumentación y Control del Poliducto E-SD-Q-M, solicita la participación de un estudiante Universitario que esté cursando o haya finalizado los estudios en las carreras de Ingeniería electrónica, a fin de que aporte a los técnicos de Instrumentación y control del Poliducto, mediante el desarrollo e implementación en las aplicaciones informáticas de control industrial del Poliducto.



2019088

- 1.5. Mediante correo electrónico de 11 de marzo de 2019, el Jefe de Mantenimiento de Poliductos E-SD-Q-M, autorizó el desarrollo del tema de tesis: "AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE VÁLVULAS CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO", en la estación de bombeo Santo Domingo del Poliducto E-SD-Q-M;
- 1.6. Mediante correo electrónico la señorita Ruby Alexandra Cruz Soldado informa que el tema de tesis: "AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE VÁLVULAS CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO", se encuentra vigente.

CLÁUSULA SEGUNDA: OBJETO

El presente Convenio tiene por objeto que la señorita Ruby Alexandra Cruz Soldado, estudiante de la Universidad Nacional de Chimborazo, desarrolle el trabajo de titulación denominado "AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE VÁLVULAS CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO".

CLÁUSULA TERCERA: CONDICIONES

La Tesista acepta expresa e irrevocablemente que, para la suscripción, vigencia y ejecución del presente Convenio, deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- 3.1. La EP PETROECUADOR establecerá las instalaciones o lugares en donde se facilitará la información para la elaboración del tema de tesis propuesto, de acuerdo a sus disponibilidades técnicas, operativas y presupuestarias. El Tesista se adhiere obligatoriamente a tales resoluciones.
- 3.2. La EP PETROECUADOR permitirá el desarrollo del tema de Tesis en sus instalaciones, previa la suscripción del presente Convenio.
- 3.3. La EP PETROECUADOR podrá unilateralmente, de manera motivada, dar por terminado el desarrollo de Tesis del estudiante en cualquier momento.
- 3.4. Por su naturaleza civil y académica, la suscripción del presente Convenio, no origina relaciones, derechos, ni obligaciones laborales, o administrativas con el Tesista; no crea ningún tipo de estabilidad laboral con éste; y, por tanto, no es sujeto de indemnización alguna.

CLÁUSULA CUARTA: PLAZO Y HORARIOS

El plazo para el desarrollo de la Tesis es de seis (6) meses, cuya fecha de inicio es desde el 01 . ABR. 2019 y su fecha de finalización es el 30 . SET. 2019 plazo que no puede ser prorrogado.

Este Convenio terminará obligatoriamente en la fecha que se encuentra establecida en el párrafo anterior, por lo tanto, no se requiere notificación previa por parte de la EP PETROECUADOR para su culminación, ya que el Tesista conoce y acepta el plazo fijado.

CLÁUSULA QUINTA: OBLIGACIONES DE LAS PARTES

5.1. EP PETROECUADOR

2019088

- 5.1.1. Suministrar a la Tesista las facilidades necesarias para el desempeño de las actividades establecidas como parte del desarrollo del tema de titulación.
- 5.1.2. Asignar a la Tesista en la unidad o dependencia en que se encuentre realizando sus actividades, el respectivo tutor, quien se encargará de orientar, asistir, dar seguimiento y reportar el cumplimiento de las labores encomendadas para el desarrollo del tema de tesis.

5.2. DEL TESISTA

- 5.2.1. Cumplir eficientemente las tareas encomendadas en el desarrollo de la Tesis.
- 5.2.2. Cumplir con el plazo del presente Convenio de desarrollo de Tesis, el mismo que es improrrogable.
- 5.2.3. Cumplir con la Normativa Interna, Reglamentos de Higiene y Seguridad Industrial, Código de Ética y demás disposiciones que emita la EP PETROECUADOR.
- 5.2.4. Cuidar los bienes de la Empresa.
- 5.2.5. Se compromete a que toda información, que por las actividades que realice o llegue a su conocimiento, será manejada con absoluta confidencialidad, no pudiendo ser divulgada a terceros, salvo autorización expresa de la EP PETROECUADOR.
- 5.2.6. Cumplir con el plazo establecido en el presente Convenio. Una vez concluido el plazo, abandonará las instalaciones de la Empresa, sin necesidad de ninguna formalidad.
- 5.2.7. Entregar en la Jefatura de Formación y Capacitación, un informe mensual de las actividades realizadas, avaladas por el/la tutor/a.
- 5.2.8. Entregar en el Departamento de Formación y Capacitación, un ejemplar de la tesis de grado en formato digital PDF vinculado, con la respectiva Acta de Grado, en un plazo de 12 meses, contados a partir de la suscripción del presente Convenio.

CLÁUSULA SEXTA: RÉGIMEN DE ASISTENCIA Y NORMAS DISCIPLINARIAS

- 6.1. El Tesista deberá cumplir las funciones y directrices señaladas por el Coordinador o Tutor asignado, las mismas que deberá desempeñarlas con eficiencia, eficacia y responsabilidad.
- 6.2. El Tesista guardará absoluto secreto y sigilo profesional sobre procedimientos y técnicas administrativas, especialmente las que la EP PETROECUADOR considere reservadas y confidenciales.
- 6.3. El Tesista se sujetará a las Normas Internas de la Institución, en todo cuanto no se oponga al presente Instrumento Legal.

CLÁUSULA SÉPTIMA: TERMINACIÓN DEL CONVENIO

Este Convenio, legalmente podrá terminar por las siguientes causas.

2019088

- 7.1. Por cumplimiento del plazo establecido en la realización de la Tesis.
- 7.2. Por mutuo acuerdo entre las partes contratantes, antes de la ejecución total del Convenio.
- 7.3. Por declaración unilateral de la EP PETROECUADOR.
- 7.4. Por incumplimiento por parte del Tesista de cualquiera de las cláusulas estipuladas en el presente Convenio.
- 7.5. Utilización indebida por parte del Tesista de bienes públicos, realizar actividades fuera del Convenio, mal comportamiento, entre otros.

CLÁUSULA OCTAVA: OBLIGACIONES AL TÉRMINO DEL DESARROLLO DE LA TESIS

- 8.1. EP PETROECUADOR se compromete a emitir un certificado de cumplimiento en el desarrollo de tesis, realizadas por el Tesista.
- 8.2. La Tesista se compromete a devolver a la EP PETROECUADOR, los equipos de protección personal, identificación, insumos y materiales entregados para el desarrollo de sus actividades.

CLÁUSULA NOVENA: CONFIDENCIALIDAD

La Tesista, Ruby Alexandra Cruz Soldado, por la naturaleza de la información que maneja la EP PETROECUADOR, y la cual por el desempeño de sus actividades se le haya proporcionado y tenga acceso, se obliga a mantenerla en forma estrictamente reservada y confidencial, obligándose a abstenerse de usar, disponer, divulgar o aprovecharse de la misma.

CLÁUSULA DÉCIMA: DECLARACIÓN

El Tesista, Ruby Alexandra Cruz Soldado, acepta y declara que, por la naturaleza civil y académica del presente Convenio, no se origina ningún tipo de relación o vínculo laboral, ni administrativo con la EP PETROECUADOR, no se genera ningún tipo de derechos, ni obligaciones laborales o administrativas, no se crea estabilidad laboral con el Tesista y tampoco está sujeto a indemnización alguna.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA: SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS

Toda controversia o diferencia que surgiera en la ejecución del presente Convenio, las partes se someterán a solucionarlas de mutuo acuerdo, dentro de quince días de suscitada la misma, ante el Centro de Mediación de la Procuraduría General del Estado, de conformidad con la Ley de Arbitraje y Mediación, de no llegar a un acuerdo en la vía administrativa, se someterá la controversia a la resolución de un Tribunal de Arbitraje reglado en derecho, que se sujetará a lo dispuesto en la Ley de Arbitraje y Mediación, el Reglamento del Centro de Arbitraje y Mediación de la Procuraduría General del Estado; y las siguientes normas:

Los árbitros serán nombrados uno por cada parte. El tercer árbitro será seleccionado por los árbitros designados por las partes. En caso de que no se llegare a un acuerdo en la designación del tercer árbitro, este será designado por el Director del Centro de Arbitraje de la Procuraduría General del Estado. El tercer árbitro presidirá el Tribunal;

2019088

- 11.1. Las partes renuncian a la jurisdicción ordinaria, se obligan a acatar el laudo que expida el Tribunal Arbitral y a acatar todo lo dispuesto en la Ley de Arbitraje y Mediación;
- 11.2. Para la ejecución de las medidas cautelares, el Tribunal Arbitral estará facultado para solicitar el auxilio de los funcionarios públicos, judiciales, policiales y administrativos, sin que sea necesario recurrir a juez ordinario alguno;
- 11.3. El Tribunal Arbitral estará integrado por tres árbitros;
- 11.4. El procedimiento arbitral será confidencial;
- 11.5. Los costos que implique este procedimiento, será a cargo de la parte que presente la demanda arbitral; y
- 11.6. En ningún caso el trámite implicará la suspensión o paralización del objeto del Convenio.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA: DOMICILIO, COMPETENCIA Y PROCEDIMIENTO

Para todos los efectos que se deriven del presente Convenio, las partes fijan como domicilio la ciudad de Quito.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA: ACEPTACIÓN

Para constancia y fiel cumplimiento de lo estipulado, libre y voluntariamente las partes declaran expresamente aceptar y someterse a todas y cada una de las cláusulas incorporadas en el presente instrumento, por lo que proceden a suscribir en tres (3) ejemplares de igual tenor y valor, en Quito D. M., **22 MAR. 2019**

POR EP PETROECUADOR

LA TESISISTA



Ing. Julio César Moscoso Proaño
Subgerente de Talento Humano
EP PETROECUADOR



Ruby Alexandra Cruz Soldado
Cédula de Ciudadanía N° 0605671429

Elaborado por:
Revisado por:
Aprobado por:

SAAVEDRA PARRA ANA MARIA
MOYA SANCHEZ ERICA ISABEL
ANDRADE TITO ROBERTO CARLOS

ANEXO 11

Certificado de cumplimiento del proyecto de investigación "AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA ELETRÓNICO DE VÁLVULAS CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO"

por parte de la EP PETROECUADOR.

Santo Domingo, 02 de julio de 2019

CERTIFICADO

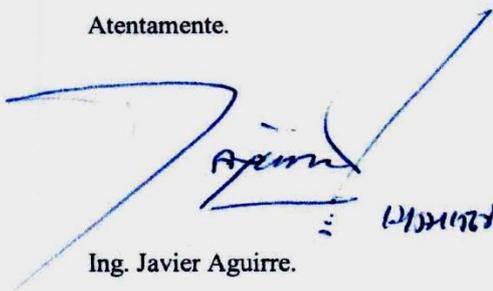
El suscrito Ing. Javier Aguirre, en calidad de Supervisor de Instrumentación y Control del Poliducto Esmeraldas-Santo Domingo-Quito-Macul de la Empresa Pública de Hidrocarburos EP PETROECUADOR.

CERTIFICA.

Que la Señorita, **RUBY ALEXANDRA CRUZ SOLDADO**, portadora de la cédula de ciudadana No. **060567142-9**, estudiante de la unidad de titulación de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE INGENIERÍA, CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES, realizó el proyecto de investigación, "AUTOMATIZACION DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE VÁLVULAS CONTROLADAS POR MOTOR MEDIANTE UNA ESTACIÓN MAESTRA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO", durante el período comprendido desde el 01 de Abril al 04 de Julio, con un total de 300 horas, período de tiempo, en el cual cumplió con los requerimientos y alcances establecidos.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a la interesada hacer uso del presente documento como mejor convenga a sus intereses.

Atentamente.



12/07/19

Ing. Javier Aguirre.

Supervisor de Instrumentación y Control

Poliducto E-SD-Q-M

