



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

TÍTULO:

**“ESTUDIO PARA MEJORA DEL SISTEMA DE BIO-COMBUSTIBLE DEL
TERMINAL PASCUALES DE EP PETROECUADOR”**

AUTOR:

GONZALO MIGUEL MORA ESTRADA

Ingeniero Electrónico En Automatización Y Control

TUTOR:

ING. PEDRO TUTIVEN

**Guayaquil, Ecuador
2015**



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

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **GONZALO MIGUEL MORA ESTRADA**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**.

TUTOR (A)

ING. PEDRO TUTIVEN

REVISOR(ES)

DIRECTOR DE LA CARRERA

ING. ARMANDO HERAS SÁNCHEZ

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



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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, GONZALO MIGUEL MORA ESTRADA

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “**ESTUDIO PARA MEJORA DEL SISTEMA DE BIO-COMBUSTIBLE DEL TERMINAL PASCUALES DE EP PETROECUADOR**” previa a la obtención del Título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

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

EL AUTOR (A)

GONZALO MIGUEL MORA ESTRADA



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

AUTORIZACIÓN

Yo, GONZALO MIGUEL MORA ESTRADA

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“ESTUDIO PARA MEJORA DEL SISTEMA DE BIO-COMBUSTIBLE DEL TERMINAL PASCUALES DE EP PETROECUADOR”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

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

EL AUTOR:

GONZALO MIGUEL MORA ESTRADA

DEDICATORIA

Este trabajo de grado es dedicado a mi familia y muy en especial a mi esposa **MBA. ALISON HERRERA CONFORME**, a mi hija **SAMANTHA MORA HERRERA** y mi familia política **ING. NELSON HERRERA BAEZ** y **SARA MERO COMFORME** que han sido mi apoyo en cada momento del proceso de obtención del título hoy obtenido.

Así como a mis superiores en la **EP PETROECUADOR** y muy particularmente al **INTENDENTE Y SÚPER-INTENDENTE** los cuales me dieron la oportunidad de realizar y participar en este proyecto el cual ha sido un reto y ejemplo que en el **ECUADOR** si disponemos de profesionales capaces de hacer cosas importantes.

GONZALO MIGUEL MORA ESTRADA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**ING. PEDRO TUTIVEN
PROFESOR GUÍA O TUTOR**

PROFESOR DELEGADO



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

CALIFICACIÓN

**ING. PEDRO TUTIVEN
PROFESOR GUÍA O TUTOR**

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1: GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 QUÉ ES ETHANOL?	2
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO	3
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.5 OBJETIVO GENERAL	4
1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.7 HIPÓTESIS	5
1.8 METODOLOGÍA	5
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	6
2.1 INFRAESTRUCTURA	6
2.2 BOMBAS ELÉCTRICAS	9
2.2.1 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA CENTRIFUGA	9
2.2.2 ESPECIFICACIONES DEL MOTOR ELÉCTRICO	11
2.3 CONTROLADOR – COMPUTADOR DE FLUJO ACCULOAD III.NET	12
2.3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	12
2.4 VÁLVULA DIGITAL ELECTRO-HIDRÁULICA 210 (SET-STOP)	14
2.5 UNIDAD DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO F4-S1 SMITH METER	15
2.5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	17
2.6 FILTRO DE LÍNEA	18
2.7 UNIDAD TRASMISORA DE PULSOS - PEXP	18
2.8 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	19
2.9 ESTÁNDAR RS-232	19
2.10 ESTÁNDAR RS-485	20
2.10.1 ESTANDAR MODBUS TCP/IP	21

CAPITULO 3: DISEÑO Y PROGRAMACIÓN	23
3.1 NORMAS	23
3.1.1 CLASIFICACIÓN DE ZONA DE RIESGO – ZONA ATEX	23
3.1.2 NORMAS PARA EL DESARROLLO DE PLANOS DE INSTRUMENTACIÓN	24
3.1.3 ANSI/ISA 5.1: SIMBOLOGÍA DE INSTRUMENTACIÓN E IDENTIFICACIÓN	24
3.1.4 ANSI/ISA 5.3: SIMBOLOGÍA PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL CONTROL, INSTRUMENTACIÓN Y SISTEMAS AUTOMATIZADOS.	25
3.1.5 ANSI/ISA 5.5: SIMBOLOGÍA DE PROCESOS	25
3.1.6 NEMA ICS 19-2002	25
3.2 DISEÑO	26
3.2.1 DESCRIPCIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	26
3.3 RE-DISEÑO DEL SISTEMA DE DESPACHO	31
3.4 HARDWARE Y CABLEADO	35
3.5 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR DE FLUJO ACCULOAD III.NET	42
3.5.1 ACCUMATE III.NET	42
3.6 CONFIGURACIÓN DEL COMPUTADOR DE FLUJO	43
3.6.1 SELECCIÓN DE COMUNICACIÓN CON EL CONTROLADOR Y EL PC	43
3.6.2 CONFIGURACIÓN DE LOS BRAZOS DE CARGA	45
3.7 EXTENSIÓN DE ARCHIVOS DE PROGRAMA	47
3.8 PROGRAMACIÓN	47
3.8.1 FUNCIONES DE MENÚ	48
3.8.2 MENU DE ARCHIVO (FILE MENU):	48
3.8.3 MENU DE EDICIÓN - (EDIT MENU)	49
3.8.4 MENU DE HERRAMIENTAS – (TOOLS MENU)	50
3.8.5 WINDOWS MENU	52
3.9 PROGRAMA MODIFICADO DE LAS BAHÍAS DE ETHANOL 11-12	52
3.9.1 CONFIGURACIÓN PRIMARIA	52
3.9.2 CONFIGURACIÓN DE SISTEMA	58
3.9.3 CONFIGURACIÓN DE LOS BRAZOS DE CARGA	62
3.9.4 RECETAS	67
3.10 CALIBRACIÓN	68

<u>CONCLUSIONES Y RESULTADOS</u>	<u>70</u>
4.1 CONCLUSIONES	70
4.2 RESULTADOS	71
<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>72</u>
<u>REFERENCIAS</u>	<u>73</u>
<u>GLOSARIO</u>	<u>75</u>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.1 Promocional Bio-Combustible	3
Figura 2.1 Diagrama de bloques general de la infraestructura de despacho de Eco-País	6
Figura 2.2 Esquema de la infraestructura física de las bombas de despacho de Eco-País	7
Figura2.3 Esquema del sistema de control de despacho	8
Figura2.4 Bomba eléctrica Flowserve.....	9
Figura2.5 Motor eléctrico.....	10
Figura2.6 Controlador de flujo Accuload III.Net.....	12
Figura2.7 Válvula modelo 210 FMC Technologies.....	14
Figura2.8 Diagrama de funcionamiento de válvula 210 FMC Technologies	15
Figura2.9 Medidor de desplazamiento positivo FMC F4-S1	16
Figura2.10 Funcionamiento de la unidad de desplazamiento positivo F4-S1	17
Figura2.11 Filtro de línea Smith Meter	18
Figura2.12 Estándar RS-232	20
Figura2.13 Niveles de voltaje de estándares RS 232 y 485	21
Figura 3.1 P&ID del sistema actual de Bio-combustible.....	26
Figura3.2 Diagrama de bloques del sistema actual de despacho de Eco-País	28
Figura3.3 Comportamiento del flujo en un brazo de carga.....	29
Figura3.4 Diagrama de bloques general del nuevo sistema de despacho de Bio-Combustible.....	32
Figura 3.5 Diagrama de Bloques para nueva lógica de arranque de bombas de ethanol....	33
Figura3.6 Visualización del sistema de despacho de bahías 17 y 18 de jetA1	34
Figura3.7 Estructura del controlador Accuload III.Net	35
Figura3.8 Tarjetas KDC-BSE-EAAI del controlador de flujo.....	37
Figura3.9 Tarjeta EAAI - adquisición de datos de controlador de flujo	38

Figura3.10 Cableado de la EAAl.....	39
Figura3.11 Conexión de pulsos de los PEXP.....	40
Figura3.12 KEYBOARD DISPLAY CARD – KDC.....	41
Figura3.13 Conexiones típicas de la KDC.....	42
Figura3.14 Accumate versión 11.15 para programación de Accuload III.net	43
Figura3.15 Pantalla inicial del Accumate III.NET.....	44
Figura3.16 Selección de tipo de comunicación con el controlador	44
Figura3.17 Configuración de la IP del controlador.....	45
Figura3.18 Configuración del tipo de brazo de carga	45
Figura3.19 Pantalla inicial del Accumate III	48
Figura3.20 Opciones del edit menu del Accumate III	50
Figura3.21 Tools bar - Windows configuration.....	52
Figura3.22 Menu de configuración base.....	53
Figura3.23 Configuración de entradas de pulsos	53
Figura3.24 Configuración de pulsos de salida hacia impresoras	54
Figura3.25 Configuración de entradas digitales – permisivos	55
Figura3.26 Configuración de selenoides aguas arriba y aguas abajo.....	56
Figura3.27 Configuración de RTD y módulos de temperatura.....	57
Figura3.28 Configuración de sistema - propósito general	58
Figura3.29 Configuración de sistema - Volumen accuracy	59
Figura3.30 Configuración de sistema -Temperatura y densidades	59
Figura3.31 Configuración de sistema – Alarmas	60
Figura3.32 Configuración de sistema – Comunicaciones.....	61
Figura3.33 Arm 1 - Propósito General.....	62
Figura3.34 Arm1 - Flow control	63

Figura 3.35 Arm1 - Meter1– Flow control 63

Figura 3.36 Arm1 - Meter1 - Volume Accuracy..... 64

Figura3.37 Arm1-Meter1-Product1-Flow Control 65

Figura3.38 Arm1-Meter1-Product1-Volume Accuracy..... 65

Figura3.39 Arm1-Meter1-Product1-Temperature/Density 66

Figura3.40 Recetas..... 68

INDICE DE TABLAS Y ECUACIONES

Tabla 2.1 Presión De Operación Según El Tipo De Válvula	15
Tabla 2.2 Bytes Adicionales Al Protocolo Modbus.....	21
Tabla 2.3 Cuadro De Bytes Adicionales Al Protocolo Modbus	22
Tabla 3.1 Parámetros De Control De Flujo Y Su Significado	31
Tabla 3.2 Descripción De Los Tb De La Eaai	40
Tabla 3.3 Configuración De Los Brazos De Carga.....	46
Tabla 3.4 Tabla De Extensiones De Archivos Del Accumate	47
Tabla 3.5 Opciones De File Menu Del Accumate Iii.....	48
Tabla 3.6 Opciones De Edit Menu Del Accumate Iii	49
Tabla 3.7 Opciones Del Tools Menu Del Accumate Iii.....	50
Ecuación 3.1 Cálculo de nuevo factor de calibración inicial	69
Ecuación 3.2 Cálculo de nuevo factor de calibración empleando salida máx. de pulsos ...	69
Ecuación 3.3 Cálculo de nuevo factor de calibración - resumida	69

ABSTRACT

This work aims titration improve the current system dispatch Bio-Fuel (Eco-Country).

Which aims at improving delivery times and change the only two existing bays and increase the number of loading bays to a total of nine arms, which was reflected in reduced operating and maintenance times.It based on information obtained hybrid systems manufacturer (Smith Meter) is to improve injection systems for unique and independent hybrid systems and their calibration mode.

RESUMEN

Este trabajo de titulación tiene como objetivo mejorar el actual sistema de despacho de Bio-Combustible (Eco-País).

Lo cual tiene como finalidad el mejorar los tiempos de despacho y cambiar las dos únicas bahías existentes e incrementar el número de bahías de carga a un total de nueve brazos, lo cual se reflejara en reducción de tiempos de operación y mantenimiento.

Basándome en información de sistemas híbridos obtenida del fabricante (*Smith Meter*) se quiere mejorar los sistemas de inyección por sistemas híbridos únicos e independientes así como su modo de calibración.

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1 Introducción

Los Terminales de Llenado y Despacho de Combustibles son importantes componentes en las redes de distribución de *Oil&Gas*. Normalmente los Terminales de Despacho poseen altas capacidades de almacenamiento de productos, los cuales son distribuidos utilizando camiones, vagones ferroviarios o barcos. Tradicionalmente los Terminales de Despacho de Combustibles fueron operados manualmente pero con los nuevos avances tecnológicos en sistemas de supervisión, control distribuido, SCADA y telecomunicaciones los Terminales de Despacho son susceptibles de una automatización integral orientados a una operación virtualmente desatendida.

La propuesta del actual gobierno ecuatoriano es impulsar nuevas formas de energía limpia, así como reducir índices contaminantes, es así que surge Eco-País que en su fase piloto en enero del 2010 con el lanzamiento de E5 (proporción al 5% de etanol), para octubre del 2014 se incrementa la demanda a los cantones de Durán, Daule y Samborondón y se prevé que para el 2017 se tenga el reemplazo total de la gasolina extra de 87 octanos por eco-país del mismo octanaje.

El sistema actual de Bio-combustible está conformado por dos bahías con un sistema de bombeo directo (cabezal independiente), lo cual haría imposible el incremento de brazos para el despacho de Eco-País 5. El sistema actual presenta un

problema en la dosificación del ethanol presentando problemas en el despacho ya que fue diseñado como sistema de inyección este solo alcanza flujos bajos entre los 300 GPM.

En este proyecto se plantea la corrección de la programación del sistema por una configuración híbrida lo cual nos ayudara a mantener la configuración mecánica optimizando los tiempos de entrega para la puesta en funcionamiento y mejorar las tasas de flujo de 300 a 550 GPM lo que optimizaría los tiempos de despacho de combustible despachando un auto-tanque en un tiempo de 20 a 25 min.

1.2 Qué es ethanol?

El ethanol es un combustible renovable (Alcohol), producido localmente a partir de un material vegetal como lo es la caña de azúcar. Empleando el ethanol como combustible se puede reducir la dependencia del combustible fósil y disminuir los gases de efecto invernadero.

En el Ecuador por acuerdo ministerial se plantea que Eco-País se re potencialice de forma que cubra en fase inicial los cantones de Daule, Samborondón, Duran y posteriormente el resto del país lo cual genera un incremento de alrededor 1'600.000 galones diarios.



Figura 0.1 Promocional Bio-Combustible

Fuente: (Ministerio Coordinador De Produccion, Empleo Y Competitividad, 2014)

1.3 Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto consiste en la presentación de una propuesta de mejora incrementando el número de brazos de carga de Bio-combustible “Eco-País” en cual tendrá una relación en su primera fase de 95% de pre-mezcla y 5% de etanol modificando su estructura actual de inyección por un sistema híbrido de tratamiento conjunto.

1.4 Planteamiento del problema

La necesidad se origina con el incremento de la demanda de eco país actualmente la venta de eco país se incrementó de treinta y dos auto tanques con capacidad de 10.000 GLNS con una tasa de flujo de 300 GPM (proyecto inicial 2010).

Se planteó en reunión ejecutiva y en mi calidad de supervisor encargado planteé la modificación de sistema directo en las bahías de gasolina extra a un sistema híbrido el cual me permita eliminar tiempos de parada y optimizar tiempos

ya que actualmente con el sistema de bombeo directo por cabezal único del proyecto 2010 solo se logra un *flow rate* de 280 a 300 GPM máx.

1.5 Objetivo general

Modificar el sistema de bombeo actual de dos bombas (una para cada brazo de carga) y un back-up por un sistema automático y al mismo tiempo garantizar un nivel de presión adecuado.

1.6 Objetivos específicos

Mejorar el flow-rate de 300 a 600 aprox. Para de esta forma reducir los tiempos de despacho, recortándolos de 40 min a 25 min.

Modificar la programación de los computadores de flujo de inyección por sistemas híbridos.

Optimizar los tiempos de despacho incrementando el número de brazos. Dado que se sustituirá la gasolina extra por pre-mezcla reutilizare los brazos de extra para crear nuevos brazos de Bio-combustible.

1.7 Hipótesis

En base a experiencia adquirida en otros terminales que poseen similar infraestructura como la existente en el terminal Pascuales, en la que el sistema de despacho de Bio-combustible se lleva en fase dos como el terminal de Barrancabermeja en Colombia, en la que no emplean un sistema de despacho vía inyección sino como un sistema de mezcla lateral.

Con esta modificación a la programación del controlador de flujo nos ayudara a disminuir tiempos en los despachos mejorando paralelamente la salud ocupacional del personal que interviene en el despacho de Bio-combustible reduciendo los tiempos de exposición a los diferentes químicos.

1.8 Metodología

Este trabajo fue realizado mediante la investigación de campo, empleando una metodología observacional puesto que se contrasto la realidad del terminal y sus actuales problemáticas. Dado que no se poseían planos por lo que la metodología de campo nos ayuda a levantar la información de la instrumentación actual y poder así determinar la instrumentación necesaria para de esta forma establecer de forma clara las modificaciones a la arquitectura o sistema actual.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Infraestructura

En Terminal Pascuales de la Ep Petroecuador el despacho de Bio-combustible se realizara a través de la mezcla de una pre-mezcla y los diferentes tanques de ethanol dirigidos hacia las bahías de despacho 11 y 12 actualmente.

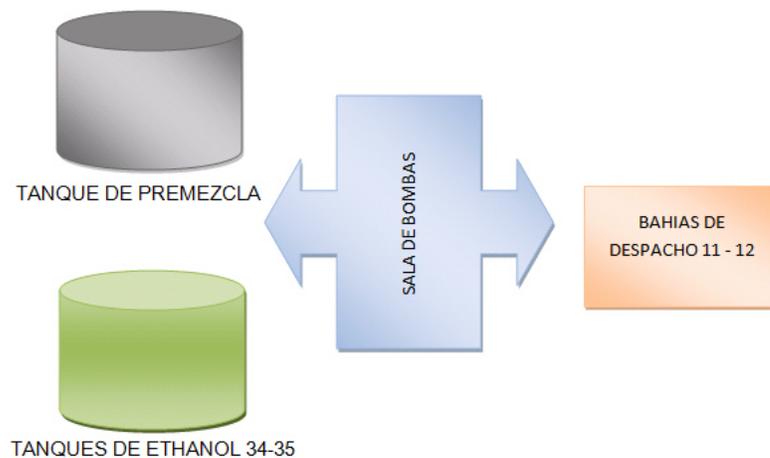


Figura 0.1 Diagrama de bloques general de la infraestructura de despacho de Eco-País

Fuente: (AUTOR, 2015)

Como se aprecia en la figura 2.1, las áreas principales del sistema son:

- ✓ Tanques de almacenamiento
- ✓ Sala de bombas
- ✓ Bahía de despacho

Los tanques para despacho de Eco-País son los tanques 33-34-35 siendo los dos últimos de ethanol. En estos tanques se poseen actuadores eléctricos para la apertura o cierre para el despacho del mencionado producto.

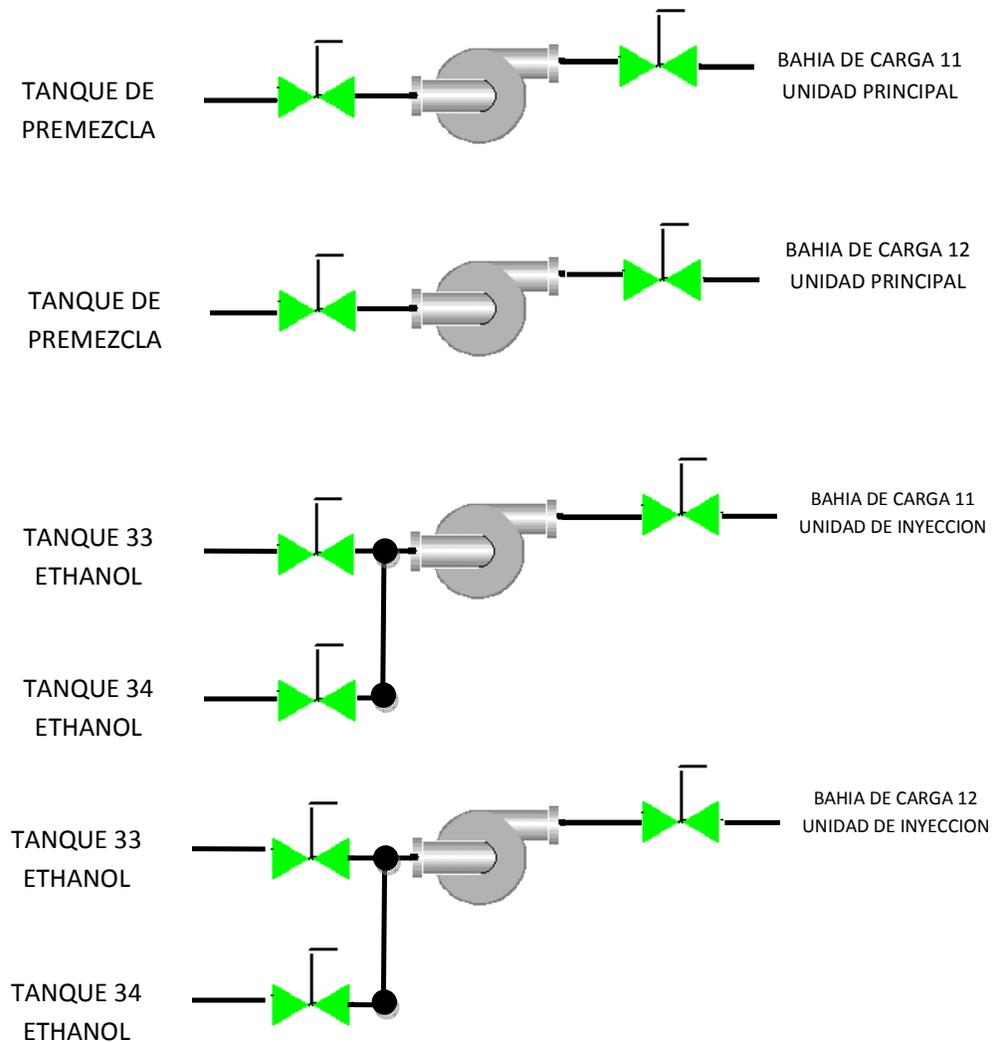


Figura 0.2 Esquema de la infraestructura física de las bombas de despacho de Eco-País

Fuente: (AUTOR, 2015)

El patio de bombas está conformado por 25 grupos de bombeo para los distintos productos que la EPP distribuye al país, como se aprecia en la figura 2.2 se observa solo el grupo de bombeo para el despacho de Eco-País; al tren o patín de medición llegan las dos líneas tanto la de Pre mezcla como la de Ethanol, de acuerdo a la necesidad se puede alinear las válvulas de los tanques 33 y 34 para realizar la mezcla en el tren de medición esto dependerá de la factibilidad operativa.

Las líneas requeridas para el despacho de Bio-Combustible llegan de forma independiente al tren de medición, cada una ingresara a su respectiva unidad de desplazamiento positivo y se contabilizaran de forma independiente; ya en el computador se indicara cual realiza la función de primaria y cual de secundaria a fin que dosifique el porcentaje de ethanol al 5%.

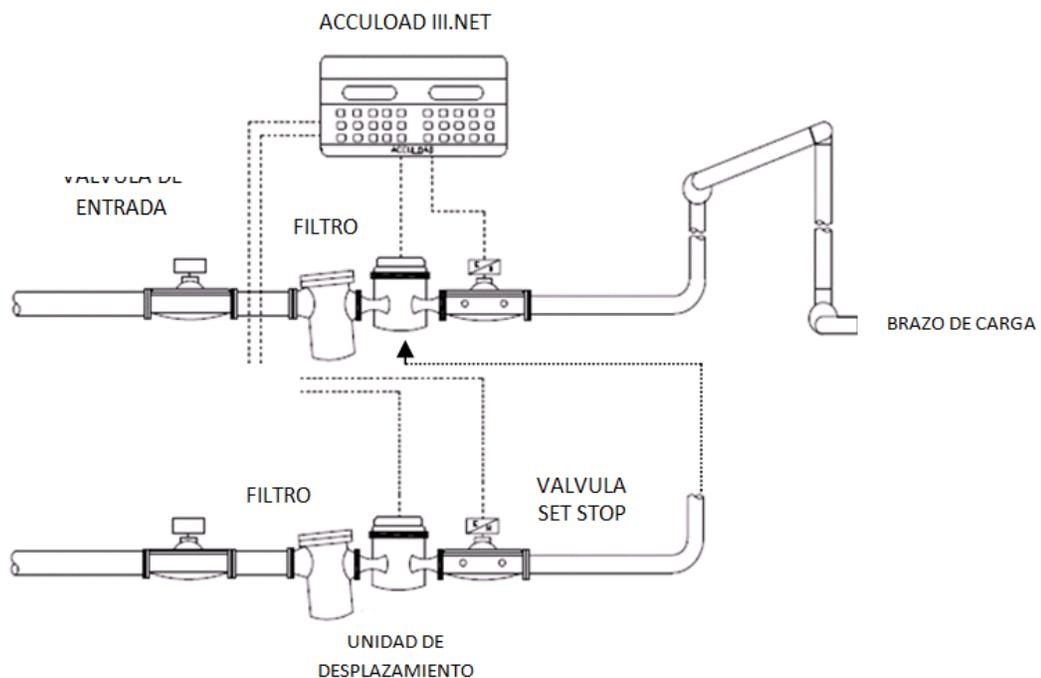


Figura0.3 Esquema del sistema de control de despacho

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

Como se aprecia en la figura 2.3 las dos unidades de desplazamiento positivo ingresan al computador de flujo Accuload iii.net de forma independiente esta señal que transmite la unidad de desplazamiento es controlada por la válvula set stop la cual dependiendo de cómo se haya configurado las tasas de flujo dará apertura o bloqueo al pase del producto para nuestro caso la unidad principal o de pre mezcla estará configurada a 600 GPM y la secundaria o ethanol a 200 GPM.

2.2 Bombas eléctricas

Para el despacho de Bio-combustible se emplean bombas de tipo centrifuga de marca FLOWSERVE, las mismas que se encuentran acopladas a un motor eléctrico ABB.



Figura0.4 Bomba eléctrica Flowserve

Fuente: (Flowserve, 2014)

2.2.1 Especificaciones de la bomba centrifuga

Temperatura ambiente mínima: -29° C.

Temperatura ambiente máxima: 175° C.

Tipo de bomba: Centrífuga.

Tipo de impulsor: Aspas invertidas.

Tamaño de la tobera de succión: 6”.

Tamaño de la tobera de descarga: 4”.

Presión de descarga máx.: 275 Psi.

Juego máximo en el extremo del eje: 0.03 mm.

Caudal mínimo: 50% del BEP (Capacidad en el punto de mayor eficacia).

Los Motores eléctricos marca *BALDOR RELIANCE ELECTRIC DUTTY MASTER* de modelo B479685 están diseñados para ser utilizados bajo las siguientes configuraciones: bombas, ventiladores, compresores; cumpliendo con los requerimientos necesarios a para ser utilizados en zonas clasificadas.



Figura0.5 Motor eléctrico

Fuente: (Baldor Electric Company, 2009)

2.2.2 Especificaciones del motor eléctrico

Temperatura ambiente máxima: 40° C.

Peso: 196 Lbs.

Tipo de motor: Asíncrono, de inducción de rotor bobinado.

Voltaje: 480Vac, Corriente a máxima carga: 10.6 A.

Frecuencia: 60 Hz.

Número de fases: 3.

Potencia: 10 Hp.

Velocidad a máxima carga: 3510 RPM.

Torque a máxima carga: 74 Lb-pie

Torque de arranque: 141.34 Lb-pie

Eficiencia: 91.0%

Tipo de aislamiento: B.

Factor de servicio: 1.00

Tipo de carcasa: 215T (Totalmente encerrado).

Clasificación de zonas peligrosas: Clase I y II, división I, grupos C, D, E y F.

Certificaciones: UL E10336, CSA LR13009.

2.3 Controlador – computador de flujo ACCULOAD III.Net

El computador de flujo Accuload iii.net es un instrumento de control con características de fiscalizador basado en tecnología multiprocesador el cual puede ser configurado de acuerdo a las necesidades del usuario o su aplicación.

Dentro de las opciones que maneja este dispositivo es la posibilidad de manejar de acuerdo a su versión desde 1 hasta 8 brazos al mismo tiempo, no obstante presenta diferentes programas para realizar mezclado de diferentes productos.



Figura0.6 Controlador de flujo Accuload III.Net

Fuente: (SMITH METER, 2014)

2.3.1 Características técnicas

Auto detección del Hardware instalado.

Entradas/salidas configurables por el usuario.

Control para la válvula de bloqueo con un control de lazo cerrado para llenado secuencial.

Cálculo de factor de calibración (conversión de la señal de pulso entregado por el medidor de desplazamiento positivo a volumen en galones por minuto) a partir de una curva de linearización.

Diagnóstico de la turbina.

Procesamiento algebraico / booleano.

Puede operar en modo *stand alone* (sin necesidad de sistemas remotos).

Enclaustrada en caja a prueba de explosión.

Cinco niveles de seguridad.

Leguaje y mensajes programables.

Monitoreo continuo de funciones críticas.

Compensación automática por presión y temperatura así como corrección de densidad.

Tablas API de LPG hasta crudo.

Tablas GPA TP-15 y TP-16.

Control de la válvula programable.

2.4 Válvula digital electro-hidráulica 210 (Set-Stop)

La válvula digital modelo 210 de Smith meter consiste básicamente en una válvula modelo 200 con un juego de solenoides para efectuar el control.

Los solenoides que componen la válvula digital 210 son de tipo digital normalmente abierto (N.O) y otro normalmente cerrado (N.C) la ubicación de estos solenoides en el tren de medición con río arriba y río abajo, respectivamente, como se puede observar en la figura 2.8 cuando los solenoides se encuentran energizados, la presión en el lazo de control aguas arriba es cerrada lo cual permite que el fluido pueda decantarse aguas abajo permitiendo el tránsito y la apertura de la válvula.

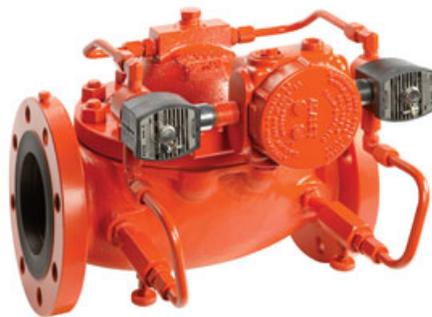


Figura0.7 Válvula modelo 210 FMC Technologies

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

Cuando están en estado de reposo (no energizados) la presión aguas arriba del tren de medición hace que la presión en la cámara sea mayor en el bloqueo y manda a cerrar la válvula.

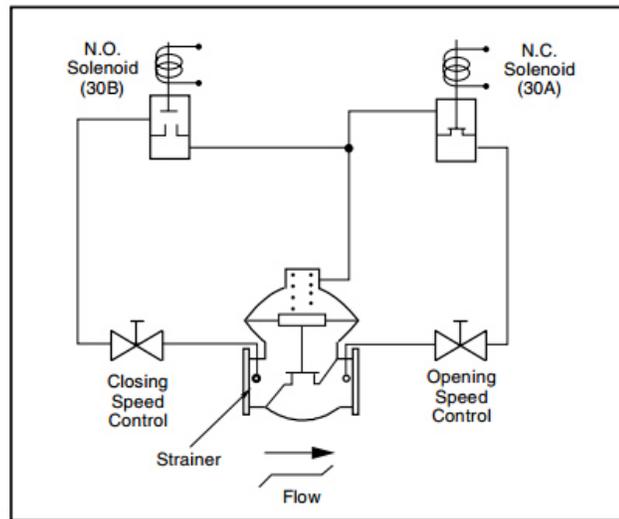


Figura0.8 Diagrama de funcionamiento de válvula 210 FMC Technologies

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

TABLA0.1 Presión de operación según el tipo de válvula

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

Solenoides Estándar	Solenoides Heavy-oil	Solenoides LPG	Solenoides Chemraz	Solenoides de 12 Vdc
115 psig	150 psig	300 psig	150 psig	100 psig

2.5 Unidad de desplazamiento positivo F4-S1 Smith Meter

La unidad de desplazamiento positivo de FMC Smith Meter F4-S1 de 4 pulgadas es una unidad que posee diversas aplicaciones como lo son: mezclas, distribución, control de inventario, transferencia custodio de crudos o derivados; la característica más relevante de este tipo de medidor es que no perturba el flujo mientras este es monitoreado.

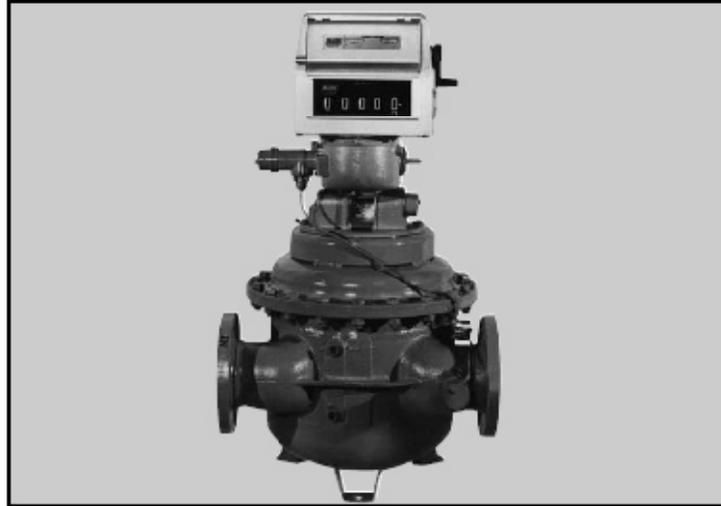


Figura0.9 Medidor de desplazamiento positivo FMC F4-S1

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

La unidad de desplazamiento positivo de alabes giratorios en su interior posee una cámara con alabes o paletas como se aprecia en la figura 2.10, que a medida que el producto ingresa en sus diferentes cámaras estas giran sobre un eje moviendo un grupo de engranajes de acuerdo al fabricante y al tipo de unidad este indicara que cantidad de pulsos emite por vuelta la unidad.

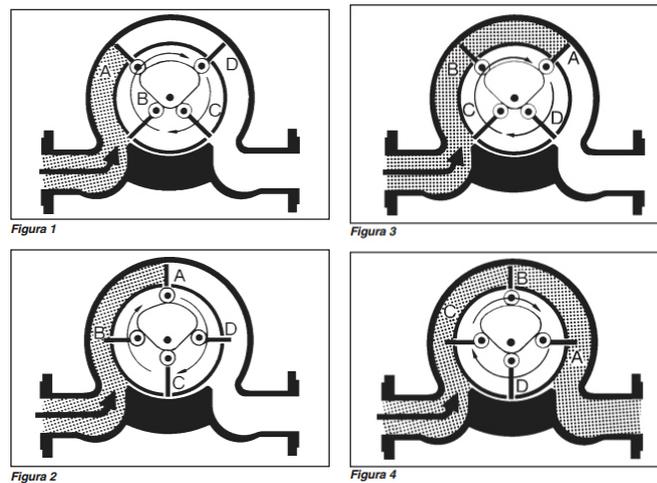


Figura 0.10 *Funcionamiento de la unidad de desplazamiento positivo F4-S1*

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

Para ello la cabeza de la unidad de medida esta acoplada a la unidad transmisora de pulsos o PXP el cual recibirá los pulsos emitidos por la F4-S1 y generara el tren de pulsos hacia el controlador de flujo Accuload iii.net.

2.5.1 Especificaciones técnicas

- Tasa máxima de flujo
 - Tasa continua: 600 GPM.
 - Tasa intermitente: 720 GPM.
- Viscosidad: 2000 SSU (400 mPa·s) máxima.
- Temperatura: -20°F a 150°F (-29°C a 65°C).
- Presión de trabajo máxima: 150 PSI.

2.6 Filtro de línea

Como todo proceso industrial y sobre todo refiriéndose a productos limpios debemos poseer una seguridad que impurezas tales como escombros, lodos, entre otros no afecten el correcto funcionamiento de los diferentes componentes que forman parte del tren de medición por ello se colocan antes de la unidad de medida un filtro de línea para que bloquee en gran parte las impurezas de la línea o del tanque.



Figura0.11 Filtro de línea Smith Meter

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

2.7 Unidad trasmisora de pulsos - PEXP

El PEXP es la unidad trasmisora de pulsos es quien se encarga de traducir lo que la unidad de desplazamiento monitorea para esto la unidad PEXP posee un decodificador el cual esta acoplado mecánicamente a la unidad de desplazamiento, este tren de pulsos ingresara al controlador de flujo el cual se encargara de traducir la cantidad de pulsos en datos manipulables (GAL)

La relación que debe de existir en la unidad de pulsos es de 60/40 en su *Duttycycle*.

2.8 Protocolos de comunicación

Los controladores o computadores de flujo de Smith Meter Accuload III.Net presentan varias opciones para poder establecer una comunicación con alguna de las diferentes interfaces que existen en el mercado; básicamente posee los siguientes protocolos:

- ✓ RS-232
- ✓ RS-485
- ✓ Modbus TCP/IP

2.9 Estándar RS-232

El RS-232 es un protocolo estándar de comunicación para comunicar un elemento de control (computador) con sus elementos de campo o periféricos para permitir el intercambio de información. En términos simples el RS-232 define el voltaje del enlace o *Path* de comunicación que se usa para el intercambio de información entre los dispositivos de la red. Especifica el nivel de señal y un voltaje común. (EngineersGarage, 2013)

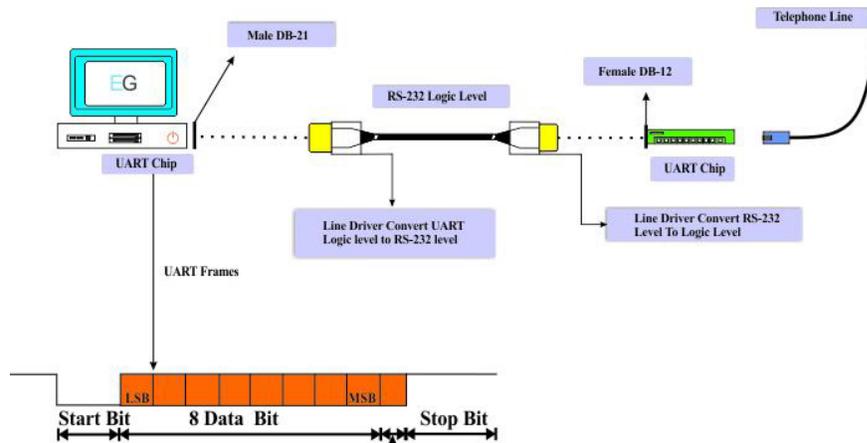


Figura0.12 Estándar RS-232

Fuente: (EngineersGarage, 2013)

2.10 Estándar RS-485

El estándar RS-485 permite la comunicación entre múltiples dispositivos (hasta 32) para la comunicación *Half-Duplex* sobre un simple par de cables, adicionalmente el cable de aterrizaje; la distancia máxima para este protocolo es de 1200 metros (400 ft); tanto el número de nodos sobre la red así como la longitud de la misma se pueden extender empleando dispositivos medios como repetidores. (B&B ELECTRONICS, 2014)

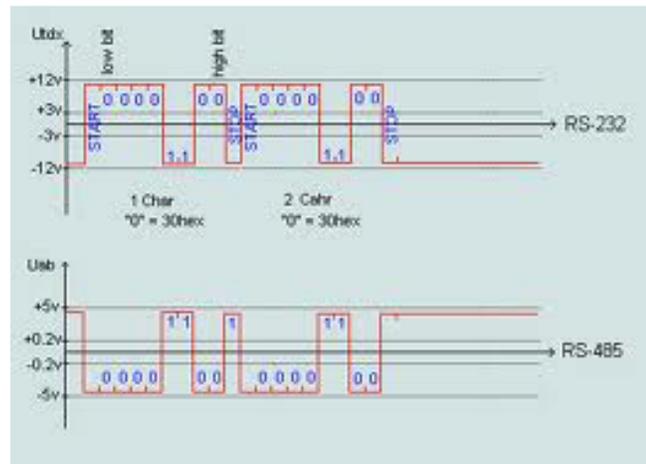


Figura 0.13 Niveles de voltaje de estándares RS 232 y 485

Fuente: (WIND, 2015)

2.10.1 ESTANDAR MODBUS TCP/IP

El protocolo Modbus TCP/IP es una extensión del protocolo modbus existente pero este incluye una extensión de 7 bytes adicionales los cuales permiten el transporte de información sobre las capas del modelo TCP/IP, en la tabla 2.2 se puede apreciar cómo está configurado el protocolo modbus mientras que en la tabla 2.3 se aprecia el cuadro de bytes adicionales con su longitud.

TABLA 0.2 Bytes adicionales al protocolo Modbus

Fuente: (WIND, 2015)

ENCABEZADO MBPA	CODIGO DE FUNCION	DATA
-----------------	-------------------	------

2.10.1.1 ENCABEZADO MBPA

El MBPA *Header* (*Modbus Application Protocol Header*) consiste en siete (7) bytes de información.

TABLA 0.3 Cuadro de bytes adicionales al protocolo Modbus

Fuente: (WIND, 2015)

IDENTIFICADOR DE TRANSACCION	2 BYTES	IDENTIFICADOR DE PREGUNTA Y RESPUESTA DE TRANSACCION – PREGUNTA / RESPUESTA
IDENTIFICADOR DE PROTOCOLO	2 BYTES	0 = PROTOCOLO MODBUS
LONGITUD	2 BYTES	NUMERO DE BYTES SIGUIENTES – INCLUYENDO LA UNIDAD IDENTIFICADORA
IDENTIFICADOR DE UNIDADES	1 BYTE	IDENTIFICACION DE ESCLAVO REMOTO, PUEDE SER EMPLEADO PARA EL BROADCASTING (NO SOPORTADO)

La unidad identificadora tiene una especial consideración en la implementación del *WebMaster*. Si el valor es 0, entonces la respuesta es considerada como un mensaje de BROADCASTING; por lo tanto el mensaje será procesado, y una no respuesta será generada. Si el valor es cualquier otro el mensaje será procesado y el mensaje será generado. (WIND, 2015)

CAPITULO 3: DISEÑO Y PROGRAMACIÓN

3.1 Normas

En el terminal de almacenamiento de productos limpios Pascuales de la EP Petroecuador se emplean normas de seguridad basadas en normas anglosajonas (E.E.U.U). en la parte eléctrica y electrónica se debe de cumplir según las normas establecidas en el Código Eléctrico Nacional (NEC) el cual es estándar de consenso general desarrollado en 1897, este es mencionado en el reglamento nacional de protección contra incendios (NFPA).

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

3.1.1 Clasificación de zona de riesgo - zona ATEX

El NEC en su artículo 500.5 hace mención sobre la clasificación de zonas peligrosas, según el cual el Terminal Pascuales se encuentra clasificado en clase I división 1 (en presencia de gases y vapores flaméales bajo condiciones normales de operación), clase I división 2 (donde el líquidos volátiles flaméales o gases flaméales que están siendo manipulados, usados o procesados confiablemente en un lugar cerrado donde puede suceder una falla en operación anormal, o es adyacente a zonas clase I división 1 a menos que se consiga una ventilación adecuada), y zonas no clasificadas. Ver anexo I plano 3: Clasificación de zonas de riesgo. (Earley, 2005)

El NEC en el artículo 500.6 determina una división por grupos, y el Terminal Pascuales se sitúa en el grupo B, en un ambiente que está en contacto con gases flaméales, o líquidos combustibles.

Dentro de las zonas clasificadas, las conexiones y aparatos que no son intrínsecamente seguros se encuentran en el interior de cajas y/o tuberías a pruebas de explosión (las cuales se mencionan en los artículos 500.2, 500.7, 501.7).

3.1.2 Normas para el desarrollo de planos de instrumentación

Dentro de este proyecto se realizaron los desarrollos de los diferentes diagramas de elementos de campo (instrumentación), así como diagramas de procesos y diagramas eléctricos para ello se emplearon un conjunto de normas ISA y normas NEMA ICS 19-2002

3.1.3 ANSI/ISA 5.1: Simbología de instrumentación e identificación

Esta norma nos establece una forma uniforme para designar los instrumentos y sistemas de instrumentación empleados para sistemas de medición y control. Para esto se establece un sistema que incluya un código de identificación (TAG) y una simbología. (ANSI/ISA-S5.1, 1992)

3.1.4 ANSI/ISA 5.3: Simbología para el sistema de distribución del control, instrumentación y sistemas automatizados.

Este estándar establece una manera de documentar la instrumentación basada en computadores, controladores programables y sistemas basados en microprocesadores. (NORMAS ISA-5.3, 2015).

3.1.5 ANSI/ISA 5.5: Simbología de procesos

Al igual que los anteriores este estándar establece una única simbología a ser empleada en la elaboración de los diagramas de procesos que son empleados por los operadores, ingenieros y otros con fines de monitoreo y control; cuyo objetivo es presentar de una forma rápida y sencilla la operación. (ISA-5.5-1985, 1986).

3.1.6 NEMA ICS 19-2002

Este estándar nos ofrece al igual que los anteriores una simbología común para la elaboración de los diagramas eléctricos

3.2 Diseño

El diseño actual del sistema de despacho de Bio-combustible o Eco-País en el terminal Pascuales de la EP Petroecuador requiere un rediseño en el sistema de accionamiento de las bombas de despacho así como de integrar una tercera bomba de similares características, con la finalidad de sostener una presión en el cabezal actual de 60 PSI, de esta forma se garantiza que la mezcla sea al 5%.

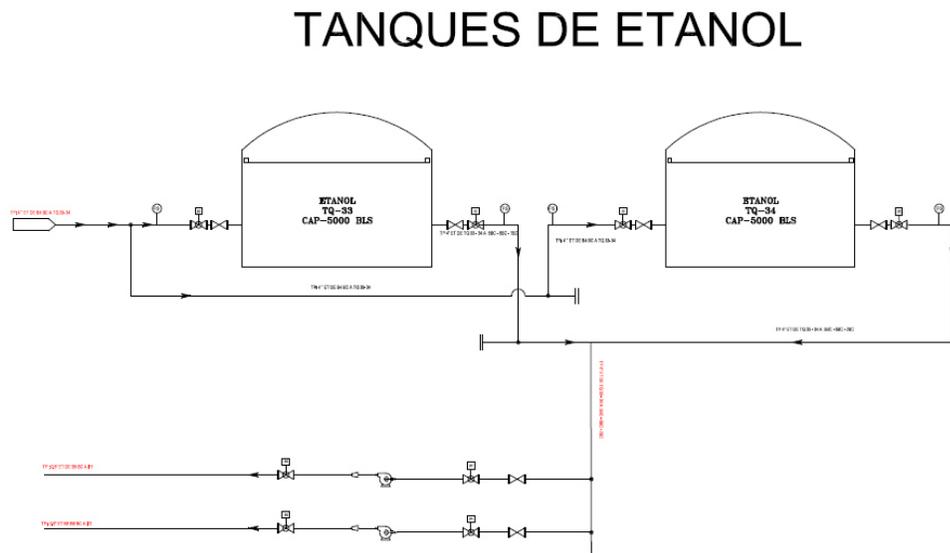


Figura 0.1 P&ID del sistema actual de Bio-combustible

Fuente: (AUTOR, 2015)

3.2.1 Descripción y requerimientos del sistema

El sistema actual de despacho de Bio-combustible consta de las siguientes partes:

- Tanque pre mezcla

- Tanque de almacenamiento de ethanol
- Bombas de ethanol
- Bomba de pre mezcla
- Brazos de carga
- Controlador de flujo y volumen
- Accionamiento de bombas

Como se puede observar en la figura 3.1 el sistema actual de despacho de Bio-combustible consta de dos únicos brazos el 11 y 12 que se encuentran ubicados en la bahía de carga 6, estos brazos poseen doble función ya que por ellos se puede despachar gasolina extra manteniendo la misma infraestructura, para esto el operador se le da la responsabilidad de despachar el producto que requiera en determinado momento.

El sistema actual de despacho de Bio-combustible en el terminal pascuales se da mediante el uso de tres bombas de tipo centrifuga de las cuales una es para la pre mezcla y las otras dos mediante líneas independientes llevan a dos bombas del mismo tipo (centrifugas) las cuales tienen como tarea la inyección de ethanol a las bahías 11 o 12 según sea el caso.

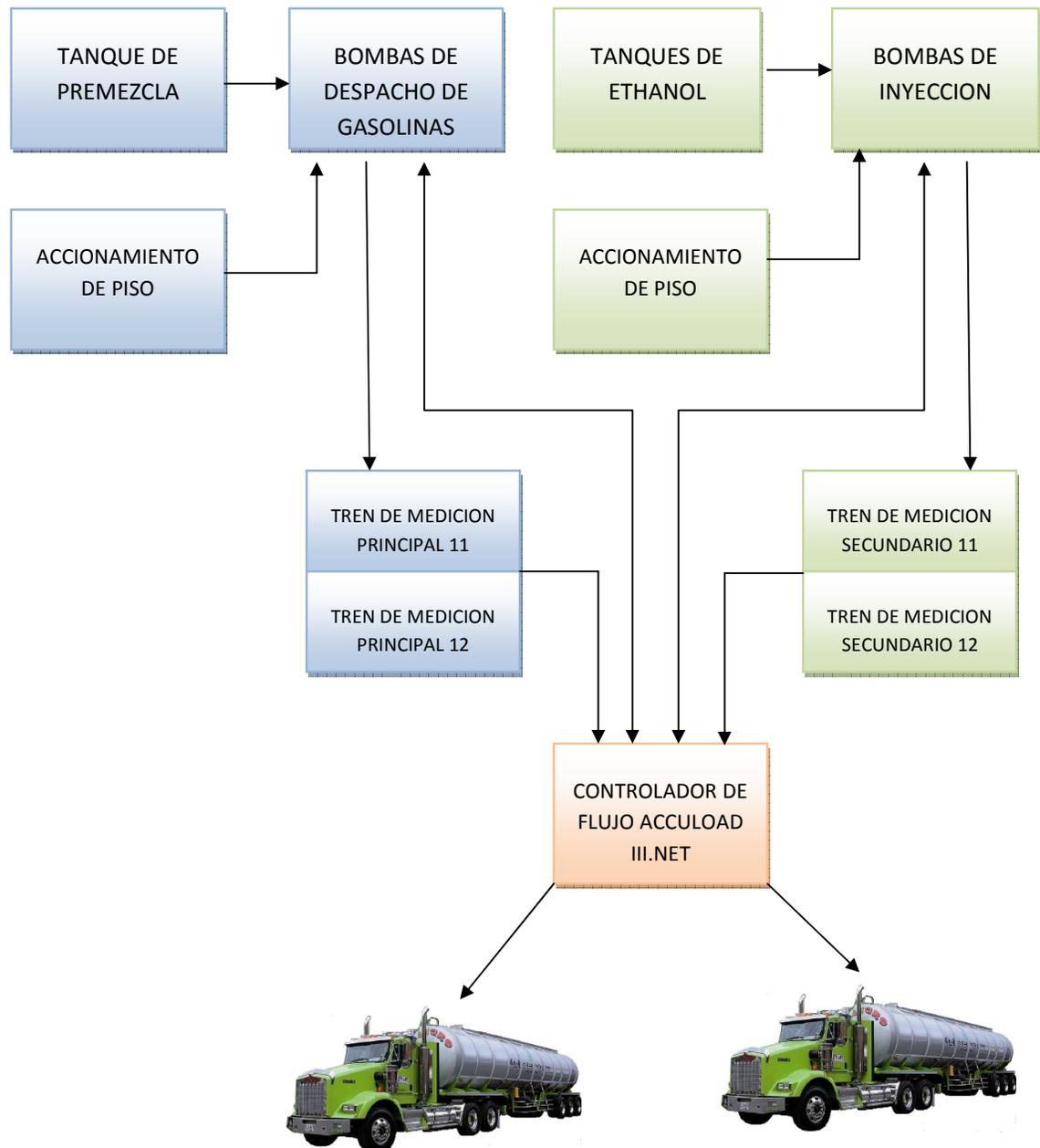


Figura0.2 Diagrama de bloques del sistema actual de despacho de Eco-País

Fuente: (AUTOR, 2015)

La bomba de pre mezcla tiene una *flow-rate* nominal de 1000 GPM lo cual es suficiente para lograr un flujo en los brazos de carga de aprox 450 GPM.

Las bombas asignadas para la inyección logran un *flow-rate* de 400 GPM cada una lo que obtendríamos al final de la línea es un *flow-rate* en para inyección ente los 15 y 20 GPM considerando que el flujo en los medidores principales o de pre mezcla poseen mayor flujo.

Todas las señales tanto de los medidores primarios como secundarios convergen en un solo controlador el Accuload iii.net, los cuales toman la señal de pulsos que emiten los PEXE que para nuestro caso será de 200 pulsos por cada galón que transite por la unidad de desplazamiento positivo.

El control del flujo lo realizaremos mediante la válvula electro-hidráulica 210 este control se lo realizara mediante el controlador de flujo el cual abrirá o cerrara la 210 emitiendo una señal de 120 Vac para su apertura o cierre.

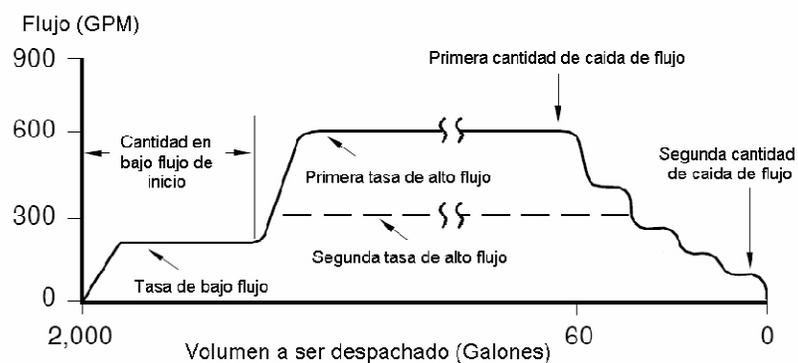


Figura0.3 Comportamiento del flujo en un brazo de carga

Fuente: (SMITH METER, 2014)

El flujo de combustible por cada brazo debe ser controlado de forma que se asemeje al comportamiento descrito en la figura 3.3 (SMITH METER, 2014)

Los parámetros que definen el comportamiento del flujo en cada brazo de carga son programables en el Accuload III.net mediante la herramienta Accumate III.net, estos valores son mostrados en la tabla 3.1

En la figura 3.1 se muestran los requisitos de las diferentes zonas para cada brazo de carga, para esto definiremos estas zonas

1. La zona de bajo flujo
2. La zona de alto flujo
3. La zona de parada o flujo cero

La zona de bajo flujo se da cuando recién se va a arrancar el despacho, esta zona es muy importante ya que es necesaria para reducir la evaporización del combustible en la zona de arranque de la transacción o batch. La duración de esta zona deberá ser igual al tiempo que le tome al producto llegar a la boca del brazo que se inserta en la boca del auto-tanque.

La zona de alto flujo, es la zona que se ubica entre la zona de bajo flujo y la zona de flujo cero o parada, esta zona tiene como objetivo disminuir los tiempos de despacho; es decir es en esta zona en la que el medidor alcanza su capacidad máxima que para nuestro caso es de 600 GPM.

La zona de parada o de flujo cero, es aquí cuando se establece el tiempo en el que el controlador de flujo deberá frenar ya que está próximo a terminar la transacción o *Batch*.

El control de accionamiento de las bombas se lo puede realizar mediante el mismo controlador de flujo empleando las salidas de relé que este posee o se puede realizar desde un *Scada* en caso que se posea de un centro de controles.

TABLA 0.1 Parámetros de control de flujo y su significado

Fuente: (AUTOR, 2015)

NOMBRE DEL PARAMETRO	SET
CANTIDAD EN FLUJO BAJO INICIO	50 GAL
TASA DE BAJO FLUJO	200 GPM
PRIMERA TASA DE FLUJO ALTO	500 GPM
SEGUNDA TASA DE FLUJO ALTO	400 GPM
PRIMERA CANTIDAD DE CAIDA DE FLUJO	80 GAL
SEGUNDA CANTIDAD DE CAIDA DE FLUJO	0.3 GAL

3.3 Re-diseño del sistema de despacho

Como podemos observar en los puntos anteriores el actual sistema de despacho no nos brinda la posibilidad de expansión así como la poca fiabilidad al momento de realizar el blending o mezcla de la pre mezcla y el ethanol por ello se plantea realizar un cambio en el cabezal actual y la distribución de los diferentes grupos de bombeo de ethanol así como la inserción de una bomba adicional o de recuperación.

En la figura 3.4 se presenta un diagrama de bloques para la modificación del sistema de eco-país. Manteniendo el mismo sistema de pre mezcla lo que se incrementara será el nueros de brazos de eco-país y su accionamiento.

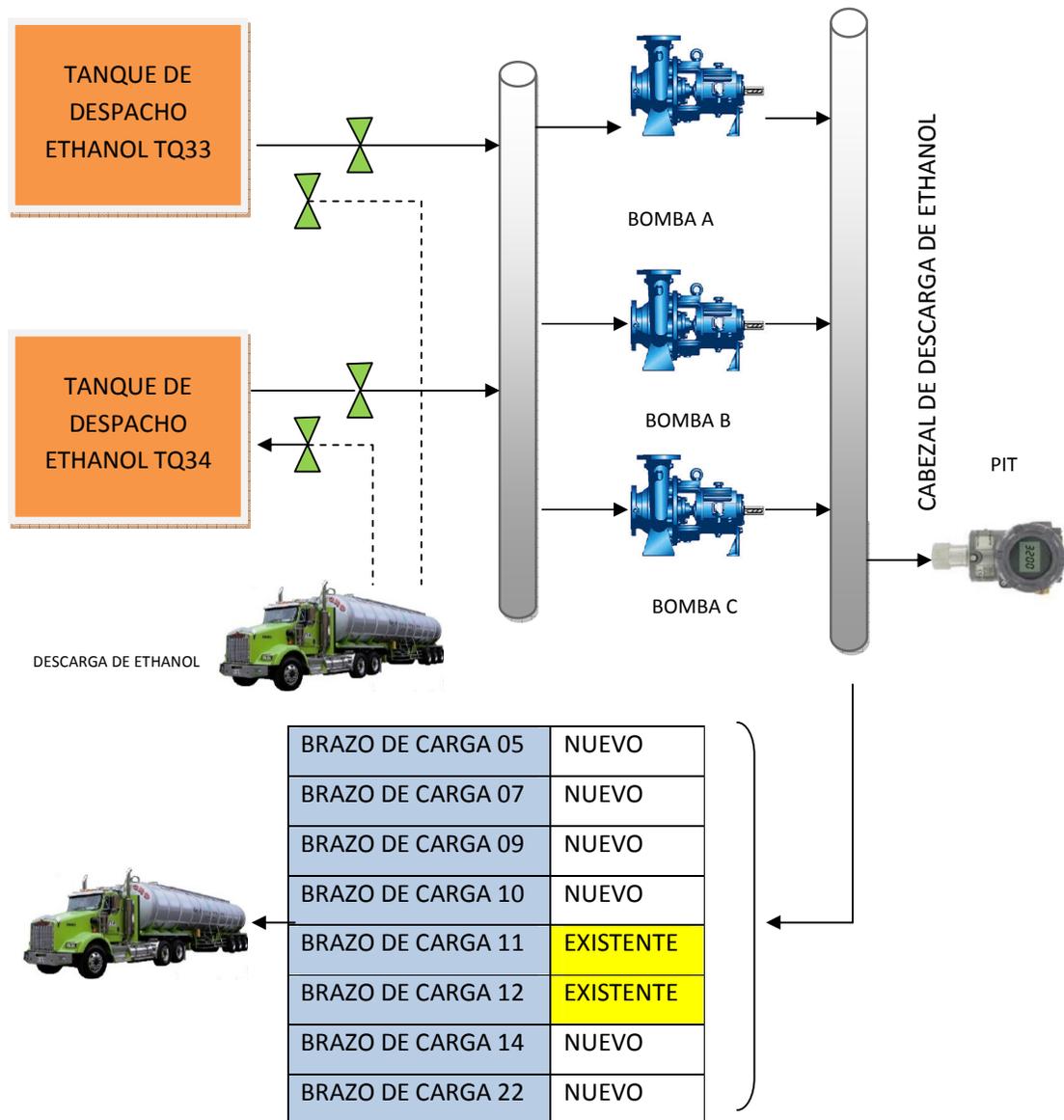


Figura0.4 Diagrama de bloques general del nuevo sistema de despacho de Bio-Combustible

Fuente: (AUTOR, 2015)

Como se puede apreciar en la figura 3.4 la mejora parte en cambiar la forma en que se estaba realizando la succión y descarga de las bomba, anteriormente se estaba realizando el despacho de forma aislada manteniendo la selección de tanques para esto se realizara las modificaciones en la línea de succión ya que se ingresaran las succiones de las diferentes bombas al cabezal de descarga de ethanol que va hacia las bahías de despacho con la diferencia que se creara una lógica en el Scada en la figura 3.5 se aprecia un diagrama de bloques de cuál será la lógica a emplear para el disparo o arranque de las diferentes bombas.



Figura 0.5 Diagrama de Bloques para nueva lógica de arranque de bombas de ethanol

Fuente: (AUTOR, 2015)

Como se observa en el diagrama de bloques el encendido y apagado de los diferentes grupos de bombeo dependerá si la presión en la línea es igual a 60 PSI, caso contrario este mandara a encender las bombas en orden ascendentes si en determinado instante un brazo de carga deja de despachar y la presión en la línea es superior a 60 PSI el sistema apara de forma automática y en orden descendente los diferentes grupos de bombeo.

Esta aplicación se la puede realizar en el *Controllogix* existente que maneja el sistema de Bio-combustible, para nuestro proyecto eso está fuera del alcance del mismo pero en la figura 3.5 se presenta como se visualizaría nuestro proyecto en una interface web.

The screenshot displays the PetroEcuador web interface for the BAHÍA 17 y 18 station. The interface is divided into several sections:

- Header:** PetroEcuador logo and station name "BAHÍA 17 y 18".
- Video Feed:** A live camera view showing a yellow fuel tanker at the station.
- AUTORIZACION Form:**

PLACA DEL VEHICULO:	0.00	VOL. A DESPACHAR:	-1.00
ID Autorización:	123456	Volumen actual Natural:	-1.00
Comercializadora:		Volumen actual A 60 F:	-1.00
Ident. Conductor:		Volumen Restante:	-1.00
Cédula Conductor:		Temperatura:	-1.00
Nombre Producto:		Densidad API:	-1.00
Cantidad Solicitada:	0	Inicial de lectura Natural:	0.00
Nro. Compartimiento:	0	Inicial de lectura A 60 F:	0.00
Tot. Compartimientos:	0	Final de lectura Natural:	0.00
		Final de lectura A 60 F:	0.00
- PERMISIVOS:** Radio buttons for ALARMA, PINZA A TIERRA, and OPER. REMOTO. Includes "OK" and "STOP" buttons.
- PRODUCTO:** Buttons for "JETFUEL" and "DESEL 2".
- TRANSACCION EN PROGRESO:** A progress indicator for the transaction.
- Control Panel:** Buttons for "BRAZO 18", "BRAZO 17", "PRINCIPAL", and "ALARMAS".
- Status Bar:** Displays system information including date, time, and an active alarm: "04-Feb-15 12:37:29 DESPACHO FCMSPR ALARM U 00 Error de Comunicación HC800 - Master Station Principal ON".

Figura 0.6 Visualización del sistema de despacho de bahías 17 y 18 de jetA1

Fuente: (AUTOR, 2015)

3.4 Hardware y cableado

El Accuload sea en up-grade o en su modelo QUAD poseen una electrónica común capaz de realizar las tareas de monitoreo, impresión y procesamiento de I/O análogos o digitales. En la figura 3.7 se puede apreciar las diferentes tarjetas que posee un controlador de flujo.

En la figura 3.6 se presenta las dimensiones de la estructura física del controlador de flujo Accuload iii.net.

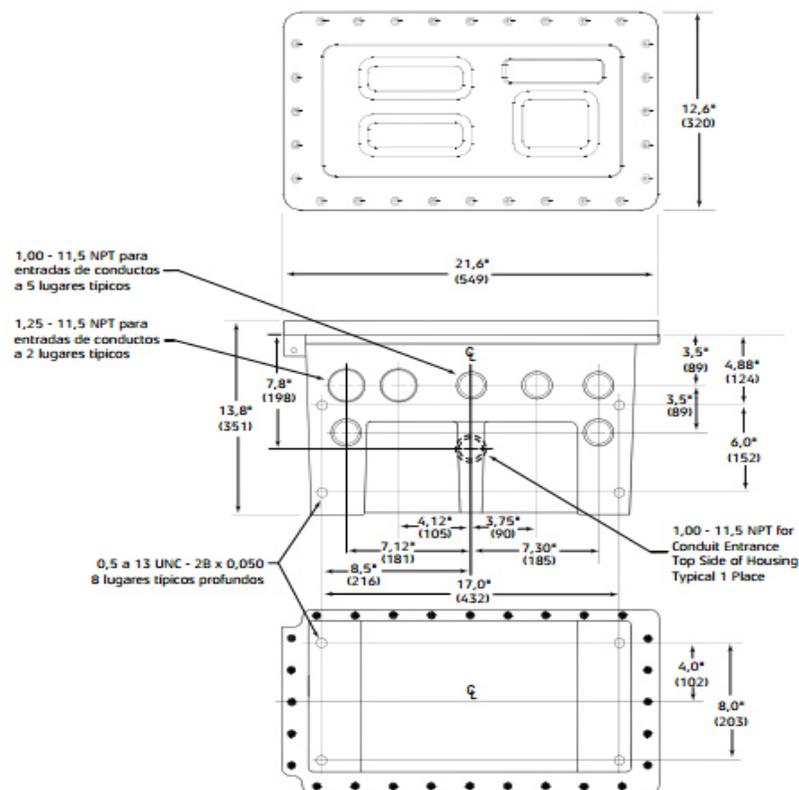


Figura0.7 Estructura del controlador Accuload III.Net

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

Internamente cuenta las siguientes tarjetas donde se conectan los elementos externos como impresora, pinza a tierra, los generadores de pulsos del medidor de flujo, la válvula set /stop y de acuerdo a las necesidades de la empresa puede seguir utilizando las salidas y entradas análogas o digitales que el computador de flujo todavía tenga disponibles.

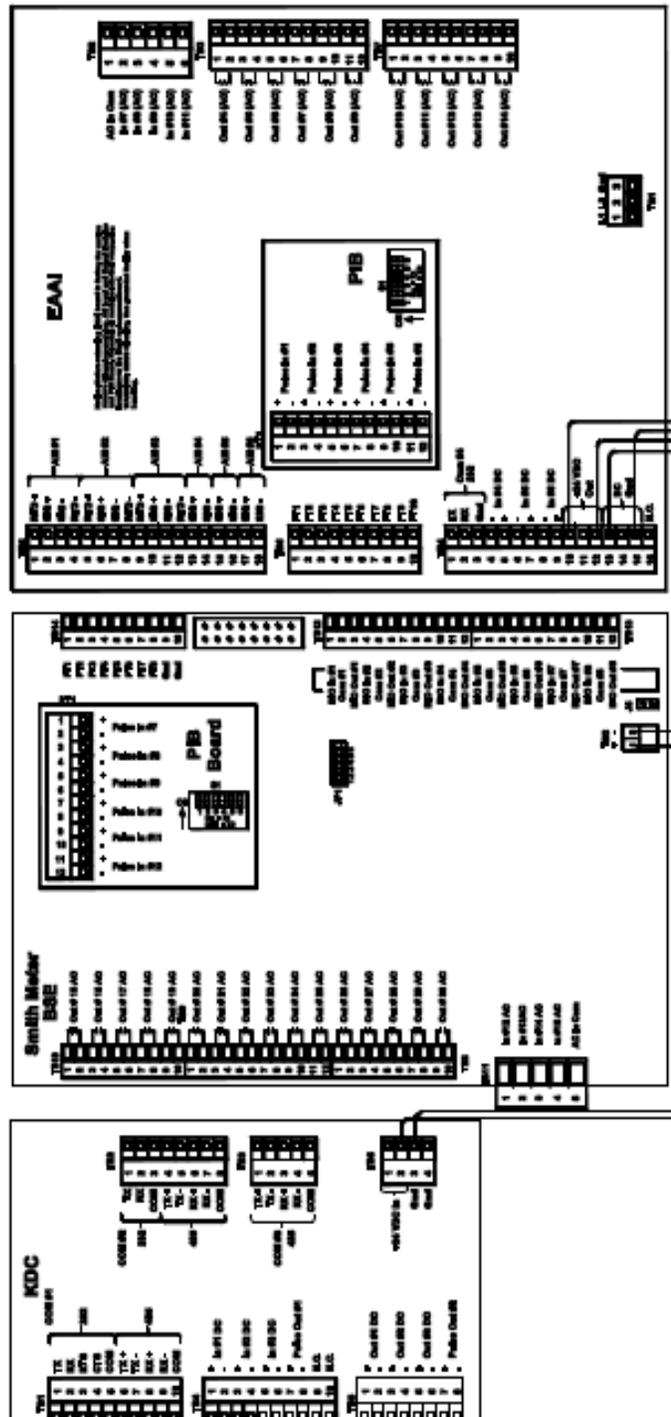


Figura0.8 Tarjetas KDC-BSE-EAAI del controlador de flujo

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

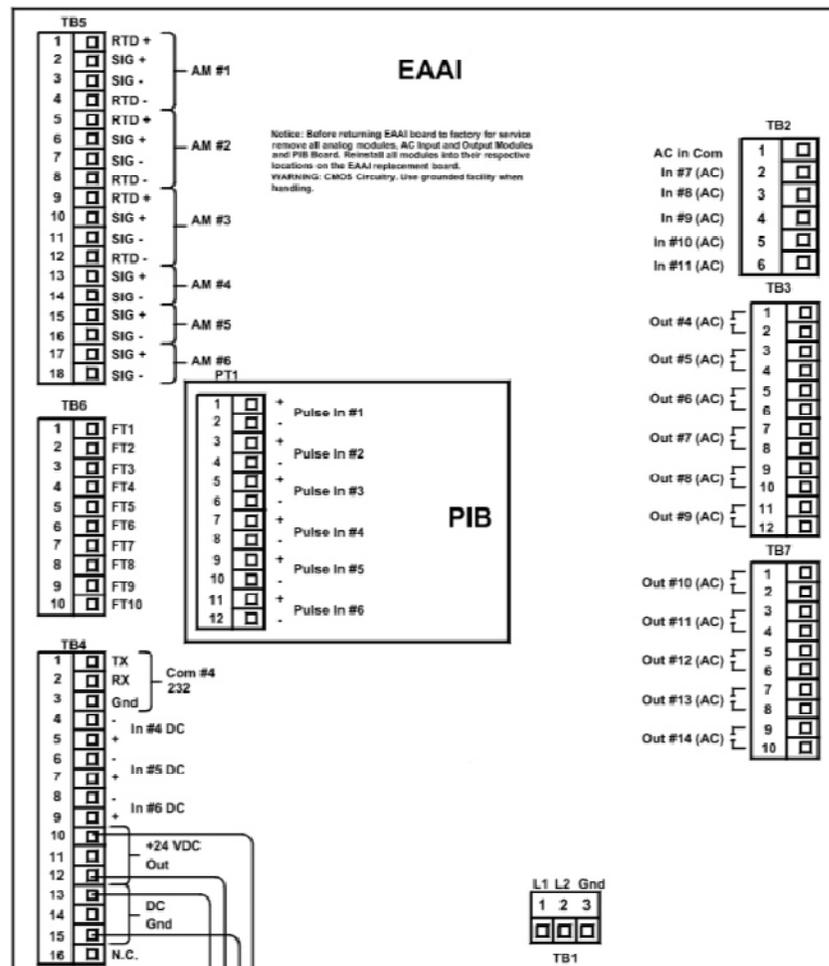


Figura 0.9 Tarjeta EAAI - adquisición de datos de controlador de flujo

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

En la figura 3.8 se puede apreciar la tarjeta de adquisición de datos EAAI la cual está conformada por varios slots entre los cuales tenemos el TB2-3-5-6-7-4 y el bloque de entrada de pulsos o PIB la cual se explicara en la figura 3.10.

TABLA 0.2 Descripción de los TB de la EAAI

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

No. TB	PROPOSITO
2	ALMIENTACION DE PRINTERS Y MODULOS PUESTA A TIERRA
3	CONEXIÓN DE SALIDAS DIGITALES
4	PUERTO RS 232 Y FUENTE DC
5	CONEXIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA
6	N.C
7	CONEXIÓN DE SALIDAS DIGITALES

La entrada de pulsos de los diferentes PEXP de deben de ingresar al controlador a través de la EAAI en la PIB como se aprecia en la figura 3.16; el punto común para la PIB será tomado el punto de GND del TB4 y la alimentación del PEXP será a través del mismo TB4.

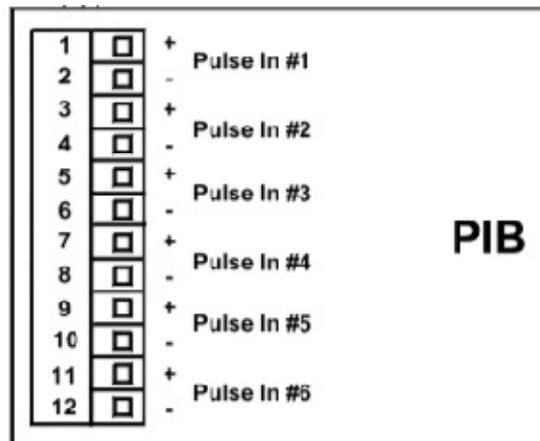


Figura0.11 Conexión de pulsos de los PEXP

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

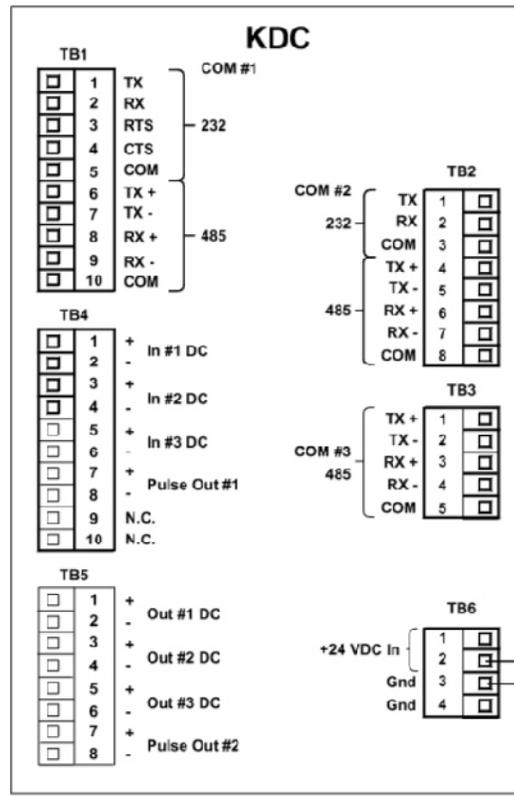


Figura 0.12 KEYBOARD DISPLAY CARD – KDC

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

En la figura 3.11 se presentan los diferentes TB o sockets de conexión de la tarjeta KDC o *keyboard Display Card* en la cual tiene como funcionalidad la alimentación de la RAM así como la retroalimentación de los *displays* de visualización y salidas de comunicación serial o Ethernet.

En la figura 3.12 se presenta un diagrama de conexiones típico para dos brazos.

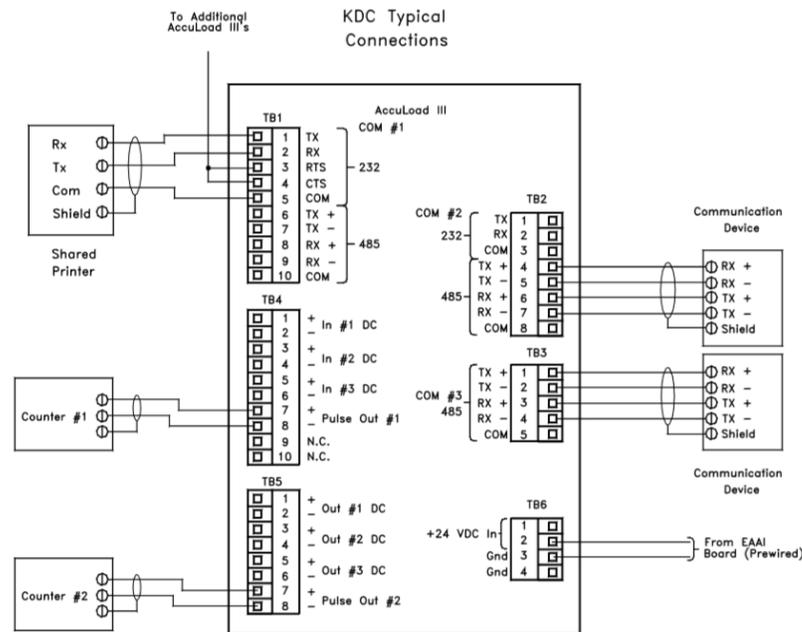


Figura 0.13 Conexiones típicas de la KDC

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

3.5 Programación del controlador de flujo Accuload III.net

En esta sección se detallará como es la programación del controlador de flujo Accuload III.net del fabricante Smith Meter, para este caso se empleará el programa Accumate de FMC Technologies.

3.5.1 Accumate III.net

Accumate es un programa desarrollado por FMC Technologies, esta aplicación corre bajo una plataforma Windows, lo cual facilita la configuración de los controladores o computadores de flujo accuload III.net, accumate permite a los usuarios configurar parámetros existentes, crear reportes, creación de ecuaciones, etc.

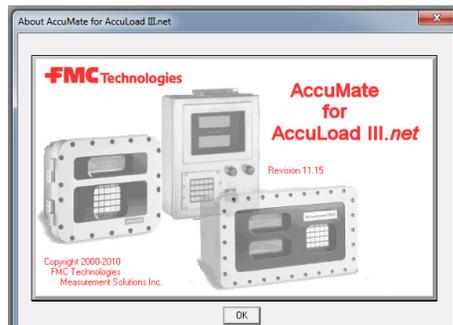


Figura0.14 Accumate versión 11.15 para programación de Accuload III.net

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

3.6 Configuración del computador de flujo

En esta sección se explicara los pasos a seguir para la configuración de un computador de flujo empleando la aplicación accumate iii.net.

3.6.1 Selección de comunicación con el controlador y el PC

Una vez que se abre la aplicación del accumate iii.net en esta se abre la ventana de dialogo como se visualiza en la figura 3.14 en la que nos indica cómo nos vamos a comunicar con el controlador, el controlador posee puertos de comunicación seriales y también posee un puerto único de Ethernet; si nos vamos a comunicar vía Ethernet se debe dar clic en la pestaña que nos da los puertos a utilizar como se aprecia en la figura 3.15

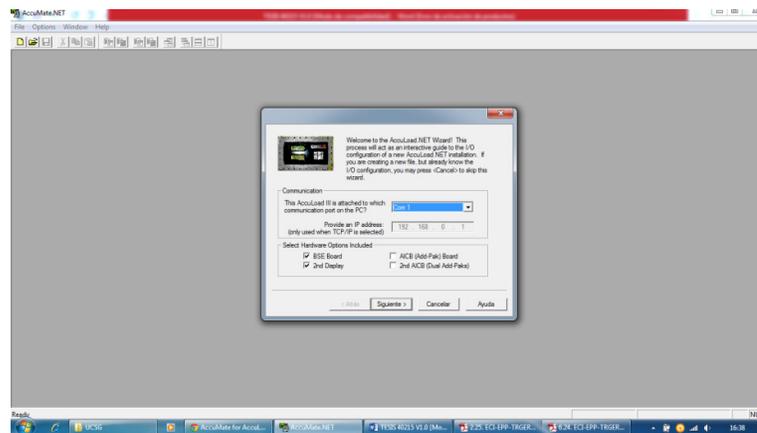


Figura0.15 Pantalla inicial del Accumate III.NET

Fuente: (AUTOR, 2015)

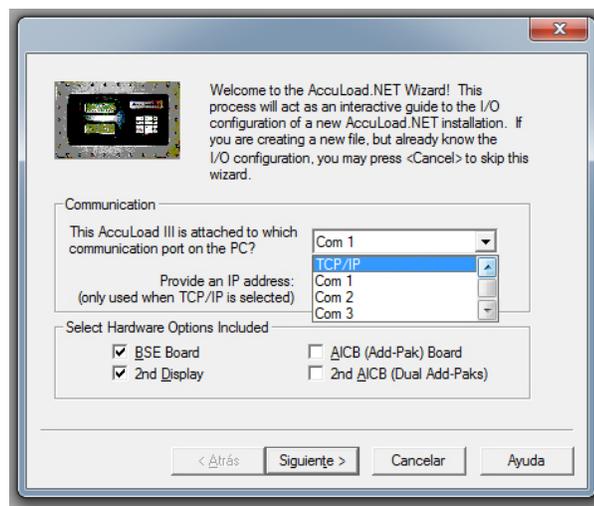


Figura0.16 Selección de tipo de comunicación con el controlador

Fuente: (AUTOR, 2015)

Una vez que se haya seleccionado la forma que se desea comunicar con el controlador (TCP/IP) se nos pedirá que se configure la dirección del controlador para

esto ingresaremos la dirección por default 192.168.0.1 cómo se puede apreciar en la figura 3.9

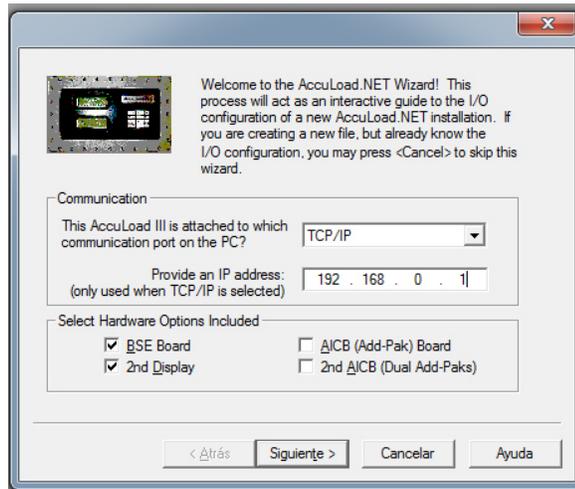


Figura0.17 Configuración de la IP del controlador

Fuente: (AUTOR, 2015)

3.6.2 Configuración de los brazos de carga

Una vez establecida la comunicación entre el controlador y el PC se presiona siguiente y nos solicitará que tipo de brazo vamos a configurar; recordemos que el controlador que vamos a emplear es un tipo *UPGRADE* el cual solo nos deja configurar dos brazos de carga.

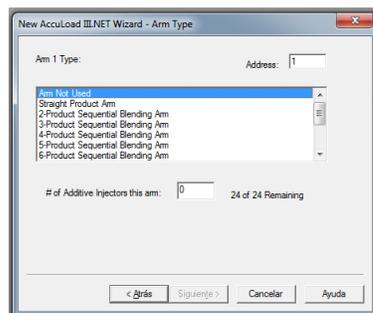


Figura0.18 Configuración del tipo de brazo de carga

Fuente: (TECHNOLOGIES, FMC, 2013)

En la figura 3.17 se pueden apreciar los diferentes tipos de configuraciones que posee el accuload, inicialmente en el proyecto actual los ingenieros contemplaron un sistema de inyección por lo que la configuración la realizaron como blending secuencial el problema con realizar esta configuración es que el producto a mezclar lo toma como inyector cuando no queremos tratarlo de esa forma por ello nosotros seleccionaremos *Side-Stream Blending Arms* es decir en esta forma el producto a mezclar se lo tomara como producto único continuo y nos permitirá establecerlo como una unidad secundaria.

En la tabla 3.3 se presentan las diferentes opciones de configuración para los brazos de carga.

TABLA 0.3 Configuración de los brazos de carga

Fuente: (TECHNOLOGIES, FMC, 2013)

Arm not used	Brazo no utilizado
Straight Product Arm	Brazo de producto continuo
2-Product Sequential Blending Arm	Brazo de dos productos de mezcla secuencial
3- Product Sequential Blending Arm	Brazo de tres productos de mezcla secuencial
4- Product Sequential Blending Arm	Brazo de cuatro productos de mezcla secuencial
5- Product Sequential Blending Arm	Brazo de cinco productos de mezcla secuencial
6- Product Sequential Blending Arm	Brazo de seis productos de mezcla secuencial
Side-Stream Blending Arm	Brazo de mezcla lateral
2-Product Ratio Blending Arm	Brazo de mezcla de relación de dos productos
3- Product Ratio Blending Arm	Brazo de mezcla de relación de tres productos
4 Product Ratio Blending Arm	Brazo de mezcla de relación de tres productos

3.7 Extensión de archivos de programa

Típicamente al nombre del programa del Accumate le presiden tres letras que determinan que tipo de archivo es, en la tabla 3.4 se indican las diferentes extensiones que poseen estos archivos.

TABLA 0.4 *Tabla de extensiones de archivos del Accumate*

Fuente: (AUTOR, 2015)

EXTENSION	DETALLE
.A3X	ARCHIVO DE PROGRAMA
.RPX	ARCHIVO DE REPORTES CONFIGURABLES
.LGX	ARCHIVOS DE TRASLACION
.EQX	ARCHIVOS DE ECUACIONES

3.8 Programación

La pantalla inicial una vez finalizado el *Start Wizard* será la siguiente; aquí se puede hacer la programación directamente sin requerir el *Start Wizard* para esto solo establecemos la comunicación con el controlador de flujo volumétrico ya sea vía RS232 o Ethernet; la pantalla que se podrá apreciar será como la que se muestra en la figura 3.18

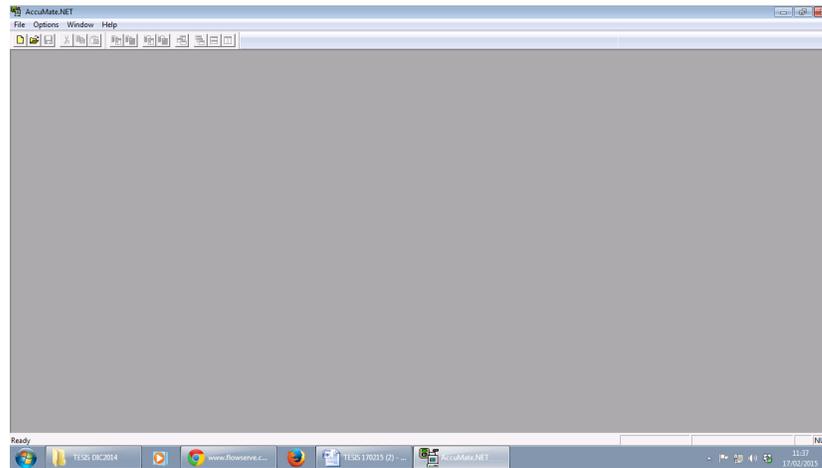


Figura0.19 Pantalla inicial del Accumate III

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

3.8.1 Funciones de menú

Las funciones que se pueden acceder en la pantalla principal del accumate son:

3.8.2 Menu de Archivo (File Menu):

Pestaña que se encuentra en la parte superior izquierda nos brinda varias opciones como se presentan en la tabla 3.5

TABLA 0.5 Opciones de file menu del Accumate III

Fuente: (AUTOR, 2015)

NEW	CREA UN NUEVO PROYECTO
OPEN	ABRE UN PROGRAMA O PROYECTO EXISTENTE
CLOSE	CIERRA EL PROGRAMA ACTUAL
SAVE	GUARDA EL PROGRAMA ACTUAL
SAVE AS	ABRE UN CUADRO DE DIALOGO Y BRINDA OPCIONES DE GUARDADO

PRINT	IMPRIME EL DIRECTORIO ACTUAL O TODOS LOS PARAMETROS DEL PROGRAMA.
EXIT	SALIR

3.8.3 Menu de Edición - (Edit menu)

El acceso a las opciones del menú de edición se la realiza haciendo “clic” sobre *Edit* en la barra de menú ubicada en la parte superior de la pantalla principal del accumulate como se aprecia en la figura 3.18; las opciones que brinda se presentan en la tabla 3.6

TABLA 0.6 Opciones de edit menu del Accumate III

Fuente: (AUTOR, 2015)

CUT	UNA DATO Y LO UBICA EN EL PORTAPAPELES
COPY	COPIA TEXTO SELECCIONADO
PASTE	INSERTA TEXTO DEL PORTAPAPELES
READ SELECTION (F5)	LEE INFORMACION PARCIAL DEL PROGRAMA
READ ALL (F3)	LEE INFORMACION TOTAL DEL PROGRAMA
DUMP SELECTION (ALT+F5)	DESCARGA PARCIAL DEL PROGRAMA O PARAMETRO
DUMP ALL (ALT+F3)	DESCARGA TOTAL DEL PROGRAMA AL CONTROLADOR

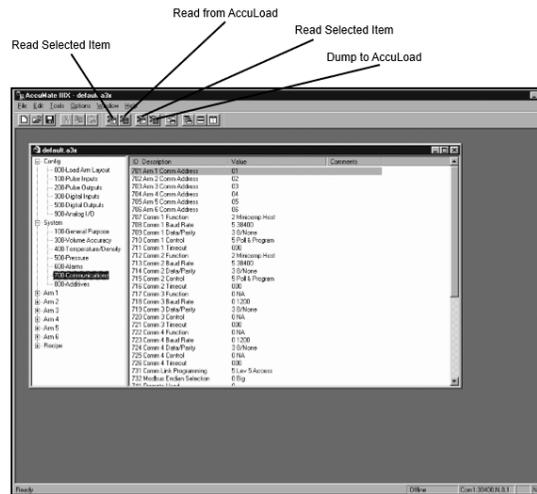


Figura0.20 Opciones del edit menu del Accumate III

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

3.8.4 Menu de herramientas – (Tools menu)

La herramienta de tolos menú o manu de herramientas al igual que las anteriores se accede desde la barra de herramientas del accumate; particularmente este menú está disponible solamente cuando un archivo de extensión .SD3 está activo; en la tabla 3.7 se describe las opciones del menú de herramientas.

TABLA 0.7 Opciones del tools menu del Accumate III

Fuente: (TECHNOLOGIES, FMC, 2013)

TERMINAL EMULATOR (ALT+F10)	El emulador de terminal es un "inteligente" emulador de terminal que da formato a los comandos que se enviarán a la Accuload III.
RETRIVE MONOESTABLES	Esta característica ofrece una manera rápida de recuperar y mostrar los totalizadores sin restablecimiento mantenidos en el Accuload III. Los datos son automáticamente limita a los productos, recetas y aditivos que están

	<p>realmente en uso. Los totales están etiquetados con los nombres de productos y recetas definidas por el usuario , y se pueden imprimir si se desea un registro impreso</p>
TRANSACTION LOG TO FILE	<p>Esta función crea una copia de seguridad de los datos de la transacción en el disco.</p>
EVENT LOG TO FILE	<p>Esta función crea una copia de seguridad de datos de eventos en el disco. Su propósito es evitar la pérdida completa de los datos al volver a inicializar una Accuload III, como al actualizar el software mediante la instalación de un nuevo software. Debido a que la inicialización borra la memoria flash del Accuload III, se destruye el registro de eventos.</p>
AUDIT LOG TO FILE	<p>Esta función crea una copia de seguridad de los datos de seguimiento de auditoría en el disco. Su propósito es evitar la pérdida completa de datos al volver a inicializar una Accuload III, como cuando se actualiza el software.</p>
REMOTE DISPLAY	<p>Viene equipada con el AccuMate es una aplicación diseñada para imitar el panel frontal de la Accuload III y permitir la interacción del usuario como si estuviera en la unidad real. Esta aplicación se puede iniciar por AccuMate. AccuMate se minimizará cuando se abre la pantalla a distancia.</p>
RETRY COMMUNICATIONS	<p>Esta característica envía una solicitud de estado a la Accuload III para determinar la viabilidad de las comunicaciones entre el AccuMate y la Accuload III . Este comando se utiliza generalmente después de cambios en la configuración de comunicación para determinar el estado de la comunicación actual, o después de usar el comando " Fuera de línea".</p>
GO OFFLINE	<p>Termina las comunicaciones entre el AccuMate y la Accuload III , lo que permite al operador hacer cambios en el archivo que no afectan inmediatamente la Accuload III</p>

3.8.5 Windows menu

Esta herramienta nos ayuda a organizar nuestro escritorio es decir si requeriríamos más de un programa abierto al mismo tiempo, esta opción nos permite organizar las pantallas sean en cascada, ventana doble, horizontalmente o verticalmente. En la figura 3.20 se pueden apreciar las opciones.

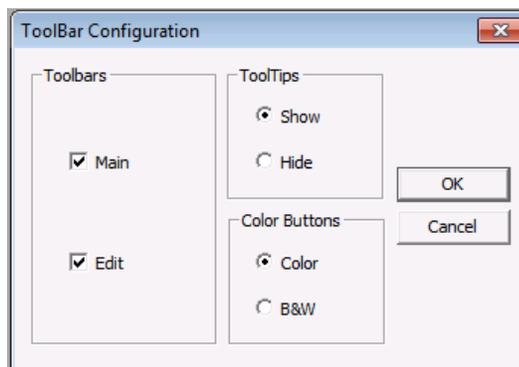


Figura0.21 Tools bar - Windows configuration

Fuente: (TECHNOLOGIES, FMC, 2013)

3.9 Programa modificado de las bahías de ethanol 11-12

En esta sección se indicara como programar un controlador de flujo ya sea para *up-grades* o modelos *Quad*, para ambos casos la herramienta a emplear será el Accumat.net versión 19 y conectividad vía Ethernet

3.9.1 Configuración primaria

En el bloque de configuración primaria, el programador ingresara los datos básicos como pulsos, salida de pulsos, solenoides de control y módulos de temperatura.

ID	Description	Value	Comments
001	Number of Load Arms	3	
002	Arm 1 Config	3 Side-Stream	
003	Arm 1 Product	2	Blending
004	Arm 2 Config	3 Side-Stream	
005	Arm 2 Product	2	Blending
006	Arm 3 Config	0 Straight	
007	Arm 3 Product	1	Blending
008	Arm 4 Config	0 Straight	
009	Arm 4 Product	1	Blending
010	Arm 5 Config	0 Straight	
011	Arm 5 Product	1	Blending
012	Arm 6 Config	0 Straight	
013	Arm 6 Product	1	Blending
014	Arm 1 Ratio Products	0	Hybrid
015	Arm 2 Ratio Products	0	Hybrid
016	Arm 3 Ratio Products	0	Hybrid
017	Arm 4 Ratio Products	0	Hybrid
018	Arm 5 Ratio Products	0	Hybrid
019	Arm 6 Ratio Products	0	Hybrid
020	Number of Additives	00	

Figura0.22 Menu de configuración base

Fuente: (AUTOR, 2015)

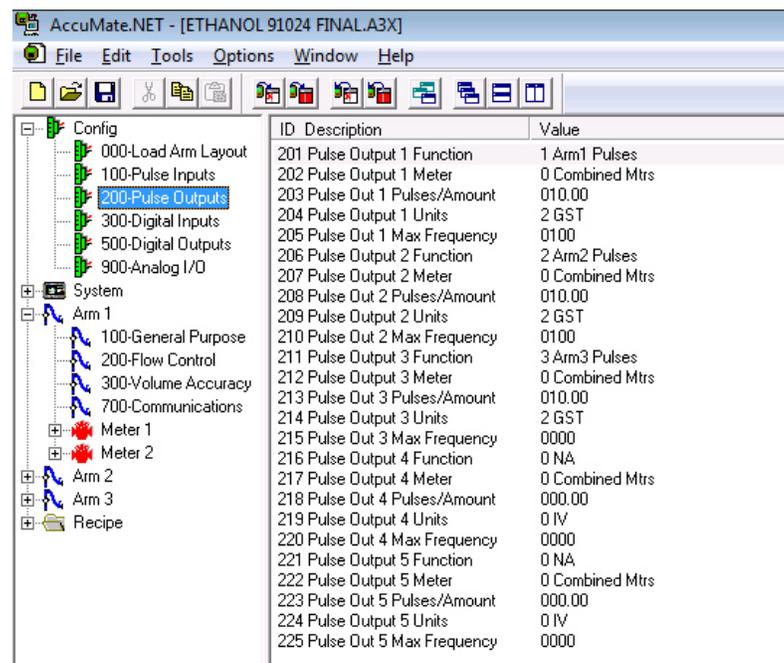
En la figura 3.21 se puede apreciar el menu de configuraciones, en esta sección del programa se configura la cantidad de brazos de carga a configurar así como su tipo sea continuo o por mezcla.

ID	Description	Value	Comments
101	Channel Select	0 Single	
102	Transmitter Integrity	0 No	
103	Pulse Input 3	0 NA	
104	Pulse In 3 Arm	0 Arm 1	
105	Pulse In 3 Meter	0 Meter 1	Ratio
107	Pulse Input 4	0 NA	
108	Pulse In 4 Arm	0 Arm 1	
109	Pulse In 4 Meter	0 Meter 1	Ratio
111	Pulse Input 5	0 NA	
112	Pulse In 5 Arm	0 Arm 1	
113	Pulse In 5 Meter	0 Meter 1	Ratio
115	Pulse Input 6	0 NA	
116	Pulse In 6 Arm	0 Arm 1	
117	Pulse In 6 Meter	0 Meter 1	Ratio
119	Pulse Input 7	0 NA	
120	Pulse In 7 Arm	0 Arm 1	
121	Pulse In 7 Meter	0 Meter 1	Ratio
123	Pulse Input 8	0 NA	
124	Pulse In 8 Arm	0 Arm 1	
125	Pulse In 8 Meter	0 Meter 1	Ratio
127	Pulse Input 9	0 NA	
128	Pulse In 9 Arm	0 Arm 1	
129	Pulse In 9 Meter	0 Meter 1	Ratio
131	Pulse Input 10	0 NA	
132	Pulse In 10 Arm	0 Arm 1	
133	Pulse In 10 Meter	0 Meter 1	Ratio
135	Pulse Input 11	0 NA	
136	Pulse In 11 Arm	0 Arm 1	
137	Pulse In 11 Meter	0 Meter 1	Ratio
139	Pulse Input 12	0 NA	
140	Pulse In 12 Arm	0 Arm 1	
141	Pulse In 12 Meter	0 Meter 1	Ratio
142	Inq Chan Select	0 Single	
143	Inq Error Count	000	
144	Inq Error Reset	0 No Reset	
145	Inq Error Amt	0 Count	
146	Reverse Volume - Batch	0 Ignore	
147	Reverse Volume - Non-Resett...	0 Ignore	

Figura0.23 Configuración de entradas de pulsos

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la figura 3.22 es la sección que se configura la señal que envía las diferentes unidades de desplazamiento positivo por medio del PEXP; por default la entrada 1 ya está preestablecida en la PIB en la entrada de pulso 1, la entrada de otras unidades de medida serán configuradas según se requieran por lo general en los upgrade solo permite la configuración de un segundo brazo principal y 6 secundarios que pueden emplearse como inyectores o unidades secundarias para mezclas en paralelo.



ID	Description	Value
201	Pulse Output 1 Function	1 Arm1 Pulses
202	Pulse Output 1 Meter	0 Combined Mtrs
203	Pulse Out 1 Pulses/Amount	010.00
204	Pulse Output 1 Units	2 GST
205	Pulse Out 1 Max Frequency	0100
206	Pulse Output 2 Function	2 Arm2 Pulses
207	Pulse Output 2 Meter	0 Combined Mtrs
208	Pulse Out 2 Pulses/Amount	010.00
209	Pulse Output 2 Units	2 GST
210	Pulse Out 2 Max Frequency	0100
211	Pulse Output 3 Function	3 Arm3 Pulses
212	Pulse Output 3 Meter	0 Combined Mtrs
213	Pulse Out 3 Pulses/Amount	010.00
214	Pulse Output 3 Units	2 GST
215	Pulse Out 3 Max Frequency	0000
216	Pulse Output 4 Function	0 NA
217	Pulse Output 4 Meter	0 Combined Mtrs
218	Pulse Out 4 Pulses/Amount	000.00
219	Pulse Output 4 Units	0 IV
220	Pulse Out 4 Max Frequency	0000
221	Pulse Output 5 Function	0 NA
222	Pulse Output 5 Meter	0 Combined Mtrs
223	Pulse Out 5 Pulses/Amount	000.00
224	Pulse Output 5 Units	0 IV
225	Pulse Out 5 Max Frequency	0000

Figura0.24 Configuración de pulsos de salida hacia impresoras

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la figura 3.23 se procede con la configuración de la salida de pulsos hacia las impresoras mecánicas de tipo reseteables. En esta sección se le indica al controlador de flujo de donde y a quien le corresponden los pulsos que el recibe así

como la relación de pulsos que se enviara a los *decoders* de las impresoras para su correspondiente marcaje.

Como se observa en la figura 3.24 generalmente para el tipo de unidades de desplazamiento positivo F4-S1 la relación para los printers es de 10 y la salida del PEXP hacia el controlador es en función de 100.0 esto se puede verificar en detalle en la sección de anexos.

ID	Description	Value	Comments
301	Input 1 (DC)	00 NA	
302	Input 1 Arm	0 Arm 1	
304	Input 1 Prd	0 Product 1	Sequential
305	Input 2 (DC)	00 NA	
306	Input 2 Arm	0 Arm 1	
308	Input 2 Prd	0 Product 1	Sequential
309	Input 3 (DC)	00 NA	
310	Input 3 Arm	0 Arm 1	
312	Input 3 Prd	0 Product 1	Sequential
313	Input 4 (DC)	00 NA	
314	Input 4 Arm	0 Arm 1	
316	Input 4 Prd	0 Product 1	Sequential
317	Input 5 (DC)	00 NA	
318	Input 5 Arm	0 Arm 1	
320	Input 5 Prd	0 Product 1	Sequential
321	Input 6 (DC)	00 NA	
322	Input 6 Arm	0 Arm 1	
324	Input 6 Prd	0 Product 1	Sequential
325	Input 7 (AC)	00 NA	
326	Input 7 Arm	0 Arm 1	
328	Input 7 Prd	0 Product 1	Sequential
329	Input 8 (AC)	00 NA	
330	Input 8 Arm	0 Arm 1	
332	Input 8 Prd	0 Product 1	Sequential
333	Input 9 (AC)	00 NA	
334	Input 9 Arm	1 Arm 2	
336	Input 9 Prd	0 Product 1	Sequential
337	Input 10 (AC)	00 NA	
338	Input 10 Arm	1 Arm 2	
340	Input 10 Prd	0 Product 1	Sequential
341	Input 11 (AC)	00 NA	
342	Input 11 Arm	0 Arm 1	
344	Input 11 Prd	0 Product 1	Sequential
345	Input 12 (AC)	10 Gen Purpose In	
346	Input 12 Arm	0 Arm 1	
348	Input 12 Prd	0 Product 1	Sequential
349	Input 13 (AC)	00 NA	
350	Input 13 Arm	0 Arm 1	
352	Input 13 Prd	0 Product 1	Sequential
353	Input 14 (AC)	00 NA	
354	Input 14 Arm	0 Arm 1	
356	Input 14 Prd	0 Product 1	Sequential
357	Input 15 (AC)	00 NA	
358	Input 15 Arm	0 Arm 1	

Figura0.25 Configuración de entradas digitales – permisos

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la figura 3.24 se observa la sección de configuración de entradas digitales, es donde el programador podrá configurar los permisos que dependiendo del nivel de seguridad que se quiera dar a nuestro sistema para ello hemos contemplado los permisos para nuestro sistema considerando la zona en la que este dispositivo se encuentra, se configurara módulos puesta a tierra y los *Printer Tray Switch* para términos de transacciones.

ID	Description	Value	Comments
501	Output 1 (DC)	00 NA	
502	Output 1 Arm	0 Arm 1	
503	Output 1 Mtr	0 Meter 1	Ratio
504	Output 1 Prd	0 Product 1	Sequential
505	Output 2 (DC)	00 NA	
506	Output 2 Arm	0 Arm 1	
507	Output 2 Mtr	0 Meter 1	Ratio
508	Output 2 Prd	0 Product 1	Sequential
509	Output 3 (DC)	00 NA	
510	Output 3 Arm	0 Arm 1	
511	Output 3 Mtr	0 Meter 1	Ratio
512	Output 3 Prd	0 Product 1	Sequential
513	Output 4 (AC)	02 Upstream Solenoid	
514	Output 4 Arm	0 Arm 1	
515	Output 4 Mtr	0 Meter 1	Ratio
516	Output 4 Prd	0 Product 1	Sequential
517	Output 5 (AC)	03 Dwnstream Solenoid	
518	Output 5 Arm	0 Arm 1	
519	Output 5 Mtr	0 Meter 1	Ratio
520	Output 5 Prd	0 Product 1	Sequential
521	Output 6 (AC)	02 Upstream Solenoid	
522	Output 6 Arm	1 Arm 2	
523	Output 6 Mtr	0 Meter 1	Ratio
524	Output 6 Prd	0 Product 1	Sequential
525	Output 7 (AC)	03 Dwnstream Solenoid	
526	Output 7 Arm	1 Arm 2	
527	Output 7 Mtr	0 Meter 1	Ratio
528	Output 7 Prd	0 Product 1	Sequential
529	Output 8 (AC)	03 Dwnstream Solenoid	
530	Output 8 Arm	0 Arm 1	
531	Output 8 Mtr	1 Meter 2	Ratio
532	Output 8 Prd	0 Product 1	Sequential
533	Output 9 (AC)	02 Upstream Solenoid	
534	Output 9 Arm	0 Arm 1	
535	Output 9 Mtr	1 Meter 2	Ratio
536	Output 9 Prd	0 Product 1	Sequential
537	Output 10 (AC)	03 Dwnstream Solenoid	
538	Output 10 Arm	1 Arm 2	
539	Output 10 Mtr	1 Meter 2	Ratio
540	Output 10 Prd	0 Product 1	Sequential
541	Output 11 (AC)	02 Upstream Solenoid	
542	Output 11 Arm	1 Arm 2	
543	Output 11 Mtr	1 Meter 2	Ratio
544	Output 11 Prd	0 Product 1	Sequential

Figura 0.26 Configuración de selenoides aguas arriba y aguas abajo

Fuente: (AUTOR, 2015)

Los elementos de control de despacho que regulan el flujo se encuentran controlando la válvula electro-hidráulica 210 estos selenoides se consideran en la

programación del controlador de flujo como una salida digital como se observa en la figura 3.25.

La selenoide aguas arriba o *up-stream* es aquella que se encuentra a la salida de la unidad de desplazamiento, típicamente es de estado normalmente abierto (N.O), mientras que la selenoide que cierra el circuito es la de aguas abajo o *down-stream* esta se encuentra a la salida de la válvula 210, típicamente es de estado normalmente cerrado (N.C). Como se indicaba en el punto 2.4 la variación de presión en la cámara hace que fluya el producto o a su vez lo detenga.

ID	Description	Value	Comments
901	Analog I/O 1 Function	1 Temp In	
902	Analog I/O 1 Arm	0 Arm 1	
903	Analog I/O 1 Mtr	0 Meter 1	Ratio
905	Analog I/O 1 Type	3 RTD	
906	Analog I/O 1 Cal 1	12290	
907	Analog I/O 1 Cal 2	53221	
908	Analog I/O 1 Low Value	00000.00	
909	Analog I/O 1 High Value	00000.00	
910	Analog I/O 1 RTD Offset	00.00	
911	Analog I/O 2 Function	1 Temp In	
912	Analog I/O 2 Arm	1 Arm 2	
913	Analog I/O 2 Mtr	0 Meter 1	Ratio
915	Analog I/O 2 Type	3 RTD	
916	Analog I/O 2 Cal 1	12286	
917	Analog I/O 2 Cal 2	53221	
918	Analog I/O 2 Low Value	00000.00	
919	Analog I/O 2 High Value	00000.00	
920	Analog I/O 2 RTD Offset	00.00	
921	Analog I/O 3 Function	1 Temp In	
922	Analog I/O 3 Arm	2 Arm 3	
923	Analog I/O 3 Mtr	0 Meter 1	Ratio
925	Analog I/O 3 Type	3 RTD	
926	Analog I/O 3 Cal 1	12278	

Figura0.27 Configuración de RTD y módulos de temperatura

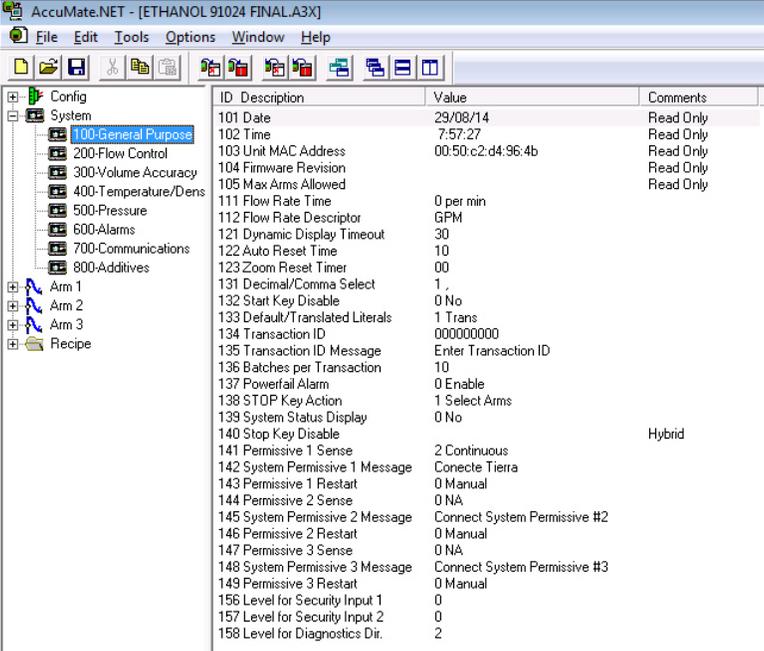
Fuente: (AUTOR, 2015)

Los controladores de flujo para ejecutar su compensación por temperatura este requiere de un dispositivo para que continuamente monitoree la temperatura del producto en la línea; en esta sección como se aprecia en la figura 3.26 se indica al controlador de flujo en el cual se indica la función, el brazo al que esta corresponde,

el medidor al que pertenece, el tipo de dispositivo a emplear así como el modulo encargado de captar esta información. Típicamente el dispositivo a emplearse es una RTD de 4 hilos en sus terminales en estado normal deberá de tener una resistencia equivalente a los 100Ω.

3.9.2 Configuración de sistema

En el bloque de configuración de sistema se pueden configurar alarmas, el nivel de los permisos, mensajes de alarmas, unidades de ingeniería, términos de transacciones, comunicaciones y aditivos.



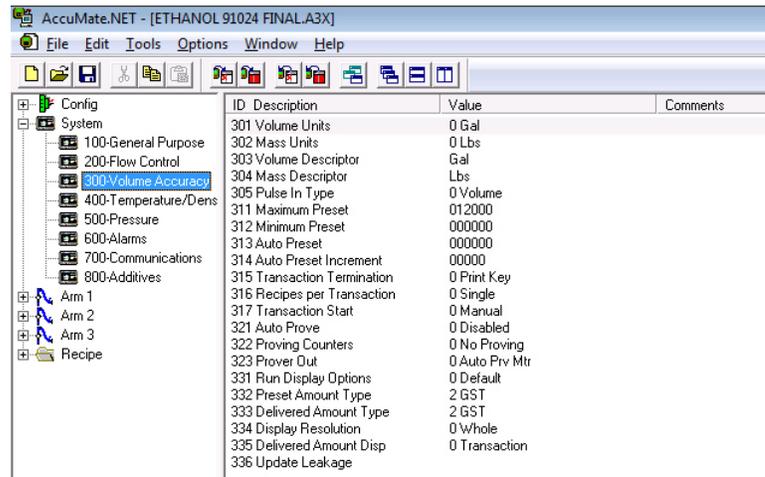
The screenshot shows the 'AccuMate.NET - [ETHANOL 91024 FINALA3X]' application window. The left sidebar displays a tree view with categories: Config, System, 100-General Purpose, 200-Flow Control, 300-Volume Accuracy, 400-Temperature/Dens, 500-Pressure, 600-Alarms, 700-Communications, 800-Additives, Arm 1, Arm 2, Arm 3, and Recipe. The main area displays a table of configuration parameters.

ID	Description	Value	Comments
101	Date	29/08/14	Read Only
102	Time	7:57:27	Read Only
103	Unit MAC Address	00:50:c2:d4:96:4b	Read Only
104	Firmware Revision		Read Only
105	Max Arms Allowed		Read Only
111	Flow Rate Time	0 per min	
112	Flow Rate Descriptor	GPM	
121	Dynamic Display Timeout	30	
122	Auto Reset Time	10	
123	Zoom Reset Timer	00	
131	Decimal/Comma Select	1 .	
132	Start Key Disable	0 No	
133	Default/Translated Literals	1 Trans	
134	Transaction ID	000000000	
135	Transaction ID Message	Enter Transaction ID	
136	Batches per Transaction	10	
137	Powerfail Alarm	0 Enable	
138	STOP Key Action	1 Select Arms	
139	System Status Display	0 No	
140	Stop Key Disable		Hybrid
141	Permissive 1 Sense	2 Continuous	
142	System Permissive 1 Message	Conecte Tierra	
143	Permissive 1 Restart	0 Manual	
144	Permissive 2 Sense	0 NA	
145	System Permissive 2 Message	Connect System Permissive #2	
146	Permissive 2 Restart	0 Manual	
147	Permissive 3 Sense	0 NA	
148	System Permissive 3 Message	Connect System Permissive #3	
149	Permissive 3 Restart	0 Manual	
156	Level for Security Input 1	0	
157	Level for Security Input 2	0	
158	Level for Diagnostics Dir.	2	

Figura0.28 Configuración de sistema - propósito general

Fuente: (AUTOR, 2015)

La sección de propósito general como se observa en la figura 3.27; nos ayuda solamente a configurar elementos básicos como hora, fecha y mensajes de alarmas.



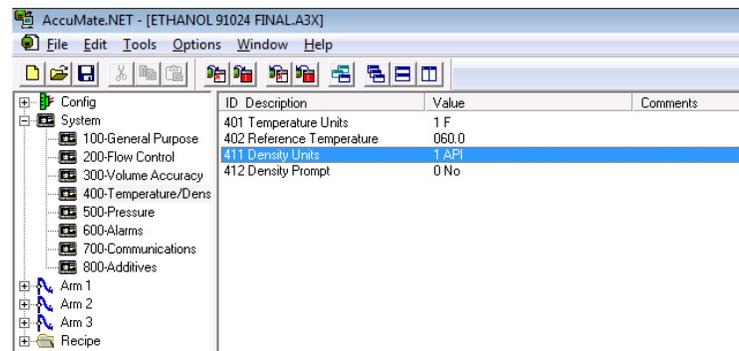
The screenshot shows the 'AccuMate.NET - [ETHANOL 91024 FINAL.A3X]' application window. The left sidebar shows a tree view with 'System' expanded and '300-Volume Accuracy' selected. The main pane displays a table of configuration parameters.

ID	Description	Value	Comments
301	Volume Units	0 Gal	
302	Mass Units	0 Lbs	
303	Volume Descriptor	Gal	
304	Mass Descriptor	Lbs	
305	Pulse In Type	0 Volume	
311	Maximum Preset	012000	
312	Minimum Preset	000000	
313	Auto Preset	000000	
314	Auto Preset Increment	00000	
315	Transaction Termination	0 Print Key	
316	Recipes per Transaction	0 Single	
317	Transaction Start	0 Manual	
321	Auto Prove	0 Disabled	
322	Proving Counters	0 No Proving	
323	Prover Out	0 Auto Prv Mtr	
331	Run Display Options	0 Default	
332	Preset Amount Type	2 GST	
333	Delivered Amount Type	2 GST	
334	Display Resolution	0 Whole	
335	Delivered Amount Disp	0 Transaction	
336	Update Leakage		

Figura0.29 Configuración de sistema - Volumen Accuracy

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la figura 3.28 en la sección *Volumen Accuracy*, se configura unidades de volúmenes, preset máximos y mínimos así como el inicio de la transacción.



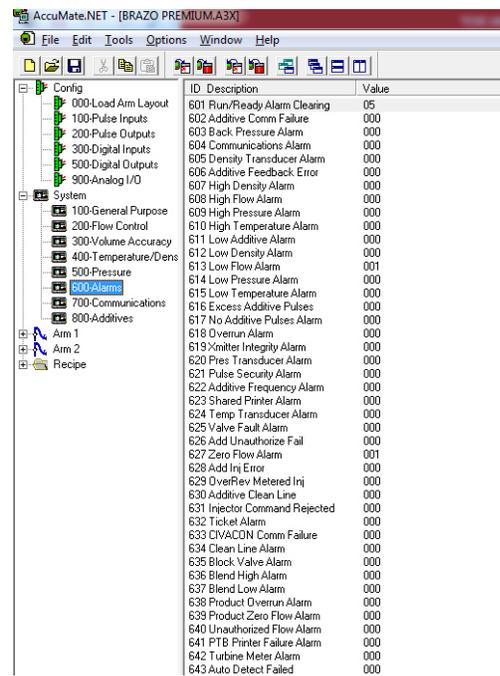
The screenshot shows the 'AccuMate.NET - [ETHANOL 91024 FINAL.A3X]' application window. The left sidebar shows a tree view with 'System' expanded and '300-Volume Accuracy' selected. The main pane displays a table of configuration parameters.

ID	Description	Value	Comments
401	Temperature Units	1 F	
402	Reference Temperature	060.0	
411	Density Units	1 API	
412	Density Prompt	0 No	

Figura0.30 Configuración de sistema -Temperatura y densidades

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la figura 3.29 se observa la sección 400 de temperatura y densidades se configura la referencia de la temperatura con la que el equipo realizara la compensación, la unidad de densidad y la unidad de temperatura.



ID	Description	Value
601	Run/Ready Alarm Clearing	05
602	Additive Comm Failure	000
603	Back Pressure Alarm	000
604	Communications Alarm	000
605	Density Transducer Alarm	000
606	Additive Feedback Error	000
607	High Density Alarm	000
608	High Flow Alarm	000
609	High Pressure Alarm	000
610	High Temperature Alarm	000
611	Low Additive Alarm	000
612	Low Density Alarm	000
613	Low Flow Alarm	001
614	Low Pressure Alarm	000
615	Low Temperature Alarm	000
616	Excess Additive Pulses	000
617	No Additive Pulses Alarm	000
618	Overrun Alarm	000
619	Xmitter Integrity Alarm	000
620	Pres Transducer Alarm	000
621	Pulse Security Alarm	000
622	Additive Frequency Alarm	000
623	Shared Printer Alarm	000
624	Temp Transducer Alarm	000
625	Valve Fault Alarm	000
626	Add Unauthorize Fail	000
627	Zero Flow Alarm	001
628	Add Inj Error	000
629	OverRev Metered Inj	000
630	Additive Clean Line	000
631	Injector Command Rejected	000
632	Ticket Alarm	000
633	CIWACON Comm Failure	000
634	Clean Line Alarm	000
635	Block Valve Alarm	000
636	Blend High Alarm	000
637	Blend Low Alarm	000
638	Product Overrun Alarm	000
639	Product Zero Flow Alarm	000
640	Unauthorized Flow Alarm	000
641	PTB Printer Failure Alarm	000
642	Turbine Meter Alarm	000
643	Auto Detect Failed	000

Figura 0.31 Configuración de sistema – Alarmas

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la figura 3.30 se puede observar que en la sección de configuración de sistema – alarmas solo se ingresan cuáles son las alarmas posibles que puedan causar algún mal funcionamiento del controlador; ente las cuales podemos tener alarmas por bajo flujo, por sobrellenado, tiempo de restablecimiento de transacción entre otros.

ID	Description	Value
701	Arm 1 Comm Address	01
702	Arm 2 Comm Address	02
703	Arm 3 Comm Address	00
704	Arm 4 Comm Address	00
705	Arm 5 Comm Address	00
706	Arm 6 Comm Address	00
707	Comm 1 Function	2 Minicomp Host
708	Comm 1 Baud Rate	5 38400
709	Comm 1 Data/Parity	3 8/None
710	Comm 1 Control	5 Poll & Program
711	Comm 1 Timeout	030
712	Comm 2 Function	0 NA
713	Comm 2 Baud Rate	4 19200
714	Comm 2 Data/Parity	3 8/None
715	Comm 2 Control	5 Poll & Program
716	Comm 2 Timeout	030
717	Comm 3 Function	0 NA
718	Comm 3 Baud Rate	0 1200
719	Comm 3 Data/Parity	0 7/None
720	Comm 3 Control	0 NA
721	Comm 3 Timeout	000
722	Comm 4 Function	0 NA
723	Comm 4 Baud Rate	0 1200
724	Comm 4 Data/Parity	0 7/None
725	Comm 4 Control	0 NA
726	Comm 4 Timeout	000
727	Printer Standby	0 NA
728	Auto Reprint	0 No
729	Printer Auto Tear Off	0 No
731	Comm Link Programming	5 Lev 5 Access
732	Modbus Endian Selection	0 Big
733	Timeout Action	0 Alarm
734	Inhibit Auto Focus	0 No
735	IP Address	3232235521
736	Netmask	4294967040
737	Gateway	0000000000
738	Ethernet Host Control	1 Poll & Program
739	Ethernet Host Timeout	000
740	Prompt Mode	0 Trans Start
741	Prompts Used	0
742	Prompt Timeout	00
743	Prompt 1 Message	Prompt #1
744	Prompt 1 Input Tone	0 Numeric

Figura0.32 Configuración de sistema – Comunicaciones

Fuente: (AUTOR, 2015)

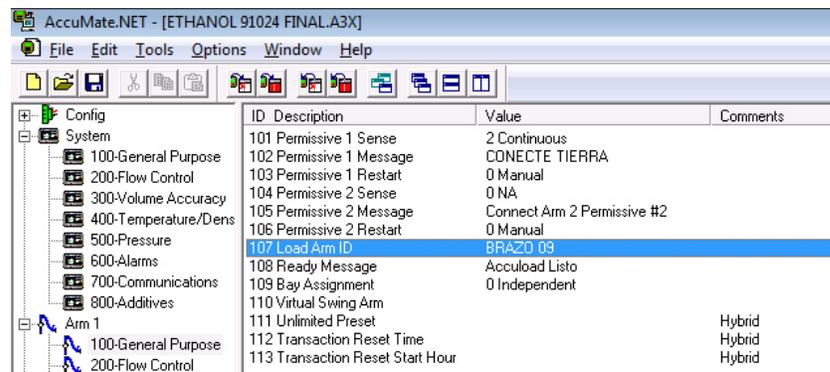
En la figura 3.31 se observa el bloque de configuración de comunicaciones, y es aquí donde se establece el control así como la dirección y puerta de enlace con el computador o red para su integración a otro sistema.

Para operación local se selecciona en control la opción de *Poll&Program* esta nos dará el control del equipo en campo, si deseáramos la integración hacia otro sistema bloqueando el control de campo solo se deberá seleccionar la opción de *Remote Control*.

Adicionalmente en esta sección se podrá establecer cuáles son los niveles de seguridad que se establecerán para la programación, según se establece en el manual de FMC el controlador de flujo volumétrico se podrá establecer hasta un máximo de 5 niveles de seguridad. (FMC TECHNOLOGIES, 2015).

3.9.3 Configuración de los brazos de carga

En esta sección se explicara la forma de programar un brazo de carga, estableciendo los diferentes parámetros que el controlador requiere para su funcionamiento.



ID	Description	Value	Comments
101	Permissive 1 Sense	2 Continuous	
102	Permissive 1 Message	CONECTE TIERRA	
103	Permissive 1 Restart	0 Manual	
104	Permissive 2 Sense	0 NA	
105	Permissive 2 Message	Connect Arm 2 Permissive #2	
106	Permissive 2 Restart	0 Manual	
107	Load Arm ID	BRAZO 03	
108	Ready Message	Accuload Listo	
109	Bay Assignment	0 Independent	
110	Virtual Swing Arm		
111	Unlimited Preset		Hybrid
112	Transaction Reset Time		Hybrid
113	Transaction Reset Start Hour		Hybrid

Figura0.33 Arm 1 - Propósito General

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la figura 3.32 se aprecia la sección de configuración de propósito general para el brazo de carga 1, la misma es muy similar a la sección de propósito general de sistema. En este bloque se establecen el ID del brazo de carga así como los mensajes para estatus de listo y puesta a tierra o permisivos.

ID	Description	Value	Comments
201	Low Flow Start Rate	0200.0	
202	Low Flow Start Amount	0050.0	
203	Low Flow Start % of Batch	00	
204	Low Flow Start Condition	1 BatchStt	
205	High Flow Rate	00500	Ratio
206	Second High Flow Rate	00350	Ratio
207	Start after Stop Delay	005	
208	Overrun Alarm Limit	01	
209	Zero Flow Timer	03	
210	Valve Delay to Open	05	
211	Pump Delay to Off	03	
212	Valve Fault Timeout	03	
213	Valve Fault Amount		
221	Clean Line Amount	0000	Blending
222	Clean Line Product	0 Prd 1	Blending
223	Clean Line Alarm Limit	00	Blending
224	Ratio Adjust Factor	05.0	Ratio
225	Ratio Factor Time	03	Ratio
226	Block Valve Position	0 Always Close	Sequential
227	Additive Stop Amt	0000	
228	Valve Close Delay	000	Unloading
229	1st/2nd Hi Flow Preset	000000	
230	Clean Line Blend	0 No	Ratio
231	Additive Start	0 Batch Start	
232	1st/2nd High Flow		

Figura 0.34 Arm1 - Flow control

Fuente: (AUTOR, 2015)

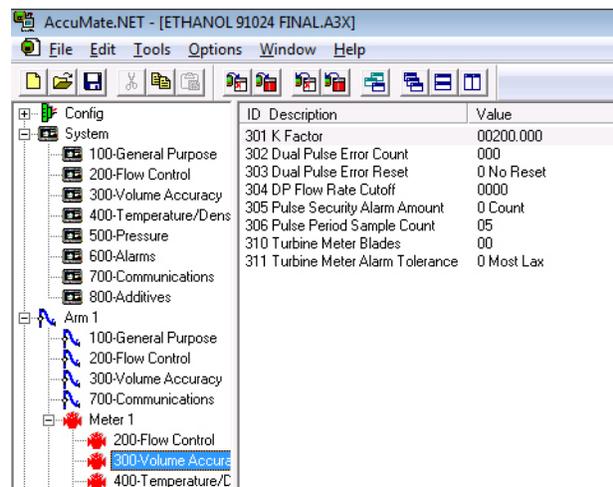
En la figura 3.33 encontramos el bloque de control de flujo en esta sección se establecen las tasas de flujo mínimo para el arranque inicial, la tasa máxima de flujo bajo, así como la primera y segunda tasa de flujo alto. Esto dependerá si en nuestro proceso el flujo que ingresa a la línea sufre algún tipo de variación producto de un variador de velocidad o configuración de distribución.

ID	Description	Value	Comments
201	Valve Type	0 Digital	
202	Kp	000.000	
203	Ki	000.000	
204	Kd	000.000	
205	PID Interval	0.0	
206	Zero Flow Alarm Timer	03	Ratio
207	Overrun Alarm Limit	02	Blending
208	Flow Adjust Tolerance	0.0	Ratio
209	Flow Adjust Timer	02.0	Ratio
210	Meter Plumbing	1 Side Stream	Hybrid
211	Ramp Down Tolerance (Q1)		
212	Ramp Down Tolerance (Q2)		

Figura 0.35 Arm1 - Meter1- Flow control

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la figura 3.34 en la sección de *Arm1- flow control* es donde de decimos al controlador que tipo de selenoide estamos empleando en nuestro sistema así como el tipo de unidad para nuestro proyecto será producto único o Side-Stream.



ID	Description	Value
301	K Factor	00200.000
302	Dual Pulse Error Count	000
303	Dual Pulse Error Reset	0 No Reset
304	DP Flow Rate Cutoff	0000
305	Pulse Security Alarm Amount	0 Count
306	Pulse Period Sample Count	05
310	Turbine Meter Blades	00
311	Turbine Meter Alarm Tolerance	0 Most Lax

Figura 0.36 Arm1 - Meter1 - Volume Accuracy

Fuente: (AUTOR, 2015)

Como se indicaba en el punto 2.7 de este trabajo el PEXE es el elemento que nos indica que cantidad de producto transita sobre la unidad de medida, o dicho de otra forma que cantidad de producto se despacha por medio de la unidad de desplazamiento positivo. En la figura 3.35 el punto que más nos interesa es el 301 que hace referencia al *K Factor* en este punto dependiendo del tipo de unidad que se emplee se escribirá que cantidad de pulsos el equipo traduce como un galón.

La misma configuración se realiza para el medidor 2, considerando siempre el modelo de la unidad a emplear.

ID	Description	Value	Comments
201	Minimum Flow Rate	0050	
202	High Flow Rate	00550	
203	2nd High Flow Rate	00350	
204	Flow Tolerance %	5	
205	Flow Tolerance Rate	000	
206	1st Trip Amount	0050	
207	2nd Trip Amount	00.8	
208	2nd Trip Auto Adjust	0	
209	Excess High Flow Rate	00	
210	Low Flow Alarm Limit	030	
211	Block Valve Delay to Open	00	Sequential
212	Block Valve Delay to Close	00	Sequential
213	Prd Stop Amount	000	Hybrid
214	Prd Stop Alarm	000	Hybrid

Figura0.37 Arm1-Meter1-Product1-Flow Control

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la sección de configuración de producto como se aprecia en la figura 3.36 es donde establecemos el comportamiento que nuestro sistema va a poseer; es decir las tasas de flujo mínimo y máximo así como la tolerancia de estos valores.

ID	Description	Value
301	Minimum Batch Amount	00002
302	Meter Factor 1	1.07146
303	Flow Rate 1	00600
304	Meter Factor 2	1.06786
305	Flow Rate 2	00300
306	Meter Factor 3	0.00000
307	Flow Rate 3	00000
308	Meter Factor 4	0.00000
309	Flow Rate 4	00000
310	Master Meter Factor	0.00000
311	Linear Factor Deviation	0.00
312	Meter Factor Variation Select	0 Disabled
313	Mtr Factor % Change Per Degr...	0.0000
314	Mtr Factor Variation Ref Temp	0000.0
315	Meter Factor 5	
316	Flow Rate 5	

Figura0.38 Arm1-Meter1-Product1-Volume Accuracy

Fuente: (AUTOR, 2015)

Dentro de la sección de programación Arm1-Meter1-Product1-Volume Accuracy como se observa en la figura 3.37, aquí se asocia los diferentes factores de calibración para el ajuste de compensación por variación de temperatura para los diferentes flujos que puedan existir en nuestro sistema; para nuestro proyecto he definido dos flujos un flujo alto a 600 GPM y otro bajo a 300 GPM.

Estos flujos son de importancia ya que el ingreso de los factores de calibración en alta y baja nos garantizara una entrega justa tanto para la Ep Petroecuador como para sus usuarios.

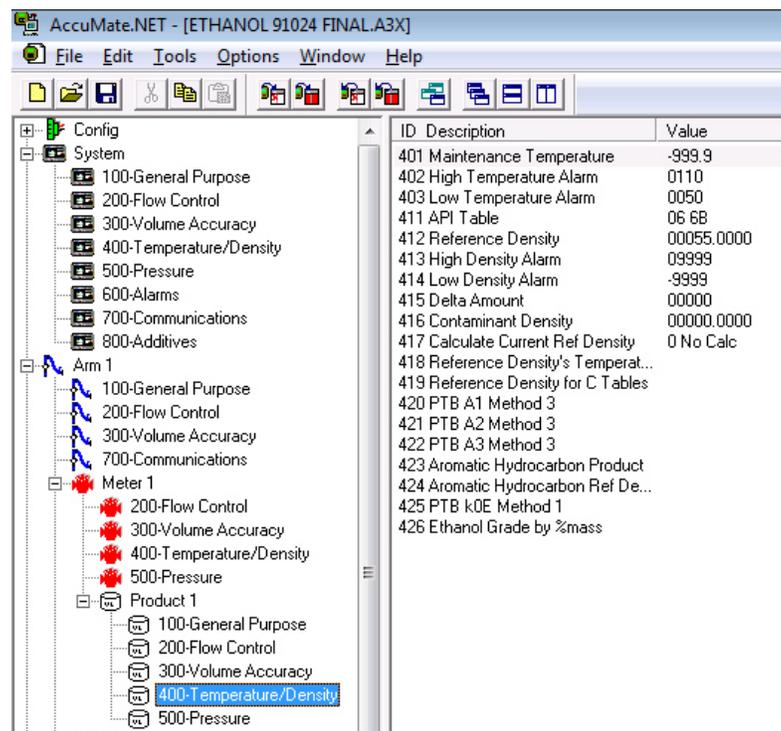


Figura0.39 Arm1-Meter1-Product1-Temperature/Density

Fuente: (AUTOR, 2015)

Para efectuar la compensación de volumen por temperatura que se indicaba en el punta anterior debemos de activar los elementos sensores de temperatura en la figura 3.38 en el punto 401 se puede fijar la temperatura o dejarla abierta al sensor como se aprecia en la figura 3.38., adicionalmente se configuraran los niveles de alarma por alta o baja de temperatura esto variara dependiendo de la zona en la que se realiza la instalación para la zona costa los niveles de alta son de 110°F y mínima de 50°F.

Otro de los puntos a configurar es la densidad para ello tenemos que insertar o habilitar la tabla de referencia API 6B la cual se emplea para productos limpios, la referencia de densidad medida se efectuara con un laboratorito, esta nos servirá como una guía para la tabla 6B. Ingresando estos datos el controlador está listo para efectuar la compensación de volumen por temperatura.

Para las unidades secundarias se repite el proceso que hemos indicado en este trabajo.

3.9.4 Recetas

En la sección de configuración de brazos de carga podemos darnos cuenta que se ingresa o se habilita los elementos necesarios para efectuar una compensación de un volumen en función de la variación de la temperatura.

Las recetas le dicen al controlador de flujo que tipo de producto posee en cada uno de sus brazos, si son de tipo continuo, hibrido o de mezcla paralela en línea en controlador podrá poseer hasta un máximo de 50 recetas.

El operador podrá seleccionar cualquier producto que se disponga dentro del tren de medición de una forma sencilla de forma que él pueda disponer en nuestro proyecto de dos productos como son un brazo de diésel Premium y dos brazos de Bio-combustible.

En la figura 3.39 se podrá visualizar los diferentes productos y particularmente la forma o proporcionalidad que debe de tener el despacho de Bio-combustible.

ID	Description	Value	Comments
001	Recipe Used	1 Load Arm 1	
002	Recipe Name	ECO-PAIS	
003	HM Class Prod	0 Product 1	
004	1st Delivered	0 Not Used	Sequential, Unlo...
005	1st Percentage	95.00	Blending
006	2nd Delivered	0 Not Used	Sequential
007	2nd Percentage	005.00	Blending
008	3rd Delivered	0 Not Used	Sequential
009	3rd Percentage	000.00	Blending
010	4th Delivered	0 Not Used	Sequential
011	4th Percentage	000.00	Blending
012	5th Delivered	0 Not Used	Sequential
013	5th Percentage	000.00	Blending
014	6th Delivered	0 Not Used	Sequential
015	6th Percentage	000.00	Blending
016	Clean Line Deduct	0 Product 1	Blending
017	Add Inj 1 Amount/Cycle	0000.000	
018	Add Injector 1 Rate	000.0	
019	Prods Using Inj 1	0	Blending
020	Add Inj 2 Amount/Cycle	0000.000	

Figura0.40 Recetas

Fuente: (AUTOR, 2015)

En la figura 3.39 podemos visualizar la proporción que le corresponde a nuestro proyecto en esta fase que es de 95% de pre-mezcla y 5% de ethanol.

3.10 Calibración

La calibración de los factores de calibración de un controlador de flujo se le realiza mediante una unidad referencial que para el contraste volumétrico se emplea

un comprobador volumétrico manual *Seraphin* calibrado anualmente por la INNEN con capacidad de 500 Gal Nat.

$$\text{NUEVO FACTOR} = (\text{VOLUMEN ACTUAL} * \text{FACTOR ANTIGUO} * \text{K FACTOR}) / \text{ENTRADA DE PULSOS}$$

Ecuación 0.1 Cálculo de nuevo factor de calibración inicial

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

En la ecuación 3.1 podemos observar la forma para calcular el nuevo factor de calibración de las unidades de medida tanto primaria como secundaria.

$$\text{NUEVO FACTOR} = (\text{FACTOR ANTIGUO} * (\text{K FACTOR}) / 10) / \text{SALIDA MAX DE FRECUENCIA}^2$$

Ecuación 0.2 Cálculo de nuevo factor de calibración empleando salida máx. de pulsos

Fuente: (FMC TECHNOLOGIES, 2015)

En la ecuación 3.2 se presenta otra forma de calcular el valor del nuevo factor de calibración pero ahora empleando la salida máxima de pulsos, lo podríamos resumir en una fórmula más sencilla como se aprecia en la ecuación 3.3

$$\text{NUEVO FACTOR} = \text{FACTOR ANTIGUO} * 0.002$$

Ecuación 0.3 Cálculo de nuevo factor de calibración - resumida

Fuente: (AUTOR, 2015)

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

4.1 Conclusiones

El cambio en la programación de despacho por medio de inyectores es una forma poco practica si mantenemos la actual arquitectura de inyección de ethanol, esto dado que este sistema solo responde efectivamente en su mezcla con tasas de flujo bajo lo que con lleva despachos más prolongados y poca garantías que la dosificación de ethanol sea al 5%.

La nueva forma planteada para modificar la arquitectura a una disposición de tres bombas en paralelo con una retroalimentación de presión sobre el único cabezal de distribución, es una forma económica de garantizar que el proceso garantice un *Blending* del 5% con tasas de flujo más elevadas por encima de los 500 GPM.

El cambio en la programación de inyectores a un sistema de *Blending* paralelo trata a cada unidad como unidades independientes que al final deberán aportar con el porcentaje que se requiera según el *batch* que se solicite sin importar si el flujo es alto o bajo; esto minimizaría los tiempos de despacho optimizando recurso humano y recortando los tiempos de exposición a gases o vapores.

4.2 Resultados

Como resultado del cambio en el diseño del sistema de inyección de ethanol se logro los mejorar los siguientes puntos:

1. sostener una presión en el cabezal de ethanol a 60 PSI.
2. Incrementar las tasas de flujo a 550 GPM.
3. Minimizar los tiempos de despacho.
4. Mejorar el blending del 4,1 en promedio con el sistema antiguo a 5,1 con la solución propuesta.

RECOMENDACIONES

Una vez realizada las pruebas de disparo en laboratorio al momento de la instalación en el campo se recomienda etiquetar todas y cada una de las señales como punto de partida para que de esta forma cualquier técnico de accuload sepa rápidamente identificar sus señales en la masa.

Adicionalmente, se recomienda dejar habilitada la IP de los controladores y realizar la conexión hacia un centro de control, para de esta forma realizar un seguimiento y mantenimiento de todos los controladores desde cualquier parte del terminal sin necesidad de abrir el controlador.

Se recomienda realizar un plan de mantenimiento periódico con la finalidad de asegurar que los factores de calibración de las unidades no se desvíen, ya que esto generaría alarmas por falla en la entrega de producto tanto del medidor principal como el secundario.

REFERENCIAS

ANSI/ISA-S5.1. (13 de 7 de 1992). *INSTRUMENTATION SYMBOLS AND IDENTIFICATION*. Obtenido de INSTRUMENTATION SYMBOLS AND IDENTIFICATION:

https://instrumentacionhuertas.files.wordpress.com/2013/07/s_51.pdf

AUTOR. (2015). *ESTUDIO PARA MEJORA DEL SISTEMA DE BIO-COMBUSTIBLE DEL TERMINAL PASCUALES DE EP PETROECUADOR*. GUAYAQUIL: N/A.

B&B ELECTRONICS. (1 de 11 de 2014). *B&B ELECTRONICS*. Obtenido de LEARNING CENTER: www.bb-elec.com

Baldor Electric Company. (1 de 9 de 2009). *Duty Master®*. Recuperado el 1 de 1 de 2015, de Above NEMA Frame AC Induction Motors:

<http://www.reliance.com/pdf/motors/brochures/BR435.pdf>

Earley, M. N. (2005). *National Electrical Code Handbook* (3 ed.). Massachusetts: R. R. Donnelley/Willard.

EngineersGarage. (7 de march de 2013). *EngineersGarage*. Obtenido de EngineersGarage: <http://www.engineersgarage.com/>

Flowserve. (1 de 11 de 2014). *Durco® Mark 3™*. Recuperado el 1 de 2 de 2015, de ASME (ANSI) Chemical Process Pump:

<http://www.flowserve.com/files/Files/Literature/ProductLiterature/Pumps/ps-10-13-4.pdf>

FMC TECHNOLOGIES. (1 de 1 de 2015). *FMC TECHNOLOGIES MEASUREMENTS SOLUTIONS*. Obtenido de FMC TECHNOLOGIES MEASUREMENTS SOLUTIONS:

<http://www.fmctechnologies.com/en/MeasurementSolutions/OnlineServices/Software/ALIIINet.aspx>

ISA-5.5-1985. (3 de 2 de 1986). *Graphic Symbols for Process and Displays*. North Carolina, North Carolina, E.E.U.U.

MINISTERIO COORDINADOR DE PRODUCCION, EMPLEO Y COMPETITIVIDAD. (22 de 8 de 2014). *MINISTERIO COORDINADOR DE PRODUCCION, EMPLEO Y COMPETITIVIDAD*. Recuperado el 10 de 1 de 2015, de ECOPAÍS: UNA MUESTRA DEL CAMBIO DE LA MATRIZ PRODUCTIVA:

<http://www.produccion.gob.ec/ecopais-una-muestra-del-cambio-de-la-matriz-productiva/>

NORMAS ISA-5.3. (1 de 1 de 2015). *WEBDELPROFESOR.ULA.VE*. Obtenido de http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oscaror/CursosDictados/web%20instrumentacion%20industrial/3%20desarrollo%20de%20proyectos/normas%20ISA/STANDARD/S_53.PDF

SMITH METER. (1 de 1 de 2014). *FMC TECHNOLOGIES*. Obtenido de MEASUREMENTS SOLUTIONS MANUALS: <file:///C:/Users/user/Downloads/Model%20210%20Digital%20Electro-hyd%20Set-stop%20IO.pdf>

TECHNOLOGIES, FMC. (9 de SEPTEMBER de 2013). *SMITH METER ACCULOAD III.NET ACCUMATE*. Recuperado el 10 de 12 de 2014, de MEASUREMENT SOLUTIONS: www.fmctechnologies.com/measurementsolutions

WIND, W. M. (2 de 1 de 2015). *WE MASTER WIND*. Obtenido de http://www.walchem.com/literature/Controllers/WM/180413_WIND%20Modbus%20Manual.pdf

GLOSARIO

API:	<i>American Petroleum Institute.</i>
NEMA:	<i>National Electrical Manufactures Association.</i>
NEC:	<i>National Electrical Code.</i>
DuttyCycle:	<i>Porción De Tiempo Que Le Dura A Un Sistema Operar.</i>
PSI:	<i>Pounds Square Inch – Libras Por Pie Cuadrado</i>
GAL:	<i>Abreviación empleada para galones</i>
GPM:	<i>Galones por minuto</i>
RPM:	<i>Revoluciones por minuto</i>
IN:	<i>Unidad de medida para indicar pulgadas</i>
Blending:	<i>Mezcla entre dos o más productos</i>
Flow-Rate:	<i>Tasa de flujo</i>
Side-Stream:	<i>Corriente lateral</i>
Up-Stream:	<i>Aguas arriba – definición empleada para indicar ubicación en el proceso.</i>
Down-Stream:	<i>Aguas abajo - empleada para indicar ubicación en el proceso.</i>
Straight:	<i>Sin conexión.</i>
IP:	<i>Protocolo de internet.</i>
TB:	<i>Bloque de Terminales.</i>
INEN:	<i>Servicio Ecuatoriano de Normalización.</i>