

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO PARA EL PODER POPULAR PARA EDUCACIÓN
UNIVERSITARIA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DE VENEZUELA
P.F.G EN GAS



IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA
LOS ANILLOS DE ENFRIAMIENTO EN LOS TANQUES PARA
EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA PLANTA
DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE MATURÍN (SISOR),
ESTADO MONAGAS

TUTOR ACADÉMICO:
ING. FATIMA SANCHEZ
C.I: 20.645.490

REALIZADO POR:
BR: JORGE MENDOZA
C.I: 22.725.011

TUTOR TÉCNICO:
T.S.U. DARWINS MARCHAN
C.I: 7.947.996

MATURÍN, MARZO DE 2017

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO PARA EL PODER POPULAR PARA EDUCACIÓN
UNIVERSITARIA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DE VENEZUELA
P.F.G EN GAS



IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA LOS
ANILLOS DE ENFRIAMIENTO EN LOS TANQUES PARA EL
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE MATURÍN (SISOR), ESTADO
MONAGAS

RESUMEN

Este proyecto tiene por objetivo la implementación de un sistema de control para los anillos de enfriamiento, el cual se diagnosticó a través de una investigación de la situación actual de la planta. La ejecución de dicho sistema tendrá como resultado la implementación de dispositivos de campo conocidos como actuadores, de los cuales se obtendrá una comunicación efectiva mediante el uso de un Controlador Lógico Programable (PLC) que permitirá el control y monitoreo en tiempo real de dichos dispositivos; mejorando así las condiciones de trabajo disminuyendo el tiempo de respuesta, se evitarán riesgos laborales y se reducirán daños colaterales en la planta de distribución de combustible Maturín. Esto se logrará por medio de la semi-automatización del proceso de enfriamiento de los tanques de combustible, para así poder prevenir accidentes a futuro, garantizándole un sistema eficiente a los operadores

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
INDICE DE CONTENIDO.....	ii
INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE FIGURAS.....	iv
INTRODUCCIÓN	vii
INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	1
OBJETIVOS	4
DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	5
APORTE DEL PASANTE A LA EMPRESA.....	9
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
GLOSARIO	28
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	32

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Plan de Trabajo	5
Tabla N° 2 Velocidad sónica (m/seg) de los combustibles	10
Tabla N° 3 Identificación válvulas (motorizadas y manuales)	10
Tabla N° 4 Límites seguros de operación en relación con la Rata de Flujo	11
Tabla N° 5 Velocidad sónica (m/seg.) y gravedad observada para los combustibles	12
Tabla N° 6 Identificación de válvulas del sistema de anillo de enfriamiento	16
Tabla N° 7 Torque de bola flotante y guiada	18
Tabla N° 8 Modelos de actuadores	19
Tabla N° 9 Características de rendimiento del actuador QX-3	19

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	Organigrama general de la planta de distribución de combustible	2
Figura N° 2	Organigrama de sala de control planta de distribución de combustible ..	3
Figura N° 3	Estación de recepción, trampa de recibo.....	11
Figura N° 4	Válvula del Sistema de Anillos de Enfriamiento	13
Figura N° 5	Diagrama del Sistema de Anillos de Enfriamiento	14
Figura N° 6	Tanque de Presurización	30
Figura N° 7	Bomba Jockey.....	32
Figura N° 8	Bombas de Sistema Contra Incendio	15
Figura N° 9	Tanque de Almacenamiento de Combustible	16
Figura N° 10	FLOWSERVE Limitorque™ Actuador QX-3.....	19
Figura N° 11	FLOWSERVE Limitorque™ Estación maestra III	22
Figura N° 12	Módulo EtherNet 1756-EN2TR.....	23
Figura N° 13	Convertidor de Señal.....	23
Figura N° 14	Sistema de detección de incendios (S.I.D).....	24
Figura N° 15	Diagrama Flujo de Proceso	25

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la automatización de procesos a nivel industrial, ha recurrido al uso de herramientas para sus proyectos de mejoras continuas a través del tiempo, con el objetivo de maximizar su producción, mejorar la calidad de trabajo, reducir costos y disminuir los riesgos laborales que pueden ocurrir en los procesos internos de las industrias. Estas herramientas les permiten a las empresas la expansión a nuevas oportunidades de mejoras tanto en sus instalaciones como en la calidad de trabajo operacional, siguiendo lineamientos establecidos por los sistemas automatizados, las organizaciones actualmente están implementando en sus procesos el uso de sistemas de control con la finalidad de tener un mejor tiempo de respuesta al momento de tomar una decisión, logrando un seguimiento eficaz en tiempo real.

Sobre las ideas expuesta la industria petrolera ha tenido la necesidad de implementar estos sistemas automatizados con el fin de mejorar sus procesos actuales, capacitar a sus trabajadores con respecto a los avances tecnológicos en el área petrolera, generando una mayor eficiencia, eficacia y un ambiente laboral más seguro y estable. La industria Petróleos De Venezuela, S.A (PDVSA) es una de las empresas productores más grande e importante del país, que busca cumplir con los requisitos necesarios para poder estar a nivel de las industrias en el mundo, teniendo en cuenta que el factor tecnológico (equipos y software) es uno de sus mayores retos que hoy por hoy presenta la industria. Es por ello que PDVSA ha invertido en la adecuación y captación de tecnología de vanguardia para mejorar sus procesos y mantener la competitividad con otras empresas productores de petróleo.

PDVSA es la encargada de la explotación, producción, refinación y distribución de hidrocarburos en Venezuela y en el exterior. Esta tiene una serie de filiales en puntos estratégicos del país para favorecer el suministro de estos recursos a cada rincón del Estado, dependiendo de la necesidad que se presente. Entre estas

necesidades está la de abastecer combustible a la sociedad, y para ello PDVSA creo el Sistema de Suministros Oriente (SISOR), las cuales son un conjunto de plantas que se encargan de la recepción, almacenamiento y distribución de combustible derivados de los hidrocarburos (Gasolina 91- 95 Octano y Diésel) en el Oriente de Venezuela.

Una de estas, es la Planta de Distribución de Combustible de Maturín, situada sobre un terreno de aproximadamente de setenta (70) hectáreas, ubicada en la Zona Industrial ZIMCA, vía San Jaime a 11km al oeste de la ciudad, en la salida hacia la Cruz de la Paloma y el Furrial. Esta planta está encargada de abastecer al Estado Monagas y el Sur del Estado Sucre.

Actualmente dicha planta posee doce (12) tanques entre los cuales diez de ellos son utilizados para almacenamiento de combustible, tales tanques poseen un sistema de anillos de enfriamiento contra incendios, el cual cubre toda la superficie exterior de la envolvente de los mismos, teniendo como función controlar incendios generados en su medio externo y evitando al mismo tiempo accidentes en el área. Este sistema es ejecutado a través de una válvula de apertura rápida donde la operación es efectuada de forma manual por el operador de planta, haciendo girar la válvula 90° grados. El problema radica en que esta operación es realizada de forma presencial, generando más trabajo, mayor tiempo de respuesta y un alto índice de inseguridad laboral, debido a que esta operación es llevada a cabo a pocos metros de distancia del tanque de almacenamiento donde se presente la irregularidad.

Siguiendo con lo mencionado, surge como necesidad la realización del presente proyecto, que tiene como propósito implementar un Sistema de Control Manual-Remoto para el sistema de anillos de enfriamiento, mediante el uso de actuadores electromecánicos para la apertura y cierre de dichas válvulas, brindando mayor tiempo de respuesta, calidad de trabajo y la reducción de accidente en el área de trabajo

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Reseña Histórica

Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima (PDVSA) son una corporación mundial de energía del estado venezolano, con actividades operacionales y comerciales dentro y fuera del país. Sus operaciones abarcan la exploración, explotación, producción, refinación, petroquímica, mercadeo y transporte de petróleo venezolano. Fue creada el 1 de enero de 1976, es una de las empresas más grandes de Latinoamérica.

Existe una unidad de negocios donde se gerencia las actividades de mercado interno de los productos derivados de hidrocarburos y una Gerencia de operaciones Distribución Venezuela donde se llevan a cabo las actividades de distribución en el ámbito nacional. Esta gerencia está conformada por 4 distritos: Metropolitano, oriente, occidente y centro.

El distrito oriente está conformado por el sistema de suministro de oriente (SISOR) el cual forma parte integral de la red nacional de suministro elaborado por PDVSA con el fin de garantizar en forma confiable y eficiente el suministro de combustibles (gasolina alta, gasolina media, diésel y jet A-1) a los centros de consumo del oriente norte y del sur del país hasta más allá del año 2010, en vista del continuo crecimiento y expansión de la región.

Misión

Distribuir productos derivados de hidrocarburos en forma oportuna, segura y en armonía con el ambiente a fin de satisfacer los requerimientos del cliente y contribuyendo al desarrollo socio económico del país.

Visión

Ser una organización reconocida a nivel nacional e internacional por su alto desempeño en la distribución de productos derivados de hidrocarburos por su compromiso con el país.

Organización General

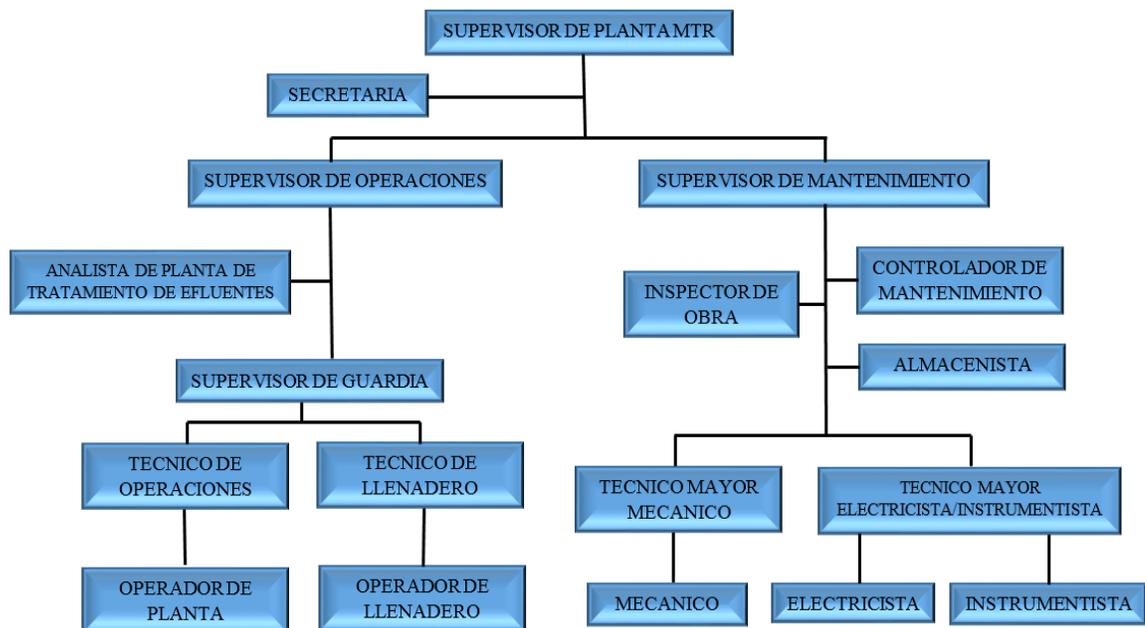


Figura N° 1 Organigrama general de la planta de distribución de combustible Maturín (Fuente: PDVSA Año:2007)

Organigrama de Sala de Control



Figura N° 2 Organigrama de sala de control de la planta de distribución de combustible Maturín
(Fuente: PDVSA Año:2007)

OBJETIVOS

Objetivo General

Implementar un sistema de control para los anillos de enfriamiento en los tanques para el almacenamiento de combustible de la Planta de Distribución de Combustible Maturín (SISOR), Estado Monagas.

Objetivos Específicos

- Explicar el proceso de almacenamiento de combustible en los tanques de la Planta de Distribución de Maturín.
- Describir el funcionamiento actual de los anillos de enfriamiento en los tanques de almacenamiento de combustible.
- Determinar el tipo y modelo de actuador necesario para la automatización de las válvulas que controlan el mecanismo de anillos de enfriamiento en los tanques de almacenamiento de combustible.
- Evaluar el sistema de control de los actuadores para la apertura o cierre de las válvulas de los anillos de enfriamiento de los tanques.

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Plan de Trabajo

Tabla N° 1 Plan de Trabajo

ACTIVIDADES	SEMANAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	12/09 al 16/09	19/09 al 23/09	26/09 al 30/09	03/10 al 07/10	10/10 al 14/10	17/10 al 21/10	24/10 al 28/10	31/10 al 04/11	07/11 al 11/11	14/11 al 18/11	21/11 al 25/11	28/11 al 02/12	04/12 al 09/12
Inducción de las actividades que se realizan en la empresa													
Explicar el proceso de almacenamiento de combustible en los tanques de la Panta de Distribución de Combustible Maturín													
Describir el funcionamiento actual de los anillos de enfriamiento en los tanques de almacenamiento de combustible													
Determinar el tipo y modelo de actuador necesario para la semi-automatización de las válvulas que controlan el mecanismo de anillos de enfriamiento en los tanques de almacenamiento de combustible													
Evaluar el sistema de control de los actuadores para la apertura o cierre de las válvulas de los anillos de enfriamiento de los tanques													
Entrega de resultado del Informe de Pasantía.													

Descripción del trabajo realizado

Semana.1.

Desde: 12/09/2016 hasta 16/09/2016

Objetivo: Inducción de las actividades que se realizan en la empresa.

En esta semana se hizo un estudio exhaustivo mediante guías y manuales, relacionado con todas las actividades operacionales y procedimientos que se llevan a cabo en la planta para realizarlas de forma adecuada, de igual manera se hizo un recorrido por las instalaciones dando una breve inducción de las operaciones que se llevan a cabo en cada área con sus respectivas notificaciones de riesgo por parte del tutor industrial y el personal a cargo; también se asistió a charlas de seguridad a fin de evitar cualquier acto inadecuado o inseguro.

Semana. 2 y 3.

Desde: 19/09/2016 hasta 30/09/2016

Objetivo: Explicar el proceso de almacenamiento de combustible en los tanques de la Panta de Distribución de Combustible Maturín.

Se procedió a conocer el proceso de almacenamiento de combustible por medio del conocimiento adquirido en el manual de operaciones, estudiado durante la primera semana de pasantía y mediante la investigación de campo; para ello se emplearon visitas al área (Múltiple de Recibo) y se recibieron las explicaciones correspondientes por parte del supervisor de guardia, el cual detalló cada uno de los pasos a considerar en la recepción y almacenamiento de combustible en los diferentes tanques.

Semana.4 y 5.**Desde: 03/10/2016 hasta 14/10/2016****Objetivo: Describir el funcionamiento actual de los anillos de enfriamiento en los tanques de almacenamiento de combustible.**

En esta semana se concentró en conocer en detalle la forma en que actúan o funcionan el sistema de anillos de enfriamiento en los tanques, al igual que los equipos e instrumentos que lo conforman; a través de una demostración por medio de un simulacro se pudo apreciar el funcionamiento de los anillos, mediante la observación directa y el estudio de estos se determinó tanto las características como los instrumentos que componen este sistema, todo esto con el fin de poder determinar un equipo que se pueda emplear o incorporar al sistema para lograr su semi-automatización.

Semana.6,7 y 8.**Desde: 17/10 /2016 hasta 04/11/2016****Objetivo: Determinar el tipo y modelo de actuador necesario para la semi-automatización de las válvulas que controlan el mecanismo de anillos de enfriamiento en los tanques de almacenamiento de combustible.**

En esta semana se realizó una investigación en guías (pdf) descargadas de diferentes páginas web de algunos proveedores y en buscadores de internet sobre los tipos y modelos de actuadores para poder determinar cuál se podría adaptar a las válvulas que componen el sistema de anillos contra incendio de acuerdo a las especificaciones requeridas por el mismo.

Semana.9,10 y 11.

Desde: 07/11 /2016 hasta 25/11/2016

Objetivo: Evaluar el sistema de control de los actuadores para la apertura y cierre de las válvulas de los anillos de enfriamiento de los tanques.

Se efectuó una visita dirigida a las áreas que ya se encuentran semi-automatizadas, observando la forma en la que están instalados estos actuadores y como se conectan a sala de control para su manipulación, en el cual el equipo PLC y la estación maestra trabajaban en conjunto interactuando entre sí por medio de un convertidor, para así lograr una comunicación y poder aperturar de manera automática las válvulas; con esto se adquirió el conocimiento necesario con el fin de aplicarlo en el sistema de anillos de enfriamiento.

APORTE DEL PASANTE A LA EMPRESA

❖ Explicar el proceso de almacenamiento de combustible en los tanques de la Planta de Distribución de Combustible Maturín.

La Planta de Distribución de Combustible Maturín (M.T.R), es una instalación que recibe gasolina de 91- 95 octanos y Diésel, provenientes de la Refinería Puerto La Cruz (P.L.C), la cual bombea dichos productos a la Planta de Distribución de Combustibles San Tomé (S.T.M) y está realiza un rebombeo a la Planta de Distribución M.T.R, a través de una tubería (Poliducto) de 170 Km de longitud, con un diámetro de 8". Estos productos se almacenan en diferentes tanques, entre los cuales se disponen 10 (8 de Techo Flotante y 2 de Techo Cónico).

Para el proceso de recepción y almacenamiento de los diferentes productos (Gasolina 95, Gasolina 91 y Diésel) se deben tomar en cuenta los siguientes pasos:

- 1.** Recibir la programación de la cantidad de producto que se va a ingresar a la planta, cuando se inicia el bombeo, la rata de flujo (Bbls/Hr) y las especificaciones del mismo (Certificado de Calidad). Esta información es proporcionada por el Programador de Lotes.
- 2.** Determinar el tanque a alinear tomando en cuenta su disponibilidad para la recepción del producto empacado en el poliducto.
- 3.** Se debe comprobar en Sala de Control el producto empacado en la tubería, a través de la señal emitida por el DT-103 y DT-149. Esto se puede visualizar en la consola del Sistema de Control de Planta (S.C.P.).

Tabla N° 2 Velocidad sónica (m/seg) de los combustibles

PRODUCTO	VELOCIDAD SONICA (Mts/seg)		RANGO DE OPERACIÓN ACEPTABLE
	MIN	MAX	
DIESEL	1.340	1.400	1350 - 1370
GASOLINA 91	1.000	1.200	1100 - 1120
GASOLINA 95	1.000	1.200	1100 - 1150

4. Tomar muestras de producto para realizar las pruebas de calidad, con la finalidad de identificar el producto empacado en la tubería y validar el Certificado de Calidad del producto. (Determinación de la gravedad y temperatura de los combustibles; Determinación del punto de inflamación del Diésel; Determinación de marcador en Gasolinas).

5. Para la recepción del producto se selecciona y arranca la secuencia de recibo del tanque donde se va a almacenar el producto, a través de la consola del Sistema de Control de Planta, el cual apertura la válvula de entrada al tanque y la del Múltiple de Recibo de acuerdo a la siguiente identificación:

Tabla N° 3 Identificación válvulas (motorizadas y manuales) de entrada de combustible en tanques y múltiple de recibo

PRODUCTO	TK	VALVULA ENTRADA TK (MOTORIZADA)	VALVULA ENTRADA MULTIPLE RECIBO (MOTORIZADA)	VALVULA ENTRADA TK (MANUAL)
Gasolina 95	20X1	VM-56	VM-26	V-73
	20X2	VM-55	VM-26	V-72
	27X1	VM-49	VM-24	V-66
	27X2	VM-50	VM-24	V-67
Gasolina 91	56X2	VM-51	VM-23	V-68
	56X3	VM-52	VM-23	V-69
Diésel	56X4	VM-54	VM-27	V-71
	56X5	VM-53	VM-27	V-70
Interfase	2X1	----	VM-28	V-74
Reserva	56X1	VM-48	VM-25	V-100

6. Verificar que estén abiertas: la válvula de entrada al tanque (motorizada), la válvula entrada múltiple recibo y la válvula entrada tanque (manual) para el comienzo del recibo.
7. Recibo de información vía telefónica del Supervisor de P.L.C y/o S.T.M sobre el inicio del bombeo de producto hacia la Planta de Distribución de Combustibles Maturín, dando a conocer la rata de flujo (Bbls/Hr) que será utilizada para el envío del producto y la distribución porcentual de los lotes a recibir.

Tabla N° 4 Límites seguros de operación en relación con la Rata de Flujo (Bbls/Hr)

VARIABLE	LIMITES DE OPERACIONES		RANGO DE OPERACIÓN ACEPTABLE
	Máxima	Mínima	
Rata de Flujo (Bbls/Hr)	1.200	400	700-1000

8. Abrir la válvula de entrada de producto a la Planta (VM-1), a través de la consola del Sistema de Control, y dicha válvula se debe regular de acuerdo a la Rata de Flujo fijada por el Supervisor de P.L.C y/o S.T.M.

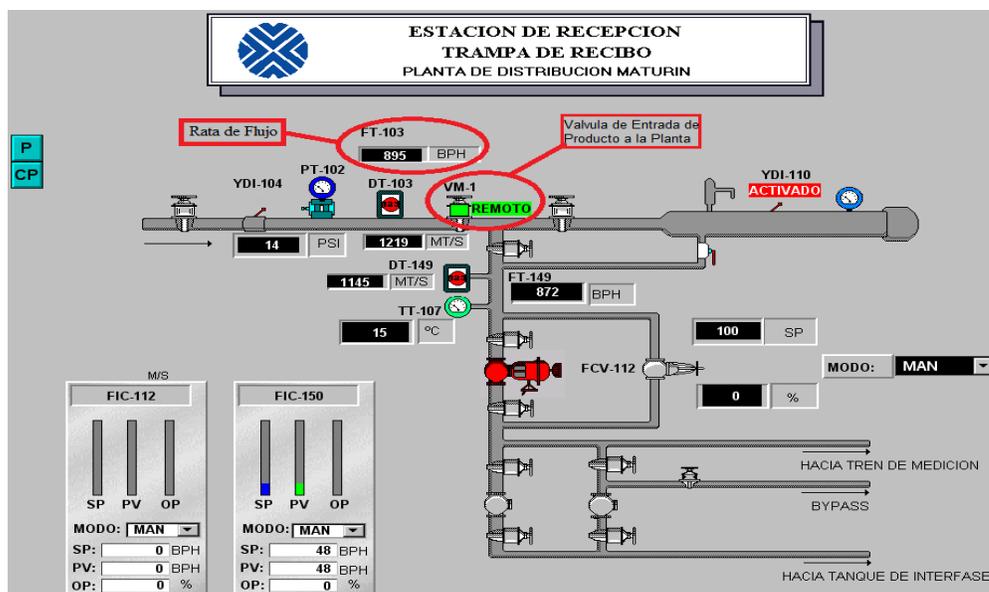


Figura N° 3 Estación de recepción, trampa de recibo

9. Controlar la entrada de producto a Planta, verificando a través de la consola del Sistema de Control, las variables de caudal, presión, temperatura y velocidad sónica del combustible.

Tabla N° 5 Velocidad sónica (m/seg.) y gravedad observada para los combustibles

PRODUCTO	VELOCIDAD SONICA (Mts/seg)		RANGO DE OPERACIÓN ACEPTABLE	GRAVEDAD OBSERVADA		RANGO DE OPERACIÓN ACEPTABLE
	MIN	MAX		MIN	MAX	
DIESEL	1.340	1.400	1350 - 1370	30	39	33 - 35
GASOLINA 91	1.000	1.200	1100 - 1120	50	79	60 - 67
GASOLINA 95	1.000	1.200	1100 - 1150	50	79	55 - 63

10. Por último, durante la recepción del lote se debe calcular con la data disponible la hora estimada de la llegada de la Interface a la planta.

❖ **Describir el funcionamiento actual de los anillos de enfriamiento en los tanques de almacenamiento de combustible.**

De acuerdo al estudio realizado y por medio de la observación de un simulacro, para poner en marcha el sistema de anillos de enfriamiento de cualquiera de los tanques de almacenamiento de combustible se debe abrir manualmente una válvula tipo bola haciéndola girándola 90°, y está ubicada en la unión entre la tubería principal y la línea que va a los anillos (Ver figura n°4, p.12).

Detalles de la Válvula de Bola:

- Fabricante: KTM
- Modelo: E0801
- Tipo: WCB, SCPH2, Válvula de bola de cuerpo dividido.
- PSI: 150 Lbs
- Tamaño: 6"
- Material: Acero al Carbono



Figura N° 4 *Válvula del Sistema de Anillos de Enfriamiento*

Siguiendo con el estudio realizado en campo, se constató que el sistema actual de los anillos de enfriamiento posee una tubería principal construida en acero al carbón, la cual maneja una presión de operación máxima de 150 psig y está comprendida entre los diámetros 16", 12", 8" y 6"; esto con el propósito de mantener la presión del agua, dicha tubería tiene como trayectoria pasar por diez (10) tanques de almacenamiento de combustible (Ver figura n° 5, p.13), esta línea se mantiene presurizada entre 95 y 130 psig, la cual se observó en el manómetro que se encuentra en el tanque de presurización (Ver figura n°6, p.31), esta presión es mantenida por una bomba Jockey de 3500 RPM – 15 HP (Ver figura n°7, p.31), la cual enciende de manera automática cuando la presión desciende a 95 psig y se apaga de igual forma al alcanzar los 130 psig.

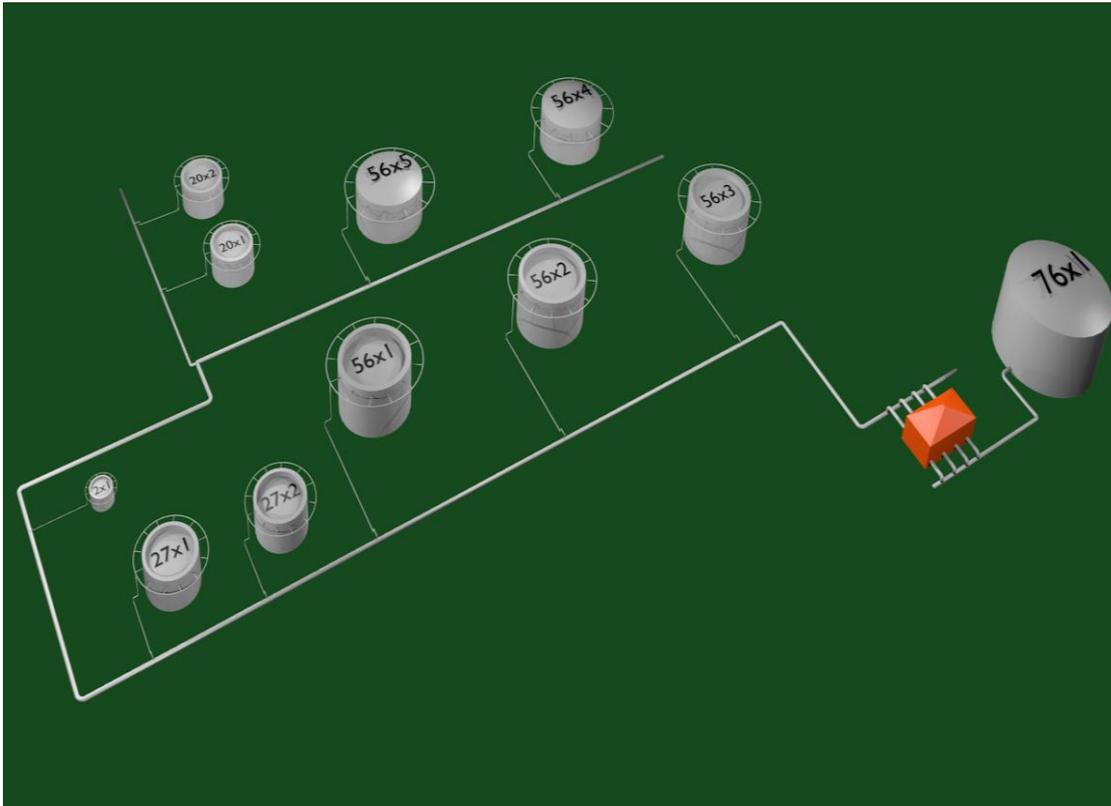


Figura N° 5 Diagrama del Sistema de Anillos de Enfriamiento

El sistema de anillos contra incendio cuenta con 4 Bombas Centrifugas (Ver figura n°8, p.14):

Una bomba de motor eléctrica (Principal) de 1780 RPM – 300 HP, es la primera que enciende cuando la presión declina y la bomba jockey no puede mantenerla por encima de los 95 psig, esto sucede por la activación de cualquiera de los elementos de extinción de incendios conectados al sistema, en conjunto con tres bombas de motor a diésel (Emergencia) de 2100 RPM – 240 HP, en caso que la bomba eléctrica no pueda mantener la presión por encima del valor mínimo (90psig) estas bombas irán encendiendo de manera automática, logrando así mantener la presión dentro de su rango de operación; adicionalmente cuentan con una válvula

controladora de presión que impide que la misma supere los 150 psig en el cabezal de descarga, recirculando el agua de vuelta al tanque, esto se debe a que estas bombas deben ser apagadas de forma manual.



Figura N° 6 Bombas de Sistema Contra Incendio

De la línea principal localizada a pocos metros de los tanques sale una tubería de 6" que va a cada uno de los mismos, sube por un costado y se conecta en la parte superior al anillo de enfriamiento (Ver figura n°9, p.15), el cual cuenta con diversos rociadores y está conformado por tuberías de acero forjado con diferentes diámetros 6", 3" y 2" con la intención que la presión se mantenga en toda el área del anillo; este sistema es alimentado por el tanque de agua contra incendio 76x1 el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 76.000 barriles.



Figura N° 7 Tanque de Almacenamiento de Combustible

Teniendo en cuenta que cada instrumento dentro de una instalación o planta, debe tener su propio y único identificador o TAG, y debido a la pertinencia de este informe se requiere identificar las válvulas que componen este sistema de enfriamiento las cuales en la actualidad no poseen ningún tipo de numeración o identificación, por tanto, se llevó a cabo la siguiente leyenda:

Tabla N° 6 Identificación de válvulas del sistema de anillo de enfriamiento

PRODUCTO	TK	VALVULA SISTEMA DE ANILLO DE ENFRIAMIENTO
Gasolina 95	20X1	V-39
	20X2	V-38
	27X1	V-31
	27X2	V-32
Gasolina 91	56X2	V-34
	56X3	V-35
Diésel	56X4	V-36
	56X5	V-37
Interfase	2X1	V-40
Reserva	56X1	V-33

❖ **Determinar el tipo de actuador necesario para la semi-automatización de las válvulas que controlan el mecanismo de anillos de enfriamiento en los tanques de almacenamiento de combustible.**

Para llevar a cabo este objetivo se consideraron diversos fabricantes, pero se optó por el fabricante FLOWSERVER, ya que esta planta lleva años trabajando con este proveedor y tienen relaciones establecidas, por tanto, se procedió a realizar una investigación en su página web sobre tipos y modelos de actuadores disponibles, al igual que el funcionamiento y características para así tener el conocimiento necesario para la determinación de el mismo.

Para poder determinar el tipo de actuador necesario para el sistema, se tuvo que considerar varios criterios, los cuales se muestran a continuación:

- ✓ Criterio de operación de la válvula.
- ✓ Tipo de suministro de potencia.
- ✓ Sí el actuador requiere de operación manual.
- ✓ Torque requerido para el accionamiento de la válvula.
- ✓ Respuesta en cuanto al tiempo de apertura de la $\frac{1}{4}$ cierre de la válvula.

La válvula que se encuentra instalada para la activación de cada uno de los anillos contra incendios es de tipo bola flotante por lo tanto su criterio de operación viene siendo de tipo rotatorio, esta válvula es de apertura rápida por lo que requiere un giro de 90° , por ello es necesario un actuador $\frac{1}{4}$ de vuelta, Dicho actuador contara con un motor el cual utilizara fuente de energía eléctrica, ya que de acuerdo al estudio sobre los tipos de fuentes de energía de los actuadores se constató que está es más ventajosa que las demás (neumática e hidráulica), las cuales son las fuentes de energías más utilizadas para maquinas modernas, entre las ventajas que se recopilaron están:

- ✓ Instalación Sencilla.
- ✓ Precisos y Fiables.
- ✓ Proporcionan un Fácil Control.
- ✓ Son Silenciosos.
- ✓ No requieren tantas horas de mantenimiento.
- ✓ Son altamente versátiles debido a que utilizan cables eléctricos para transmitir señales de control y la electricidad.
- ✓ No existe restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador.
- ✓ Entre otras.

Además, tomando en cuenta que esta planta se encuentra actualmente trabajado con este tipo de actuador eléctrico, se consideró que el mismo viene siendo el más conveniente; Este sistema de anillos contra incendios, ya que es un sistema de emergencia requerirá la función de activación manual, en caso de que se presente algún percance en su activación remota.

Para la determinación del modelo actuador es necesario conocer el torque que requiere la válvula de bola para abrir $\frac{y}{o}$ cerrar, para esto se debe conocer las pulgadas y la clase de la misma, que viene siendo 6" y 150 LBS, ya teniendo estos datos se puede determinar el torque requerido por la válvula a través de la siguiente tabla:

Tabla N° 7 Torque de bola flotante y guiada

Fuente: Guia Ansi 2010 (Pekos Valves) P.9

TORQUE(Nm)

FLOATING AND GUIDED BALL / BOLA FLOTANTE Y GUIADA (*)

NPS	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	2 ½"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
150 lbs	9	11	16	32	48	62	103	145	400	720	1160	1650
300 lbs	14	16	19	42	70	90	150	216	590	1220	1620	1820
600 lbs	16	18	40	95	170	-	-	-	-	-	-	-

Ya sabiendo que el torque requerido para el actuador que es de 400, se ubicara en la tabla n° 6 y se seleccionara el actuador en el que la puntuación del torque este en el rango de 400, ya que este valor exacto no se encuentra se tomara el valor superior, en este caso 542, por lo tanto, el actuador que se utilizara sera el QX-3 (Ver figura n°10, p.18).

Tabla N° 8 Modelos de actuadores

Fuente: Guía FLOWSERVE Limitorque™ QX Smart Valve Actuator P.2

Actuator Model		QX-1	QX-2	QX-3	QX-4	QX-5
Torque Ratings	Nm	135	339	542	1016	2031
	ft lbs	100	250	400	750	1500



Figura N° 8 FLOWSERVE Limitorque™ Actuator QX-3

Ya teniendo el actuador adecuado para ser instalado en la válvula se buscó todas las características de rendimiento del mismo:

Tabla N° 9 Características de rendimiento del actuador QX-3

Fuente: FLOWSERVE Limitorque™ The Next Generation in Smart Quarter-turn Actuation p.20

Descripción	QX-3
Tiempo de funcionamiento mínimo (seg*)	15
Tiempo de funcionamiento máximo (seg*)	60
Esfuerzo de torsión nominal (ft-lb/Nm)	400/542
Esfuerzo de torsión limitado por base	No aplica

Momento de rotación Controlado: 20% (ft-lb/Nm)	80/108
Momento de rotación (ft-lb/Nm)	800/1083
Posición de Asientos de Motor (in-lb/Nm) 1ph & 3ph	5/.56
Corrida del motor (in-lb/Nm) 1ph & 3ph	1/.11
Bloqueo del motor (in-lb/Nm) 1ph & 3ph	6.5/.73
Relación de transmisión motorizado	3662
Relación de transmisión Manivela	276
Eficiencia de la manivela	26%
Diámetro de la manivela (in/mm)	7.5/190
Vueltas de manivela para 90 °	70
Accionamiento de Octagonal del Eje manivela (in/mm)	77/19.5
Accionamiento hexagonal del Eje manivela (in/mm)	63/16
MSS SP-101 Base FA/ISO 5211 Base F	10/12/14
Calibre de diámetro máximo y llave cuadrada (In)	10 Base Ø1.625, 3/8 sq 12 & 14 Base Ø2.375, 5/8 sq
Calibre de diámetro máximo y llave rectangular (In)	10 Base Ø1.875, 1/2 X 3/8 sq 12 & 14 Base Ø2.50, 5/8 X 7/16
Calibre de diámetro máximo y llave (mm)	10 Base Ø50, 14 X 9 12 & 14 Base Ø64, 18 X 11
Max empuje cuadrado	10 Base 1.625 in sq, 42 mm sq 12 & 14 Base 1.75 in sq, 45 mm sq
Max doble de diámetro (in/mm)	07 Base Ø2.25 in/58 mm 12 & 14 Base Ø2.50 in/64 mm
Peso (lb)	80
Revestimiento	Preparado usando resina epoxi y Recubrimiento cataforético de alto contenido en sólidos y acabado en polvo, azul real con una TFD (Teoría Funcional de la Densidad) de 1-3 mils. El revestimiento es adecuado para un ensayo de aspersión salina ASTM B117 de 1500 horas. Los sujetadores externos estándar son de acero inoxidable.
Nota	Los tiempos mínimos de operación QX se ven afectados por temperaturas inferiores a -10 ° C:

	QX3 si se establece entre 15-30 segundos se ejecutará más lento, lo que requiere 30 segundos para 90 grados
--	---

❖ **Evaluar el sistema de control de los actuadores para la apertura o cierre de las válvulas de los anillos de enfriamiento de los tanques.**

Para lograr controlar las acciones de apertura y cierre de las válvulas de los anillos de enfriamientos de los tanques de almacenamiento, se contará con un sistema el cual hará uso de 10 actuadores electromecánicos (Limitorque™) modelo QX-3, instalados en las válvulas bolas (V-31 a la V-40); tales actuadores tienen por característica diversos tipos de comunicaciones de red entre los cuales están:

- ✓ Comunicación Modbus DDC (Control Digital Distribuido)
- ✓ DeviceNet
- ✓ Comunicación Foundation Fieldbus con Tecnología DTM (Administrador de Tipo de Dispositivo)
- ✓ PROFIBUS DP V1 communication with DTM (Administrador de Tipo de Dispositivo)
- ✓ PROFIBUS PA communication with DTM (Administrador de Tipo de Dispositivo)

La comunicación de red que se usará para este sistema será la comunicación de Modbus DDC, ya que este lenguaje de bus de campo es el que se está utilizando actualmente en las áreas automatizadas de esta planta y además se ha convertido en el protocolo de comunicación estándar para las industrias, ya que existe una multitud de dispositivos diseñados para comunicarse mediante este bus. Posee varias ventajas que se muestran a continuación:

- ✓ Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo

- ✓ No impone demasiadas restricciones en el manejo de los datos.
- ✓ Se pueden interconectar varios dispositivos a grandes distancias.
- ✓ Funciona en ambientes eléctricamente ruidosos sin problema alguno.
- ✓ Tiene la posibilidad de conectar una gran cantidad de dispositivos Modbus a la misma red.

Este tipo de comunicación empleada para los actuadores ira conectada en serie a una estación maestra (Ver figura n°11, p.22), el cual es un dispositivo que permite la supervisión y control en tiempo real de una cantidad máxima de 250 actuadores (en este caso 10) que utilizan el mismo lenguaje de comunicación que los dispositivos esclavos (actuadores). Una vez conectados los actuadores al dispositivo maestro se realizará una conexión hacia el PLC, hasta un módulo EtherNet 1756-EN2TR (Ver figura n°12, p.22). Este módulo tiene por característica leer y escribir comandos para dispositivos esclavos, posee doble puerto, compatible con 128 conexiones TCP/IP, topología de conexión tipo anillo y lineal).



Figura N° 9 FLOWSERVE LimitorqueTM Estación maestra III



Figura N° 10 Módulo EtherNet 1756-EN2TR

Para lograr la comunicación entre el PLC y la Estación Maestra se requerirá un Convertidor de Señal (Ver figura n°13, p.23); este dispositivo se encarga de convertir una señal Modbus TCP/IP a una señal Ethernet/IP, ya que la Tarjeta Lógica y la Estación Maestra utilizan diferentes lenguajes de comunicación.



Figura N° 11 Convertidor de Señal

Dicho modulo o tarjeta lógica será el puente de comunicación entre los dispositivos esclavos y el PLC por medio del procesador RCLOGIX, que tiene como función leer los datos recibidos de los dispositivos en campo y escribir los comandos de apertura o cierre, programados por un lenguaje escalera (software de programación interno del PLC).

Es necesario tener en cuenta que este proyecto contara con un sistema de supervisión y control llamado S.D.I (Ver figura n°14, p.24), donde el operador podrá efectuar la apertura y cierre de válvulas de acuerdo al tanque pertinente que presente la irregularidad (Incendio), donde podrá supervisar si las acciones ejecutadas fueron realizadas por el sistema de forma exitosa, todo esto en tiempo real.



Figura N° 12 Sistema de detección de incendios (S.I.D)

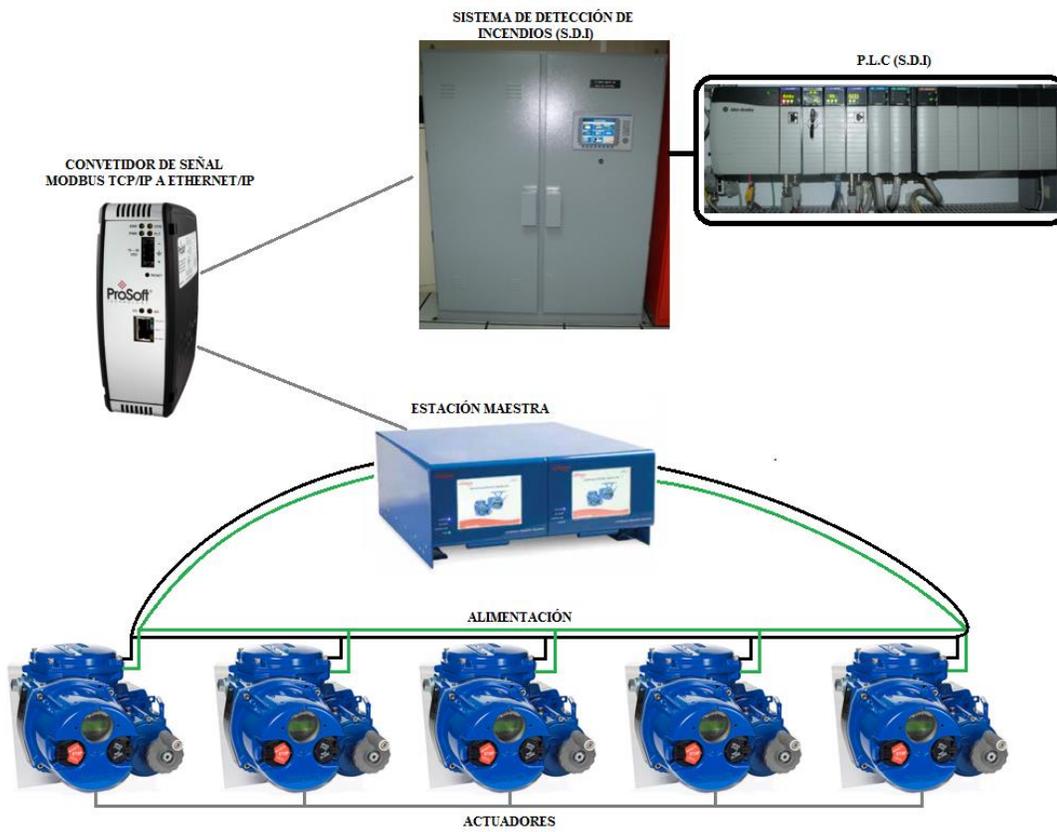


Figura N° 13 Diagrama Flujo de Proceso

CONCLUSIONES

- El proceso de recepción de combustible consiste en la selección del tanque apropiado de acuerdo a su disponibilidad y al tipo de combustible que se va a recibir vía poliducto para luego poder apertura las válvulas correspondientes del mismo y así iniciar el proceso de recepción
- El sistema de anillos de enfriamiento se basa en la apertura de una válvula de bola la cual se hace girar 1/4 de vuelta para la posterior activación del diluvio
- Se considero como mejor alternativa tecnológica el Actuador QX-3 ya que cumple, con los estándares de seguridad del medio ambiente como los requerimientos que precisa el sistema anillos de enfriamiento.
- Para lograr controlar las acciones de apertura y cierre de las válvulas de los anillos de enfriamientos de los tanques de almacenamiento, se contará con 10 actuadores electromecánicos modelo QX-3, instalados en las válvulas bolas (V-31 a la V-40); La comunicación de red que se usará para este sistema será la comunicación de Modbus DDC conectada en serie a una estación maestra y a su vez hacia el PLC, hasta un módulo EtherNet 1756-EN2TR

RECOMENDACIONES

- La empresa debe poseer una base de datos actualizada que posea información concerniente de sus distintas áreas de trabajo, para la realización de futuros proyectos en beneficio de la planta.
- Integrar un Sistema de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA) para un mejor monitoreo y control del sistema de enfriamiento de los tanques.
- Lograr un control óptimo para el sistema de bombas contra incendia, que permita el apagado automático de dichas bombas.
- Realizar mantenimiento preventivo a todos los instrumento y equipos que conforma el sistema contra incendios.

GLOSARIO

Bomba jockey: es una bomba auxiliar de pequeño caudal diseñada para mantener la presión en la red contraincendios y evitar la puesta en marcha de las bombas principales en caso de pequeñas demandas generadas en la red.

Bus de Campo: es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

Detector de Interfase: es un instrumento cuya función es identificar las características del producto de llegada a la Planta Maturín.

Estación Maestra: es un controlador de fuente única para un máximo de 250 (MOV) actuadores, proporciona un control complejo y diagnóstico de las unidades de campo Limitorque a través de una interfaz de operador de pantalla táctil simple.

Flowserve: es una corporación americana multinacional y uno de los mayores proveedores de maquinaria industrial y del medio ambiente, tales como: bombas, válvulas, automatización y servicios a la energía, petróleo, gas, química y otras industrias.

Interfase: es una mezcla de producto que se genera en el poliducto entre el final de un lote de un combustible y el principio del siguiente lote de un combustible distinto al anterior.

Lote: es el volumen y tipo de producto (G-95= Gasolina 95, G-9= Gasolina 91 y DSL= Diesel), el cual es enviado por una tubería (poliducto).

Manómetro: Instrumento para medir la presión de los fluidos (líquidos gases).

Modbus: es un protocolo de comunicación diseñado para permitir a equipos industriales tales como PLC, computadores, drivers para motores y otros tipos de dispositivos físicos de entrada/salida comunicarse sobre una red, usada para la supervisión y el control de equipo de automatización.

PLC: esta herramienta permitirá el control y supervisión en tiempo real de las acciones ejecutadas por el operador en las válvulas de enfriamiento.

Poliducto: tuberías para transportar productos refinados o petroquímicos desde las plantas a los centros de distribución y mercado o embarque.

Programación de Lotes: Es la secuencia establecida para la transferencia de lotes de producto entre instalaciones en un período determinado

Red EtherNet/IP: es una solución abierta y estándar para la interconexión de redes industriales que permite control, configuración e información en tiempo real de dispositivos.

Sistema de Control de Planta (S.C.P): está constituido por un sistema de consolas computarizadas con una programación (Software) diseñada para ejercer supervisión y control sobre válvulas, bombas e instrumentos desde Sala de Control de Planta.

Tasa de Flujo o Rata de Flujo: es el volumen de un fluido que pasa por una superficie dada en un tiempo determinado.

Válvula: Es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Válvulas de apertura rápida: son aquellas en las que un solo golpe produce el cambio total de su sentido. Generalmente casi todas estas válvulas pasan de totalmente cerradas a totalmente abiertas en 1/4 de vuelta (90°). Las válvulas de apertura rápida más conocidas son: macho, de mariposa, de bola y de retención.

Válvula de bola: este tipo de válvula ofrece muy buena capacidad de cierre y son prácticas porque para abrir y cerrar la válvula es tan sencillo como girar la manivela 90°. Se pueden hacer de 'paso completo, lo que significa que la apertura de la válvula es del mismo tamaño que el interior de las tuberías y esto resulta en una muy pequeña caída de presión.

BIBLIOGRAFÍA

- Marchan, D. (2007). Recepción de productos (1st ed., pp. 13-20). Maturin: PO MTR-01.
- Albarracin, D. (2007). Filosofía de operación sistema de agua y espuma contra incendio (1st ed., pp. 2-4). Puerto la cruz: CBL.
- Válvulas de bola ANSI. (2012) (1st ed., p. 9). Barcelona, España. Retrieved from <http://www.pekos.es>
- Sistema contra incendio de los tanques de combustible. (2011). <http://www.bvsde.org.ni>. Retrieved 16 November 2016, from http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/UNICA/UNICA0011/Cap08.pdf
- The Next Generation in Smart Quarter-turn Actuation. (2011) (1st ed., pp. 19-27). United States. Retrieved from https://www.flowserve.com/sites/default/files/2016-07/LMENBR3302_0.pdf
- The Next-generation electronic actuators. (2011) (1st ed., pp. 19-27). United States. Retrieved from https://www.flowserve.com/sites/default/files/2016-07/LMENBR3302_0.pdf
- The full measure of safety and reliability in the next-generation smart quarter-turn actuator. (2011) (1st ed., pp. 19-27). United States. Retrieved from https://www.flowserve.com/sites/default/files/2016-07/LMENBR3302_0.pdf

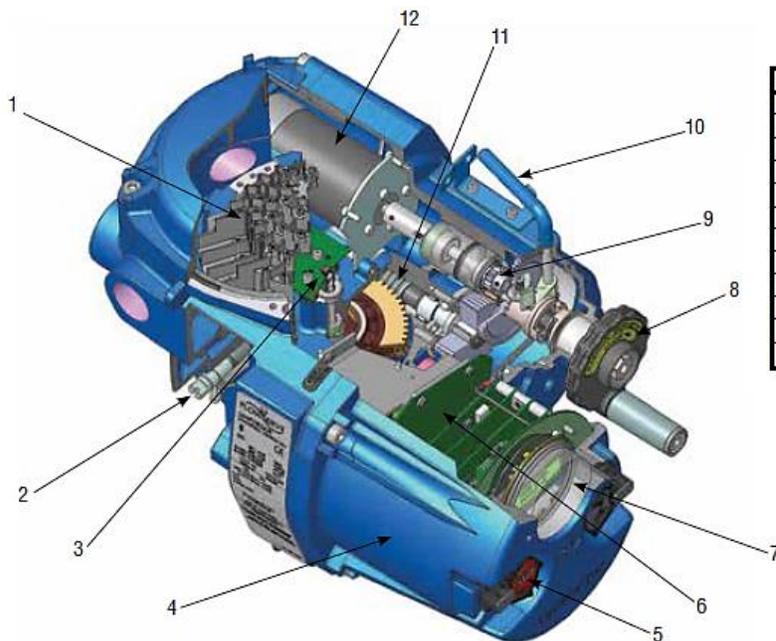
ANEXOS



Figura N° 14 Tanque de Presurización



Figura N° 15 Bomba Jockey

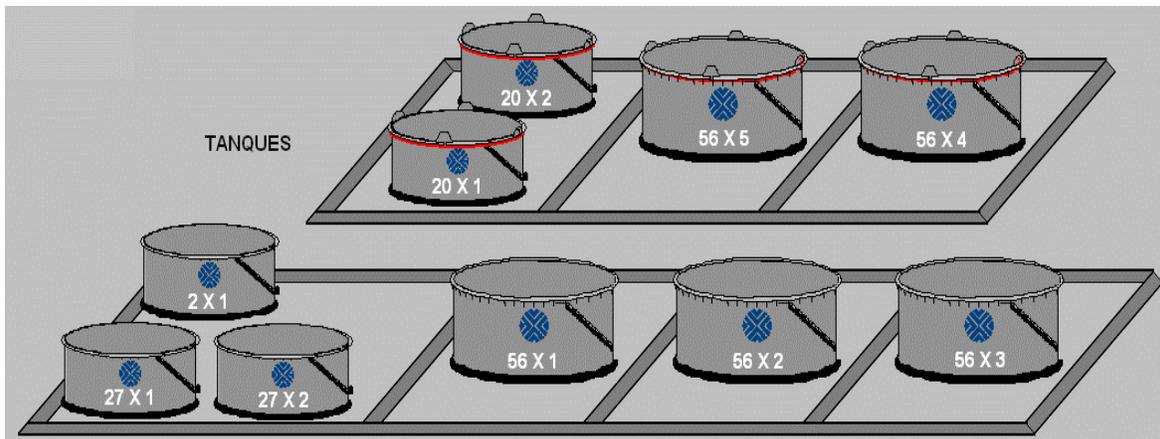


No.	Descripción
1	Cámara de Terminales
2	Parada de la manivela
3	Codificador absoluto
4	Carcasa de aluminio fundido
5	Interruptores de control locales
6	Cámara de control
7	Pantalla LCD Multilingüe
8	Manivela
9	Acoplamiento del engranaje del motor
10	Palanca de desconexión
11	Juego de engranajes de tornillo sin fin
12	Motor de DC sin escobillas

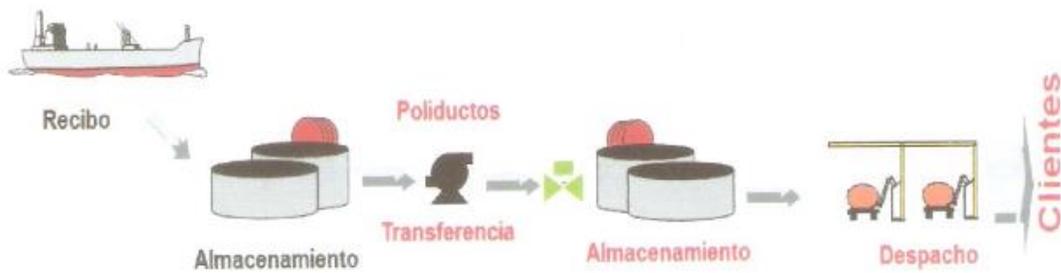
Anexo N°1 Partes del Actuador



Anexo N°2 Forma de Actuar sobre la Válvula

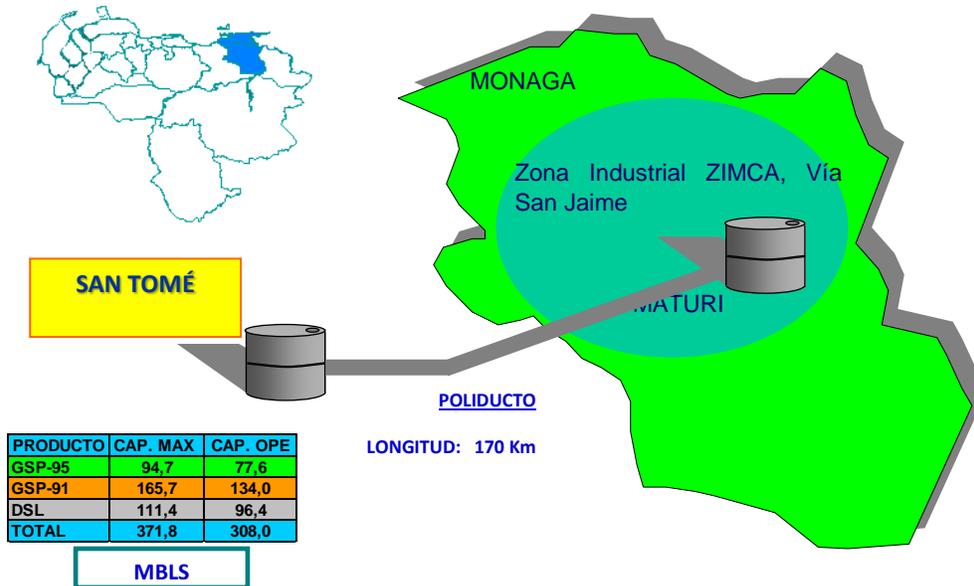


Anexo N°3 Tanque de almacenamiento de Combustibles



Anexo N°5 Proceso de recepción, almacenamiento y distribución de combustible

LAS AREAS DE INFLUENCIA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN MATURÍN CORRESPONDES A LOS ESTADOS MONAGAS Y EL SUR DEL ESTADO SUCRE



Anexo n°6 Ubicación geográfica de la Planta de Distribución de Combustible Maturín