



**PRÁCTICA INDUSTRIAL EN APOYO A LA AUTOMATIZACIÓN
Y CONTROL DE EQUIPOS PARA LA CONFIABILIDAD
DE UN ÓPTIMO SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE**

**PETRÓLEOS DEL MILENIO
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

MILENA GUTIÉRREZ JIMÉNEZ

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA**

2009

**PRÁCTICA INDUSTRIAL EN APOYO A LA AUTOMATIZACIÓN
Y CONTROL DE EQUIPOS PARA LA CONFIABILIDAD
DE UN ÓPTIMO SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE**

**PETRÓLEOS DEL MILENIO
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

DEPENDENCIA OPERACIONES

MILENA GUTIÉRREZ JIMÉNEZ

Informe para optar el título como Ingeniero Electrónico

Tutor

ALFONSO RAFAEL FLÓREZ BENÍTEZ

Director de Operaciones

Ingeniero de Producción

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA**

2009

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, Julio de 2009

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por las bendiciones recibidas durante la carrera universitaria y por permitirme realizar una enriquecedora práctica empresarial. Por ser mi guía en el día tras día para mi fortalecimiento integral como profesional, con principios y valores que facilitaran el desarrollo de metas propuestas a lo largo de mi vida.

A mis padres, quienes con esfuerzo desde los primeros años me brindaron la oportunidad de estudiar y poder llegar a ser una profesional de orgullo para ellos. Por la educación que me inculcaron y el apoyo constante e inagotable durante esta etapa. A mis hermanos y familiares, gracias por ser parte de este logro.

También agradezco a mis docentes y compañeros, con quienes logré adquirir las herramientas adecuadas para consolidar mi perfil profesional. Ellos hacen parte de una inolvidable etapa de mi vida, donde con los conocimientos recibidos de nuestros profesores, juntos logramos superar los obstáculos y ser competitivos en el campo de la ingeniería electrónica.

Finalmente agradezco a una persona muy especial, quien es parte de mis últimos logros alcanzados; siempre me apoyó, colaboró y de alguna manera me guió a fortalecer debilidades y a construir mi propio criterio ante las situaciones presentadas en el área laboral. A mi tutor de práctica de quien recibí excelentes conocimientos de ingeniería, enseñanzas y fortalecimiento espiritual, gracias por brindarme la oportunidad y contribuir en esta meta alcanzada.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres Ramiro Gutiérrez Gutiérrez y María del Carmen Jiménez de Gutiérrez, quienes me apoyaron desde el primer momento que decidí estudiar Ingeniería Electrónica, por sus enseñanzas, consejos y ejemplos que hicieron de mi una persona íntegra. A mis hermanos Johan y Ramiro Gutiérrez Jiménez quienes me enseñaron a desenvolverme sin tener al lado a mis padres, quienes me cuidaron y brindaron buenos ejemplos para sacar adelante mi carrera universitaria.

A todas aquellas personas que han estado a mi lado y al lado de mi familia, encomendándonos a Dios en sus oraciones para ser bendecidos y poder superar adversidades.

Finalmente a Andrés quien ha sido parte y ha visto cumplir mis últimos logros, quien con su amor, comprensión y palabras justas en el momento indicado contribuyó a escalar otro peldaño más de mi proyecto de vida.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
OBJETIVOS	22
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	24
1.1 NOMBRE, DIRECCIÓN Y UBICACIÓN	24
1.2 PERFIL	24
1.3 IMAGEN	25
1.4 MISIÓN	25
1.5 VISIÓN	26
1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	26
1.7 POLÍTICA DE CALIDAD Y OBJETIVOS DE CALIDAD	27
1.8 MAPA DE PROCESOS	28
1.8.1 Abastecimiento y entrega del combustible	28
1.8.1.1 Combustibles líquidos comercializados	31
1.8.1.1.1 Gasolina corriente	31
1.8.1.1.2 Gasolina extra	31
1.8.1.1.3 ACPM	32
1.8.1.1.4 Diesel marino	32
1.8.1.1.5 B-100	33
1.8.1.1.6 Aditivo Hitech	33
2. MARCO TEÓRICO	35
2.1. INSTRUMENTACIÓN EN TANQUES VERTICALES	35
2.1.1 Radar de Onda guiada (FMP 40)	35
2.1.2 Prothermo (NMT 532)	40
2.1.3 Monitor de tanque (NRF 590)	41
2.1.4 Supervisorio de monitoreo	42

2.1.5 Conexiones y comunicación entre equipos	43
2.2. INSTRUMENTACIÓN EN TANQUES HORIZONTALES	44
2.2.1 Transmisor de nivel	44
2.2.2 Sensor de temperatura	45
2.2.3 Nivel de protección de los equipos	45
2.3 CENTRAL DE CONTROL DE MOTORES (CCM)	48
2.3.1 PLC y FCM	49
2.4 MULTILOAD	51
2.4.1 Funcionamiento general del sistema	52
2.4.2 Modos de operación	54
2.4.2.1 Local Control Mode	55
2.4.3 Control de flujo y tipos de despachos	55
2.4.3.1 Single Product Delivery	56
2.4.3.2 Ratio Blending	59
2.4.4 Control de aditivo	60
2.4.5 Diagnósticos	61
2.4.6 Operación	62
2.5 SCULLY O PUESTA A TIERRA DEL CARROTANQUE	63
2.6 MEDIDORES DE FLUJO	63
2.7 SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI)	65
2.8 GENERADOR ELÉCTRICO	67
3. EQUIPO DE CONTROL DEL DESPACHO DE COMBUSTIBLE (MULTILOAD)	68
3.1 REGISTROS DE CONTROL	68
3.1.1 Control diario de los Multiload	68
3.1.2 Cambio de claves e ingreso de nuevos usuarios para el acceso a los Multiload	69
3.1.3 Alarmas	69
3.1.4 Control resumen mensual de funcionamiento de los Multiload	71

3.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y MEJORAS REALIZADAS	71
4. SCULLY O PUESTA A TIERRA DE LOS CARROTANQUES	78
4.1 REGISTRO DE CONTROL	78
4.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y ACCIONES CORRECTIVAS	78
5. RADARES, PROTERMOS, RTD Y MONITORES	81
5.1 REGISTROS DE CONTROL	81
5.1.1 Control diario de instrumentación en tanques	81
5.1.2 Control mensual de instrumentación en tanques	82
5.1.3 Estado actual de instrumentación en tanques	82
5.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y ACCIONES CORRECTIVAS	82
6. MEDIDORES DE FLUJO	94
6.1 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y ACCIONES CORRECTIVAS	94
7. SISTEMA CONTRA INCENDIOS	98
8. ACTIVIDADES ANEXAS AL DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO	101
8.1 CONTADORES MECÁNICOS	101
8.2 SUPERVISIÓN	102
8.3 CONTROL DE HUMEDAD Y CORROSIÓN EN EQUIPOS	103
8.4 CAPACITACIONES	104
9. CONCLUSIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXOS	110

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Niveles de protección IP	46
Tabla 2. Niveles de protección NEMA	48

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. FCM	49
Imagen 2. Celda de FCM y PLC	49
Imagen 3. Medidor de flujo de gasolina extra, corriente y ACPM	64
Imagen 4. Medidor de flujo de B-100	65
Imagen 5. Revisión y solución a alarmas presentadas en ACPM costado 2	73
Imagen 6. Mantenimiento correctivo a minibloque de aditivación MOGAS costado 1	76
Imagen 7. Mantenimiento correctivo a equipo de puesta a tierra de carrotanques	78
Imagen 8. Instalación de techos para protección de equipos	84
Imagen 9. Estado de equipos de instrumentación en tanques durante la inspección	90
Imagen 10. Mantenimiento correctivo de sellos cortafuegos en acometida eléctrica de la instrumentación en tanques	87
Imagen 11. Ajuste de roscas a los equipos de la instrumentación en tanques	88
Imagen 12. Mantenimiento correctivo a cajas de paso o pasacables en tanques	88

Imagen 13. Instalación de techos a monitores de la instrumentación en tanques	90
Imagen 14. Detección de empalme en el lazo de comunicación de la RTD tanque 8	91
Imagen 15. Corrección de empalme encontrado en el lazo de comunicación de la RTD tanque 8 e identificación de señales de la instrumentación de tanques horizontales al PLC	92
Imagen 16. Cambio de medidor de flujo de B-100 costado 2	96

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura Organizacional de PETROMIL	26
Figura 2. Diagrama de abastecimiento del combustible	28
Figura 3. Proceso del despacho de combustible	29
Figura 4. Diagrama general de despacho terrestre y marino	30
Figura 5. Mapa de procesos C.I PETROMIL S.A	34
Figura 6. Conexiones y comunicación entre equipos	43
Figura 7. Control de un medidor por una FCM	51
Figura 8. Configuración general del sistema a nivel de hardware	53
Figura 9. Control de la FCM a nivel de bahía	54
Figura 10. Etapas de un despacho en la programación del Multiload	56
Figura 11. Etapas de despacho del tipo Single Product Delivery	57

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Diagrama de módulos de una FCM	111
Anexo B Registro de control diario de los Multiload	112
Anexo C Alarmas en los Multilod	113
Anexo D Cronograma de mantenimiento de filtros	114
Anexo E Control mensual del funcionamiento de los Multiload	115
Anexo F Dispositivos, herramientas y equipos críticos y necesarios	116
Anexo G Identificación y distribución de las FCM	117
Anexo H Control general de equipos	118
Anexo I Control diario de instrumentación en tanques	119
Anexo J Control mensual de instrumentación en tanques	121
Anexo K Estado actual de instrumentación en tanques	122
Anexo L Corridas de verificación de los medidores de flujo para el mes de marzo	124
Anexo M Procedimiento de calibración de medidores	125
Anexo N Estado de los incidentes	127
Anexo O Certificación multidetector de gases	128
Anexo P Certificación HSE	129
Anexo Q Cronograma de mantenimiento a cajas de paso y cajas eléctricas	130
Anexo R Estudiante en práctica en PETROMIL – Cartagena	131

GLOSARIO

BAHÍA: está compuesta por un conjunto de equipos y herramientas reunidos en un área común para el despacho de combustible. También es conocido como llenadero.

BOMBA HYDROFLOW: motobomba que permite el suministro de agua no potable a toda la planta. Enciende detectando la presión, una vez se baje de 20 psi y mediante su funcionamiento permite un aumento hasta los 45 psi.

BOMBA JOCKEY: bomba del sistema contra incendios que ayuda a subir y mantener la presión del sistema. Su funcionamiento esta graduado para encender a una presión mínima de 65 psi hasta una presión máxima de 135 psi.

CCM (Central de Control de Motores): lugar de PETROMIL que está conformado por celdas o cubículos y permite el control y operación de los motores de la planta.

CORRIDA DE VERIFICACIÓN: es un ejercicio de verificación de la precisión de los medidores de flujo. Para un medidor como mínimo se deben hacer dos corridas si es el caso de repetitividad en los resultados, de lo contrario se hace necesario de tres o más corridas hasta obtener una cantidad dada por el medidor repetida en las diferentes corridas que se realicen.

DISYUNTOR: elemento que actúa interrumpiendo o cerrando un circuito eléctrico ante fugas o descargas a tierra.

ETHERNET: estándar de transmisión de datos para redes de computadores de área local (LAN). En PETROMIL la comunicación PLC – supervisorio se hace bajo un canal de comunicaciones sobre protocolo Ethernet.

FCM (Flow Control Module): modulo de control de flujo que provee el control de la corrida de un medidor.

HART (High way-Addressable-Remote-Transducer): protocolo que agrupa la información digital sobre la señal analógica típica de 4 a 20 mA DC. Este protocolo habilita la comunicación digital bidireccional con instrumentos inteligentes sin perturbar la señal analógica de 4-20 mA. Además permite la transmisión tanto de la señal analógica de 4-20 mA y la señal de comunicación digital simultáneamente sobre la misma instalación eléctrica.

K FACTOR: es el número de pulsos generados por el medidor por unidad de volumen, se utiliza para determinar el factor del medidor. Es un valor originado de fábrica o suministrado por empresas certificadas y se debe retener como un valor fijo.

MINIBLOQUES DE ADITIVACIÓN: pequeños bloques conformados por válvula de salida, solenoide y parte mecánica que permite el proceso de la aditivación el cual es controlado desde el Multiload. La inyección de aditivo se hace para la gasolina extra y corriente, por lo cual se cuenta con tres minibloques que corresponden a las dos líneas de mogas o gasolina corriente y uno para gasolina extra.

MODBUS: protocolo de comunicaciones usado en PETROMIL para la comunicación de los resultados del sistema de medida de nivel y temperatura en tanques a un ordenador.

MULTILOAD: herramienta que permite el control y la automatización de una bahía de carga. Es decir controla y optimiza la operación en el llenadero.

PERMISIVO: equipo que trabaja en conjunto con el Multiload y le permite la digitación y por ende el despacho de los productos al carrotanque. De lo contrario genera alarma en el Multiload como indicación del no funcionamiento del equipo. En PETROMIL los Multiload solo cuentan con un permisivo: Scully o puesta a tierra de los carrotanques.

PICK UP: es un sensor inductivo el cual sirve para detectar materiales metálicos para aplicaciones de conteo, posicionamiento, detección de paso, control de presencia o ausencia, entre otros, para proveer una salida que responde a una magnitud la cual es una cantidad física, propiedad o condición de una variable que es medida.

PLC (Controlador Lógico Programable): dispositivo electrónico que controla la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales. En PETROMIL se cuenta con dos PLC, uno para la para la obtención de datos de la instrumentación en tanques, los cuales una vez obtenidos, los pasa a través de Ethernet a un computador supervisorio.

PSI (Pounds per Square Inch): unidad de medida de presión cuyo valor equivale a una libra por pulgada cuadrada.

PT100: resistencia que varía su valor a los cambios de temperatura.

PULSER INPUT: método de funcionamiento de la inyección de aditivo que consiste en un medidor de control de flujo que lleva el conteo de la cantidad de la cantidad de aditivo que se esta inyectando.

RS232: estándar para la conexión serial de señales de datos entre un equipo terminal de datos y equipo de terminación del circuito de datos. Se limita a distancias mayores a 15 metros de largo, y transmiten a una velocidad de 20 KB/s.

RS485: estándar de comunicaciones multipunto ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos.

RTD (Resistance Temperature Detector): sensor de temperatura resistivo basado en el efecto que tiene la temperatura en la conducción de los electrones para que, ante un aumento de temperatura, haya un aumento de la resistencia eléctrica que presentan.

SCI (Sistema Contra Incendios): sistema que realiza su encendido inmediato reaccionando a una acción de señal para poder ayudar a controlar el fuego en áreas específicas.

SCULLY: equipo de puesta a tierra de los carrotanques, el cual permite la descarga del vehículo mediante la conexión de una pinza al tanque del carro.

RESUMEN

PRACTICA INDUSTRIAL EN APOYO A LA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE EQUIPOS PARA LA CONFIABILIDAD DE UN ÓPTIMO SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

MILENA GUTIÉRREZ JIMÉNEZ

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

EDGAR BARRIOS UREÑA - ALFONSO RAFAEL FLÓREZ BENÍTEZ

DOCENTE DIRECTOR DE PRÁCTICA – SUPERVISOR DE PRÁCTICA

PALABRAS CLAVES: AUTOMATIZACIÓN, MANTENIMIENTO, CONTROL, INSTRUMENTACION, INSPECCION, REGISTROS DE CONTROL.

En el documento se informan las actividades que la estudiante en práctica industrial realizó durante seis meses en C.I. PETROMIL S.A. como apoyo a la automatización y control de equipos para un eficiente, confiable, seguro y rentable suministro de combustible, guiado por los ingenieros en planta, proveedores y manuales de los equipos para el desarrollo de la misma. Siendo la estudiante en práctica la encargada de recopilar la información de los equipos mediante registros de control diario, el manejo de la instrumentación en tanques y la electrónica de control y automatización en el llenadero, conocimiento y manejo del CCM (Central de Control de Motores), coordinación de inspección y mantenimientos preventivos y correctivos de equipos. Se documentaron procedimientos e instructivos de uso de sistemas y equipos. Se creó base de datos con la hoja de vida de la instrumentación en tanques, estado de los incidentes ocurridos en planta y se menciona el entrenamiento teórico-práctico que obtuvo la estudiante, mencionando las actividades y curso-talleres que realizó en la empresa y fuera de ella. Todas estas actividades cumplidas en un 100%, fortalecieron el mantenimiento preventivo de la empresa, redujeron costos directos e indirectos y generaron el aumento del número de recomendaciones para inspección de equipos y sistemas de los procesos de distribución de combustible.

SUMMARY

INDUSTRIAL PRACTICING TO THE SUPPORT, AUTOMATION AND CONTROL
EQUIPMENT FOR THE RELIABILITY OF AN OPTIMAL FUEL SUPPLY

MILENA GUTIERREZ JIMENEZ

ELECTRONICS ENGINEERING

EDGAR BARRIOS UREÑA - ALFONSO RAFAEL FLOREZ BENITEZ

DIRECTOR OF PRACTICE- MANAGER OF PRACTICE

KEY WORDS: AUTOMATION, MAINTENANCE, CONTROL,
INSTRUMENTATION, INSPECTION, CONTROL REGISTERS.

This document will report on the activities that the student performed in the industrial practice for six months in CI PETROMIL S.A. to support the automation and control equipment for an efficient, reliable, secure and cost effective supply of fuel, driven by plant engineers, suppliers of equipment and manuals for its own development. Being the practicing student in charge of collecting information from computers through daily records, handling of the instrumentation in the tank and electronic control and automation in "llenadero", knowledge and management of the CCM, coordination of inspection and preventive maintenance and corrective equipment.

The Student Documented all procedures and instructions for the property use of systems and equipment. Database was created with the summary of the instrumentation in tanks, state of incidents presented in plant and the theoretical - practicing training that student received, mentioning all the activities and courses that the student took part in the workplace and outside of it. All these activities performed by 100%, makes me stronger in the preventive maintenance of the company, reducing directly and indirectly costs and generating an increase in the number of inspection equipment and systems for fuel distribution processes.

INTRODUCCIÓN

En la práctica industrial realizada en PETROMIL, se alcanzaron los objetivos propuestos y actividades anexas al plan de trabajo formulado.

Inicialmente se llevó a cabo la inducción empresarial, la cual consistió en el conocimiento de la organización; es decir, en conocer a PETROMIL como una empresa Colombiana distribuidora mayorista de combustible; se hizo recopilación de información y conocimiento de las instalaciones para el estudio de los equipos de trabajo diario en planta.

Seguido de esto se realizaron formatos de control diario de los equipos para visualizar más detalladamente el estado de cada uno de ellos. Una vez identificado y analizado su estado y el riesgo de falla, se llevaron a cabo planes de mantenimiento preventivo y correctivo y actividades que involucraban mejoramiento de los sistemas; se crearon hojas de vida, formatos resumen general de equipos y se realizó una base de datos con los elementos críticos y necesarios en planta.

Además de esto, se llevaron a cabo las calibraciones de los equipos y sistemas en compañía de las empresas certificadas como lo son Saybolt (calibración de medidores de flujo) y Kopper Automatizaciones (calibración de instrumentación en tanques e inyección de aditivos).

La estudiante participó de seminarios y capacitaciones que fortalecieron su conocimiento respecto a los equipos manipulados en planta y la seguridad en la misma.

Siendo proactivo, a la estudiante en práctica se le dió la oportunidad de desempeñarse como supervisor de planta en diversas ocasiones paralelo al cumplimiento del plan de trabajo, dejando implementados formatos de control del estado de los carrotanques, estado de los incidentes (organización del histórico y la descripción detallada de cada uno en la red interna de la empresa), histórico del aforo de las bodegas de los carrotanques y modificaciones en el control de las mediciones de aforo de las bodegas; los cuales han servido de gran ayuda para el área de operaciones dado que disminuye eventos no conformes y permiten realizar los análisis para determinar las acciones correctivas y de mejora.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Apoyar el área de operaciones de C.I. PETROMIL S.A. durante seis meses, en el control, automatización y cuidado de los equipos que intervienen en el proceso de la distribución de combustible, documentando en registros de control diario el estado de los mismos, realizando diagnóstico de fallas, desarrollo y ejecución de programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Participar en el desarrollo de un eficiente, seguro y rentable despacho, mediante la automatización, control y mejora de sistemas que son de alta prioridad en la planta para seguridad y despacho de productos (Sistema Contra Incendios, motobomba P-107, control de acceso al CCM, motobomba P-106).
- Llevar a cabo las calibraciones de la instrumentación en tanques, medidores de flujo (en el llenadero) y equipo detector de gases, garantizando la entrega oportuna, calidad del producto y la satisfacción del cliente.
- Diagnosticar el riesgo de falla de los equipos electrónicos que intervienen en los procesos de la empresa (despacho de combustible, Sistema Contra Incendios, medición de tanques, Planta Eléctrica, recibo de producto) y dar solución a los existentes y los que se presenten durante el periodo de práctica

- Creación de procedimientos de la operación y cuidado básico de equipos, programación y configuración de sistemas. Así como también desarrollar el programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos electrónicos que intervienen en los procesos rutinarios de la empresa, evitando eventos de parada de la planta.
- Implementar y diligenciar formatos de control diario de equipos, garantizando funcionalidad y buen desempeño mediante el análisis y las acciones de mejora realizadas frente a los resultados obtenidos.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 NOMBRE, DIRECCIÓN Y UBICACIÓN

Nombre: C.I. PETROMIL S.A.

Dirección: Km 9 vía Mamonal, entrada a la zona franca la Candelaria, Cartagena Bolívar

Conmutador: (5)6686180 - 6686188

Pagina Web: www.PETROMILsa.com

Cartagena - Colombia.

1.2 PERFIL

PETROMIL es una empresa Colombiana distribuidora mayorista de combustible, debidamente autorizada por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia y debidamente aprobada como operador Portuario según resolución #0362 del Ministerio de Transporte.

Sus oficinas están ubicadas en el Km 9 vía Mamonal, entrada a la zona franca la Candelaria, Cartagena Bolívar. La planta posee una capacidad de almacenamiento de 70.000 barriles de combustibles líquidos, como; Gasolina Extra, Gasolina corriente ó Regular, Biodiesel.

Los productos que se distribuyen desde la planta La Candelaria son: gasolina corriente, gasolina extra y biodiesel y desde la planta alterna, ubicada en la termoeléctrica Emgesa KM. 4 Vía Mamonal Cartagena - Bolívar, con una

capacidad de almacenamiento de 21.000 barriles, de combustibles líquidos, como: diesel marino, combustóleo, gasolina corriente y biodiesel. Además de los despachos terrestres, PETROMIL realiza despachos marinos por medio de barcazas que tienen una capacidad de almacenamiento total de 18000 barriles¹.

1.3 IMAGEN

La marca PETROMIL está conformada por los términos PETRÓLEO y MILENIO, de allí que nuestra imagen corporativa utilice el símbolo de la gota (inspiración del petróleo) y la elipse satelital (una abstracción del milenio), para sintetizar visualmente el significado de la compañía.

El código de colores refleja el profundo respeto por la naturaleza: el azul de nuestros cielos, el Mar Caribe y el amarillo del sol, que es energía y también es combustible. PETROMIL es una empresa ágil y dinámica con una imagen corporativa que proyecta modernidad, solidez y amabilidad, indudablemente un nuevo símbolo de progreso y trabajo orgullosamente colombiano.

1.4 MISIÓN

Comercializar productos derivados del petróleo y servicios conexos; de manera rentable, eficiente y competitiva, con excelente calidad y transparencia garantizando sus despachos en forma oportuna, confiable y segura².

¹ www.petromilsa.com

² Ibíd

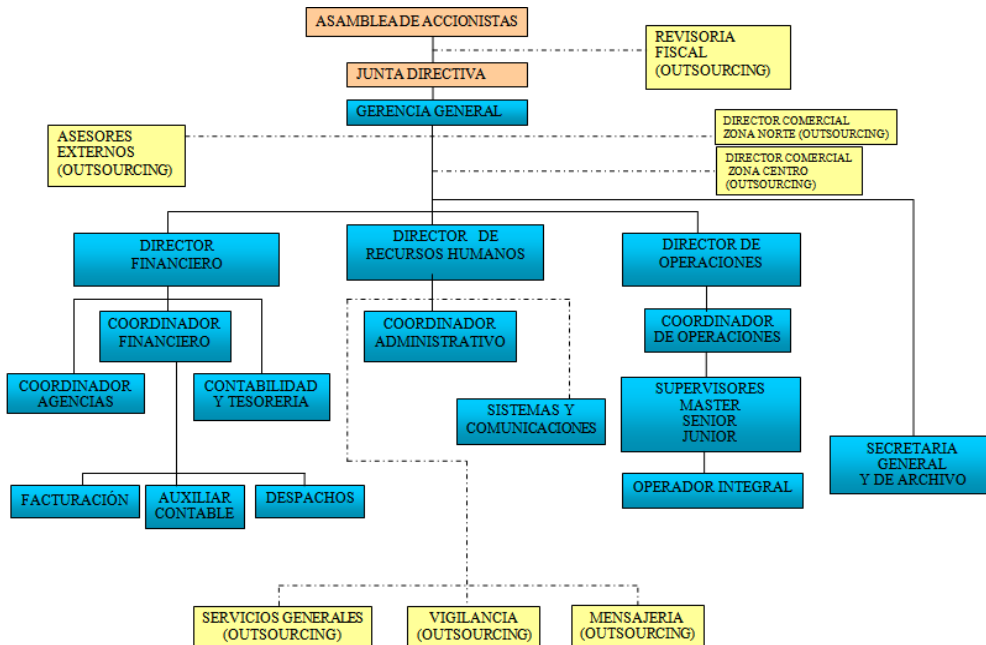
1.5 VISIÓN

Ser una empresa competitiva en los mercados nacionales e internacionales con los productos derivados del petróleo, de amplio reconocimiento por sus clientes, trabajadores y comunidad en general gracias a su compromiso con la región, a la ética con que realiza sus operaciones y a la preocupación continua por el mejoramiento de la calidad en los productos y servicios³.

1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Petromil tiene una estructura organizacional distribuida como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Estructura Organizacional de PETROMIL



³ Ibid.

1.7 POLÍTICAS DE CALIDAD Y OBJETIVOS DE CALIDAD

Petróleos del Milenio C.I. S.A. comercializa productos derivados del petróleo bajo la implementación de un sistema de gestión de calidad ISO 9001:2001, lo que permite desarrollar sus actividades a través de un enfoque de mejoramiento continuo suministrando un servicio oportuno, seguro y confiable obteniendo la completa satisfacción de las necesidades y expectativas de sus clientes, la mejora de las relaciones con sus proveedores, el desarrollo del talento humano y el incremento de la rentabilidad de los socios y/o accionistas de la empresa⁴.

Objetivos de calidad:

La alta dirección de PETRÓLEOS DEL MILENIO, para el cumplimiento de la política de calidad establece los siguientes objetivos:

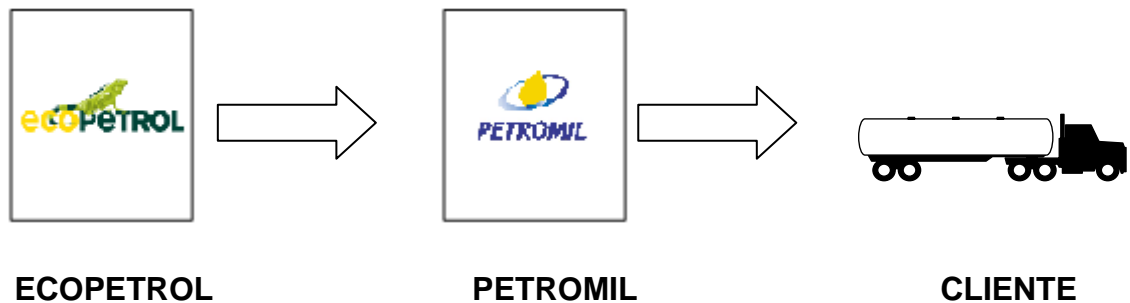
- Mantener implementado y actualizado nuestro sistema de gestión de calidad.
- Incrementar el nivel de satisfacción de las necesidades y expectativas de nuestros clientes.
- Entregar los productos solicitados de disponibilidad y cumplimiento con nuestros proveedores.
- Capacitar continuamente a todo el personal de la empresa.
- Incrementar la rentabilidad de la empresa.

⁴ Ibíd.

1.8 MAPA DE PROCESOS

1.8.1 Abastecimiento y despacho del combustible. El combustible distribuido en PETROMIL es recibido de ECOPETROL Cartagena por medio de tuberías independientes para cada producto (gasolina extra, gasolina corriente que también es conocida como gasolina motor o mogas y ACPM), se almacena en los tanques de la planta y se suministra a los carrotanques clientes de la empresa garantizando calidad y confiabilidad en la entrega. Este proceso se visualiza gráficamente a continuación en la figura 2.

Figura 2. Diagrama de abastecimiento del combustible



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

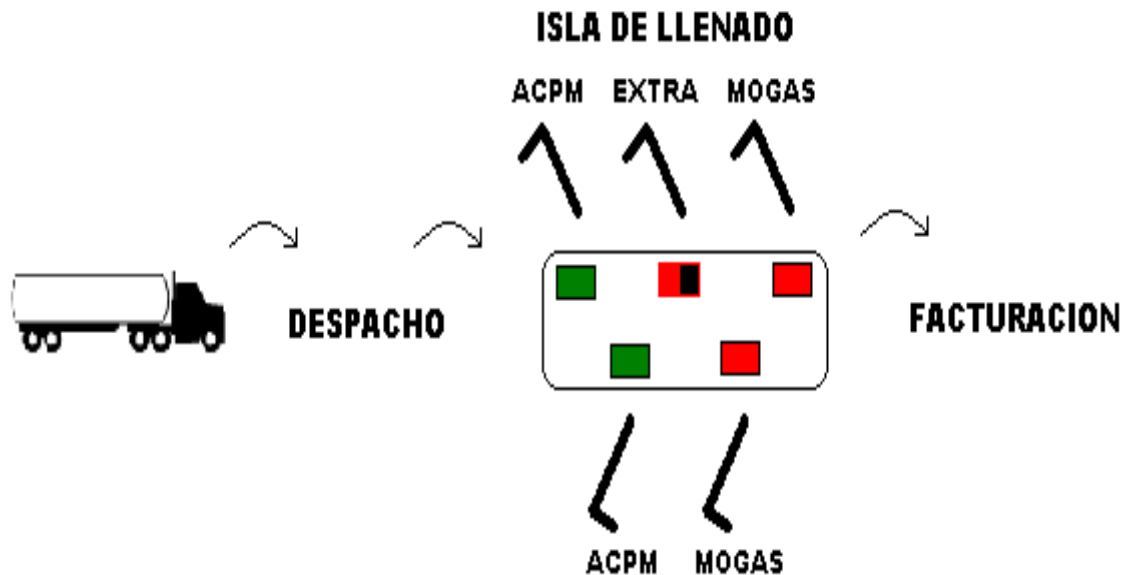
Una vez el conductor llega a la planta se lleva a cabo el siguiente proceso para el despacho del o los productos a cargar (gráficamente se visualiza el proceso en la figura 3):

1. Llegada del carrotanque a la planta
2. El carrotanque es informado y recibido en despacho en donde se le entrega la orden de cargue con los sellos de seguridad, los cuales, una vez finalizado el

cargue se colocan en cada bodega y en la válvula de salida del producto para garantizarle al cliente una entrega completa.

3. Los vehículos esperan en el parqueadero mientras les corresponde el turno de cargue. Se dirigen al llenadero donde el conductor hace entrega al operador de la orden de cargue y los sellos. Finaliza este paso con el cargue de producto, proceso en el cual el conductor debe tener todos los EPP (Equipos de Protección Personal) y hacer uso de la seguridad para el llenado, puesta de los sellos y entrega del nivel de cada bodega (medición realizada por el operador con cinta métrica y crema reveladora de producto).
4. El conductor se dirige a facturación donde se le entrega la guía de transporte con el valor facturado de los galones de producto comprado.

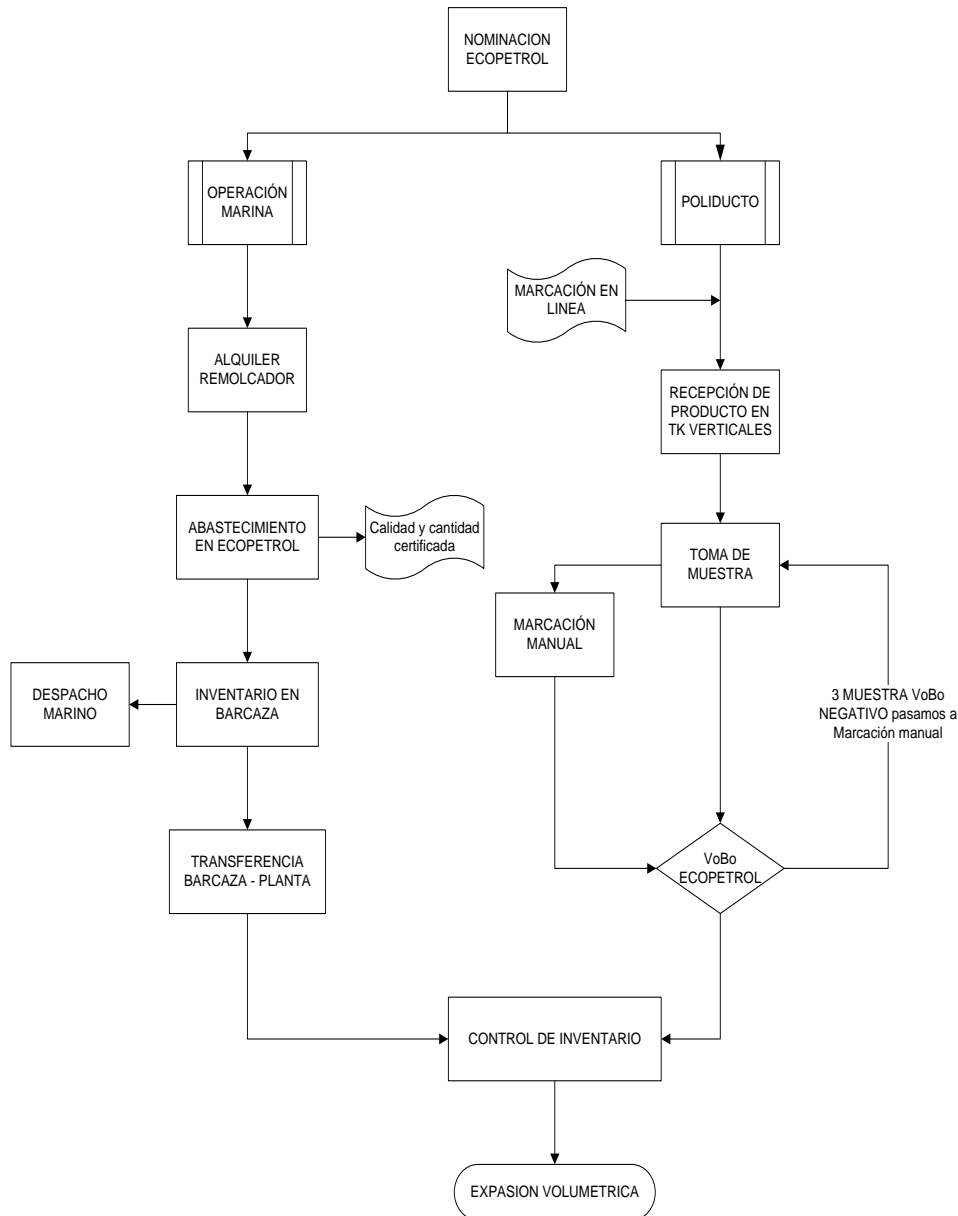
Figura 3. Proceso del despacho de combustible



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Figura 4. Diagrama general de despacho terrestre y marino

En esta figura se especifican los procesos de despacho en Petromil la candelaria (despacho terrestre) y Petromil emgesa (instalación auxiliar para despacho marino) con los respectivos pasos que se llevan a cabo en cada uno de ellos.



Fuente: Ing. INFANTE, Cristian y GUTIÉRREZ, Milena. 2009

1.8.1.1 Combustibles líquidos comercializados

1.8.1.1.1 Gasolina corriente. La gasolina corriente es una mezcla compleja donde puede haber de 200 a 300 hidrocarburos distintos, formada por fracciones combustibles provenientes de diferentes procesos de refinación del petróleo, tales como destilación atmosférica, ruptura catalítica, ruptura térmica, alquilación, reformado catalítico y polimerización, entre otros. Finalmente el producto debe resultar con un índice antidetonante de 81 octanos como mínimo.

Antes de ser distribuida a las estaciones de servicio al público, los mayoristas de la gasolina como es el caso de PETROMIL, le adicionan aditivos detergentes dispersantes (en PETROMIL se adiciona HITECH) con el fin de prevenir la formación de depósitos en todo el sistema de admisión de combustibles de los motores (carburadores, inyectores de combustible, lumbreras o puertos de entrada y asientos de las válvulas de admisión). También se adiciona una sustancia química, llamada marcador, que permite obtener información sobre la procedencia del combustible sin que modifique la calidad del producto.

En PETROMIL la gasolina corriente o mogas (gasolina motor) es recibida de Ecopetrol y está identificada en las tuberías de la planta con segmentos de color rojo⁵.

1.8.1.1.2 Gasolina extra. La gasolina extra se obtiene de las mismas mezclas de la gasolina corriente y de los procesos que provienen. Esta se diferencia en el producto final, dado que debe tener un Índice antidetonante de 87 octanos como mínimo. El índice es una medida de la capacidad antidetonante de la gasolina y la principal característica que identifica el comportamiento de la combustión dentro del motor. Mayor octanaje indica mejor capacidad antidetonante.

⁵ <http://www.ecopetrol.com.co> (Consulta: 5 Julio, 2009)

En PETROMIL este producto es recibido de Ecopetrol y está identificado en las tuberías con segmentos de color rojo y negro⁶.

1.8.1.1.3 ACPM. El diesel corriente, o el aceite combustible para motores (ACPM), es una mezcla de hidrocarburos entre 10 y 28 átomos de carbono formada por fracciones combustibles proveniente de diferentes procesos de refinación del petróleo tales como destilación atmosférica y ruptura catalítica.

Este producto puede contener pequeñas cantidades de aditivos que permitan mejorar las condiciones de su desempeño y una sustancia química, llamada "marcador", que permita obtener información sobre la procedencia del combustible sin que implique modificación en la calidad del producto.

En PETROMIL este producto es recibido de Ecopetrol con un porcentaje del 3% de B-100 y finalmente la empresa entrega el producto al cliente mezclado con un total del 7% de B-100; es decir PETROMIL está encargado de mezclar un 4% de B-100. Estas cantidades de B-100 a mezclar varían de acuerdo a las leyes establecidas por el gobierno en diferentes áreas de Colombia. Este producto está identificado en las tuberías con segmentos de color verde⁷.

1.8.1.1.4 Diesel marino. El diesel marino es una mezcla de hidrocarburos formada por fracciones combustibles provenientes de diferentes procesos de refinación del petróleo tales como destilación atmosférica y ruptura catalítica.

Está diseñado para utilizarse especialmente como combustible en motores tipo diesel de embarcaciones marinas o fluviales.

⁶ Ibíd.

⁷ Ibíd.

Este producto es recibido de Ecopetrol (inicia la comercialización desde el mes de julio de 2009) por medio de tubería, nueva forma de recibo de este producto en PETROMIL, dado que la modalidad en las instalaciones de emgesa se hace por bote o buquetanque. En el momento no se encuentran identificadas las tuberías de ningún color dado que la instalación está en proceso⁸.

1.8.1.1.5 B-100 o biodiesel. Es un combustible renovado derivado de la reacción de un aceite vegetal o grasa animal, con un alcohol a través de un proceso denominado transesterificación que da como resultado este combustible renovable y un subproducto que es la glicerina. La materia prima para producir el biodiesel es el aceite de palma por su mayor eficiencia energética (unidad de energía producida / unidad de energía utilizada).⁹

El B-100 está identificado en segmentos de las tuberías con el color gris.

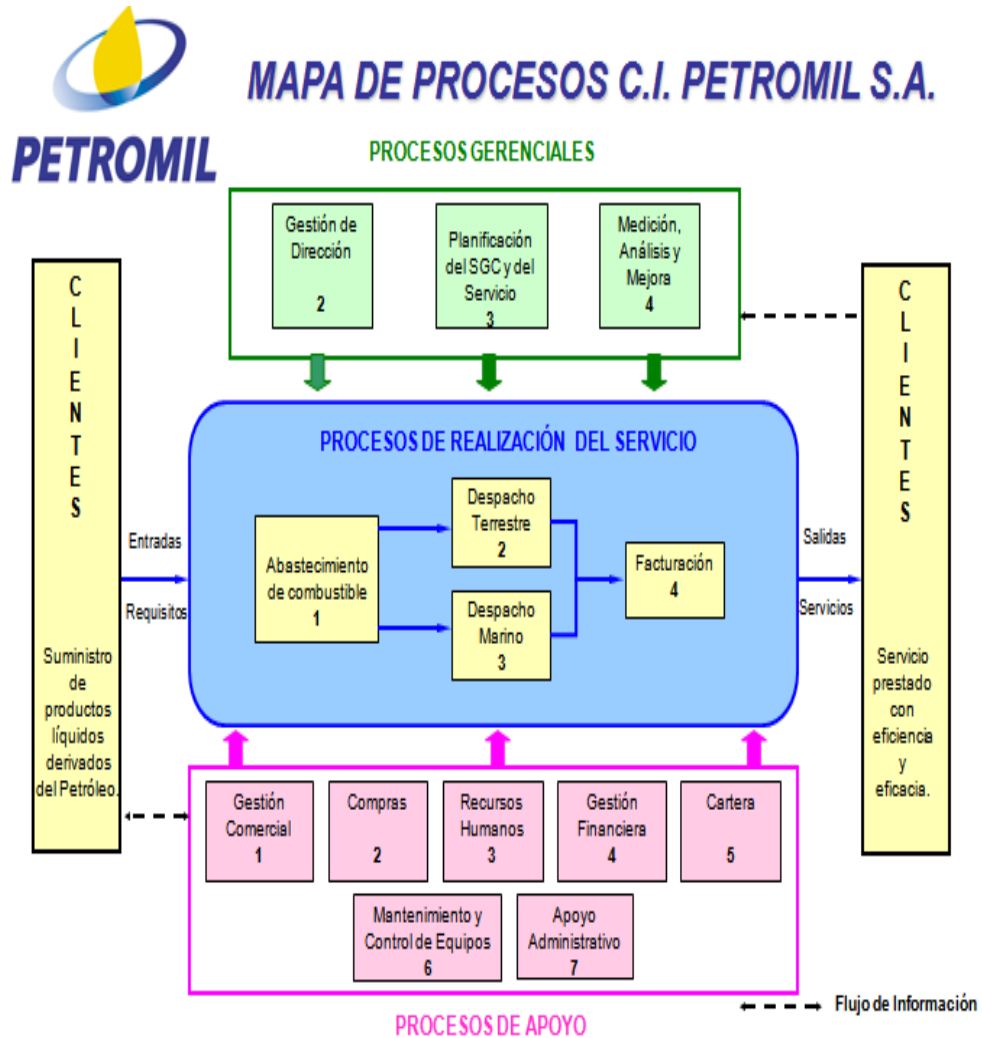
1.8.1.1.6 HITECH. El aditivo HITECH es un compuesto organometálico líquido el cual se usa a una tasa de tratamiento para las gasolinas muy baja, de 5 a 18 PPM (Partes Por Millón). Químicamente es compatible con todos los combustibles y sensible a la luz. Este compuesto solo modifica el octanaje de las gasolinas.

⁸ Ibíd.

⁹ <http://www.fedepalma.org/biodiesel.htm>

Figura 5. Mapa de procesos C.I PETROMIL S.A

Petromil se caracteriza por tener una excelente organización de procesos, los cuales están distribuidos en procesos gerenciales, de realización del servicio y de apoyo; permitiendo satisfacer a los clientes y mantener la organización en un mejoramiento continuo. La figura 5 muestra cómo está conformado cada proceso y como se relacionan entre si.



Fuente: <http://www.petromilsa.com>

2. MARCO TEÓRICO

2.1. INSTRUMENTACIÓN EN TANQUES VERTICALES

La instrumentación en tanques es una herramienta útil especialmente para mantener inventario en la terminal. En PETROMIL, dado que es una empresa de hidrocarburos donde se almacenan y despachan productos, es de gran importancia mantener una alta precisión en nivel y temperatura en los tanques; para lo cual está conformada por tres equipos: un medidor de nivel de onda guiada, un medidor de temperatura promedio y un monitor de piso de tanque. Los dos primeros instrumentos se encuentran instalados en la parte superior del tanque. Mientras el monitor se encuentra instalado en la parte inferior (piso del tanque). Además de esto la telemetría cuenta con un software supervisorio que brinda información del estado de cada tanque¹⁰.

2.1.1 Radar de Onda guiada (FMP 40)



Fuente: Manual del usuario instrumentación en tanques

¹⁰ KOPPER AUTOMATIZACIONES. Manual del usuario Multiload II RCU, PETROMIL. Bogotá, Febrero 2009.

Para la medición de nivel se tiene implementado en cada tanque un transmisor inteligente de Endress + Hauser con nombre de referencia levelflex FMP 40, que consiste en un sistema de medición de “eco reflejado” que funciona según el método de tiempo de vuelo, en donde se mide la distancia desde el punto de referencia o punto de conexión del dispositivo al proceso hasta la superficie del producto.

En la sonda se generan impulsos de alta frecuencia que son guiados y se reflejan en la superficie de cada producto y una unidad electrónica recibe la señal y de acuerdo a los parámetros de configuración los convierte en información de nivel. Este método también se conoce como TDR o reflectometría de tiempo de retorno de la señal.

El radar levelflex cuenta en su electrónica con una salida analógica que permite una mayor precisión, ya que los valores no deben ser discretizados para poder ser enviados, sino que por el contrario permite el ajuste del punto cero, en donde en todo ese segmento se encuentran ajustados todos los puntos a los valores de 4mA a 20mA, por lo que no es necesario llevar a cabo ninguna linealización que no concuerde en nada con el comportamiento normal del producto dentro del tanque¹¹.

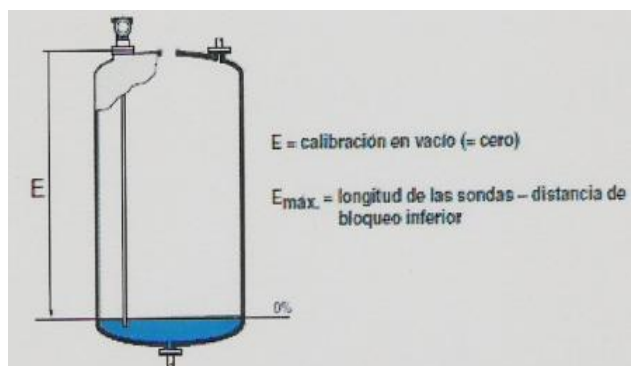
El equipo soporta temperaturas de trabajo entre -40°C y +80°C. la pantalla de cristal liquido puede estar limitada para temperaturas inferiores a los -20°C y superiores a los +60°C, sin embargo su tiempo de vida se puede ver afectado cuando se encuentra expuesto directamente al sol. El instrumento de medición de nivel, FMP 40 cuenta con una configuración de puesta a punto básica de acuerdo a las características actuales de los tanques de PETROMIL:

- En el menú principal se ingresa a ajustes básicos

¹¹ Ibid.

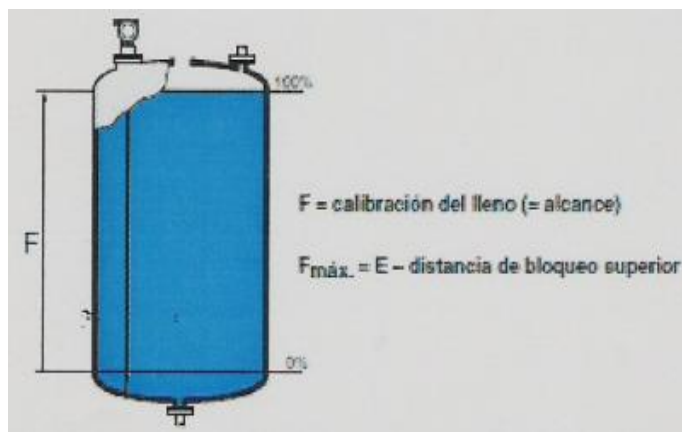
- En propiedades de tanque 002 se tiene la opción de Standard, esta se recomienda para condiciones normales de operación.
- En atributo medio 003, se configura la constante dieléctrica del líquido, para los tanques de PETROMIL se tiene como desconocida.
- En propiedades del proceso 004, se adapta la reacción del equipo a la velocidad de llenado del tanque. En PETROMIL dichas condiciones de llenado son estándar.
- En extremo de la sonda 030, se selecciona la polaridad de la señal del extremo de la sonda. Si el extremo de la sonda no está cubierto o en una sujeción aislada, entonces hay una señal de extremo negativa, si la sujeción está puesta a tierra entonces esta señal será positiva. En el caso de PETROMIL, el extremo de la sonda se encuentra libre.
- En longitud de sonda 031, se selecciona si la longitud de la sonda ha sido modificada después de la última calibración. Esta longitud no debe ser modificada.
- En sonda 032, se selecciona si la sonda está o no cubierta. En el caso de PETROMIL la sonda se encuentra libre.
- En longitud de la sonda 033, se introduce la longitud de la sonda de cada tanque.
- Una vez se terminan de configurar estos parámetros el equipo calcula el nivel automáticamente.
- En calibración en vacío 005, se introduce la distancia desde la brida hasta el nivel mínimo o punto cero¹². Como se observa a continuación en el gráfico, donde la distancia E hace referencia a la calibración en vacío.

¹² Ibid.



Fuente: Manual del usuario instrumentación en tanques

- En calibración de lleno 006 se introduce la distancia entre el nivel mínimo hasta el nivel máximo. En la siguiente imagen se muestra la calibración de lleno y se especifica con la letra F.



Fuente: Manual del usuario instrumentación en tanques

- En indicación se presenta la distancia medida desde el punto de referencia hasta la superficie del producto y el valor de medición calculado por el equipo.
- En comprobar distancia 051, se activa la representación grafica de los ecos¹³.

¹³ Ibid.

La conexión del equipo se hace mediante protocolo HART con el monitor de tanque.

Para el ajuste fino y zona muerta de medición se debe hacer el adecuado seguimiento a los equipos y en especial a los datos de medición que estos arrojan en contraste con los que se miden de forma manual, si se encuentra que alguno de estos presenta diferencias entre los 3 y 10 mm, entonces se deberá hacer un análisis estadístico de estas diferencias y una vez se tenga y se haya encontrado el corrimiento del cero del equipo se deberá ingresar dicha diferencia en el parámetro de calibración de vacío. Por ejemplo, si se encuentra que un tanque está arrojando una medición que supera en 5mm la medición que realiza el operador por medio de cinta, y al ingresar a la configuración del equipo en calibración de vacío se observa un valor de 13787mm se debe modificar el valor restando los 5 mm quedando el nuevo valor de calibración en vacío en 13782 mm.

La zona muerta de medición se refiere a la zona baja del tanque a donde la sonda no alcanza a llegar y por ende no se realiza medición alguna. Para determinar esto, se llevó a cabo un análisis en compañía de Kopper Automatizaciones de la posición y longitud real de la guaya, restándole la longitud del contrapeso que tiene cada una de las guayas al final para mantenerse lo más recta posible dentro del tanque, esta medida se le resta a la altura de referencia del tanque según las tablas de aforo y se obtiene de esta manera la zona muerta de medición o la altura mínima que debe tener el producto dentro del tanque para obtener del radar una medición de nivel confiable¹⁴.

- ✓ Tanque 1: 350 mm
- ✓ Tanque 2: 334 mm

¹⁴ Ibid.

- ✓ Tanque 3: 615 mm
- ✓ Tanque 4: 648 mm
- ✓ Tanque 5: 635 mm
- ✓ Tanque 6: 360 mm
- ✓ Tanque 7: 328 mm

2.1.2 Prothermo (NMT 532)



Fuente: Manual del usuario instrumentación en tanques

Para la medición de temperatura en los tanques verticales, PETROMIL tiene implementado sensores de temperatura promedio Endress + Huaser con nombre de referencia Prothermo NMT 532, el cual cuenta con cinco elementos de medición de temperatura PT100.

Este sistema consiste en promediar la medición de temperatura hecha por cada uno de los elementos PT100 con los que cuenta y se encuentran introducidos en el líquido. En PETROMIL, el prothermo se encuentra instalado dentro de un tubo de quietamiento o stilling well que protege el equipo; además, en la parte inferior el equipo cuenta con una pesa que lo mantiene en una posición estable.

Este equipo no cuenta con un display como en el caso del radar, que permita la intervención o programación del mismo, debido a que no necesita ninguna configuración previa para poder llevar a cabo la medición de temperatura. La

visualización del dato se hace por medio del monitor de tanque. De presentarse algún error o corto en uno de los elementos de medición, el prothermo dará una temperatura de 358°C dado que no hay producto tocando alguno de los elementos de medición. Su rango de medición está entre -20°C y +100°C.

La conexión del equipo se hace mediante protocolo HART con el monitor de tanque.

2.1.3 Monitor de tanque (NRF 590)

El monitor de tanque permite recoger las mediciones hechas por el radar de onda guiada y el Prothermo por medio de la red HART conformada por ellos y no solo permite visualizar en campo la información de nivel y temperatura de producto al pie del tanque sino que además los retransmite vía MODBUS hacia el sistema supervisorio y más específicamente al PLC.

Este equipo tiene tres características importantes que hacen que del monitor de tanque un instrumento muy útil para el seguimiento y control de inventarios de tanques:

- **Operación de las teclas:** La operación de las teclas ópticas del monitor de tanque esta basado en dos términos:
Presionando: esto significa tocar la tecla y soltarla en un corto periodo de tiempo, que no exceda los 2 segundos. Esto permite moverse paso a paso por las funciones que ofrece el monitor de tanque.
Manteniendo: esto significa tocar la tecla por más de 2 segundos, esto permite bajar rápidamente por las opciones del menú sin tener que presionar la tecla por cada vez que se quiera bajar un campo.
- **Escaneo automático HART:** el monitor de tanque NRF 590 realiza un escaneo automático HART, identificando y adicionando automáticamente cada uno de los elementos HART que se encuentren conectados a él.

- **Terminación MODBUS:** el monitor cuenta con una terminación MODBUS la cual se activa vía menú y no por medio de un jumper externo como la mayoría de los equipos con modbus, esto facilita y elimina probabilidades de error.

El equipo cuenta con dos grupos de borneras diferentes, una corresponde a las conexiones de alimentación propias del monitor la cual debe estar alrededor de 120 V, el otro grupo de conexiones son para conectar los equipos HART (radar y prothermo) que tiene entre sus terminales 24 VDC.

El monitor de tanque se opera mediante el módulo de display y tres botones ópticos. Estos botones se pueden manipular a través del vidrio por lo que no es necesario retirar la tapa que cubre el display y las teclas¹⁵.

2.1.4 Supervisorio de monitoreo. El sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) cumple con las funciones de adquirir, visualizar y registrar las variables del proceso en planta tales como niveles y temperaturas de los tanques; además se encarga de almacenar los históricos de las variables, notificación de estados de alarmas y fallas de comunicación, y generación de gráficas de comportamiento o tendencias.

El sistema está diseñado y configurado en un nodo de la planta PETROMIL para la adquisición y supervisión del proceso en tanques estableciendo un canal de comunicaciones con el controlador sobre protocolo Ethernet.

Para observar la vista general de todos los tanques de la planta por medio de mímicos, el sistema cuenta con una pantalla principal en la que se visualizan las variables de nivel y temperatura. Sobre esta misma pantalla se han configurado diversos objetos y controles, para la visualización de la fecha y hora, usuario

¹⁵ Ibid.

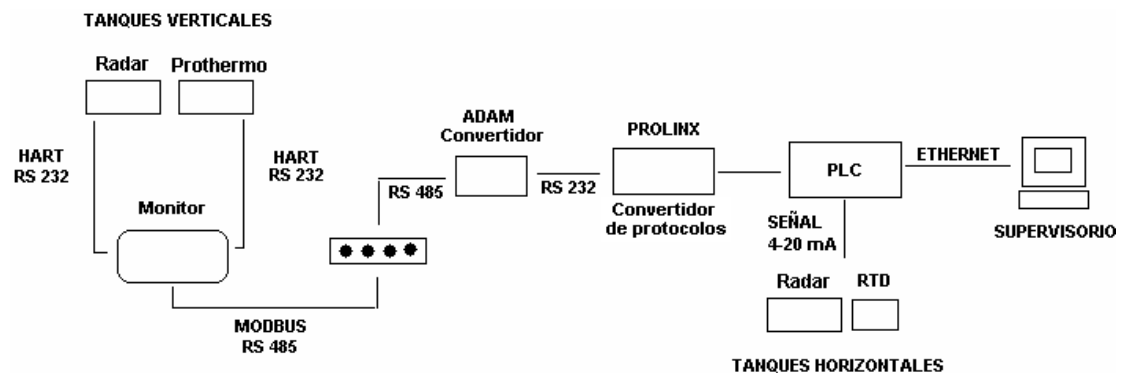
actual registrado en el sistema y display de alarmas general en la sección inferior de la pantalla. También se tiene el acceso al menú principal que contiene accesos directos para las pantallas de alarmas, seguridad, históricos, tendencias en tiempo real y estado de comunicaciones con el PLC¹⁶.

2.1.5 Conexiones y comunicación entre equipos. Los equipos de instrumentación en tanques de PETROMIL que se encuentran ubicados en la parte superior de los mismos, como lo son el radar y el prothermo, se conectan por protocolo HART al monitor; este último está ubicado a pie de tanque y es el equipo del cual los medidores de nivel y temperatura reciben la alimentación.

La comunicación monitor – PLC se hace mediante protocolo modbus; inicia con la salida del monitor mediante el estándar RS485, la señal de comunicación llega a un convertidor de cableado y se obtiene bajo el estándar RS232, luego pasa por un convertidor de protocolos para finalmente poder llegar la información al PLC y por medio de vía ETHERNET visualizar los datos en el supervisorio.

Las conexiones y comunicación entre equipos se muestra de manera grafica en la siguiente figura.

Figura 6. Conexiones y comunicación entre equipos



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena.2009

¹⁶ Ibid.

2.2. INSTRUMENTACIÓN EN TANQUES HORIZONTALES

El sistema de medición de nivel y temperatura para los tanques horizontales consta de dos instrumentos: un transmisor de nivel radar y un sensor de temperatura. El medidor de nivel y el sensor de temperatura se encuentran instalados en la parte superior del tanque. Los dos equipos se encuentran comunicados mediante una señal 4 – 20 mA directamente con el PLC de operaciones. De igual forma que los radares en tanques verticales, la revisión del nivel del tanque se puede observar desde el campo ya que el equipo cuenta con un display propio¹⁷.

2.2.1 Transmisor de nivel. PETROMIL para la medición de nivel en los tanques horizontales tienen instalados transmisores de nivel tipo radar de Endress + Hauser con nombre de referencia Micropilot M FMR 240, el cual es un transmisor inteligente para medición continua de niveles de líquidos, adecuado para lugares con riesgo de explosión.

El micropilot es un sistema de no contacto que funciona según el método ToF o tiempo de vuelo, en donde se mide la distancia desde el punto de referencia o punto de conexión del dispositivo al proceso hasta la superficie del producto.

El radar emite los pulsos a través de su antena, los cuales son reflejados por la superficie del producto y recibidos nuevamente por el sistema de radar. Dichos impulsos son recibidos nuevamente por la antena, la cual los retransmite a la electrónica del equipo, allí un microprocesador evalúa la señal e identifica el nivel de eco causado por el reflejo del impulso enviado por la antena.

¹⁷ Ibid.

La conexión del equipo se hace mediante un cable apantallado que conecta el radar con el PLC por medio de una señal de 4 – 20 mA.

Para su configuración y visualización de datos, el radar cuenta con un display propio junto con tres botones¹⁸.

2.2.2 Sensor de temperatura. Para la medición de temperatura en los tanques horizontales, en PETROMIL están instalados sensores de temperatura RTD Endress + Hauser con nombre de referencia RTD Thermometer TR13, los cuales cuentan con una PT100 (resistencia que aumenta su valor a medida que la temperatura va aumentando).

La conexión del equipo se hace mediante una señal de 4 – 20 mA con el PLC y permite la visualización de la temperatura por medio del supervisorio. Este equipo no cuenta con un display que permita la intervención o programación del equipo. Esto se debe a que el equipo no necesita ninguna configuración previa para poder llevar a cabo la medición de temperatura, sino que por el contrario tan pronto el equipo es conectado, con la configuración previa de fábrica el lleva a cabo la medición de una forma adecuada y exacta. De presentarse corto en uno de los elementos o algún error, el TR13 mostrará una temperatura por defecto de 358°C¹⁹.

2.2.3 Nivel de protección de los equipos. Los equipos diseñados para trabajo en ambientes hostiles deben cumplir con ciertos estándares que aseguren su robustez y permitan a la gente saber hasta dónde pueden llegar en su utilización. Para saber si un equipo, tal como una terminal portátil, un indicador de peso, un lector de código de barras o un monitor son los adecuados para una aplicación que funcionará bajo condiciones extremas, es necesario revisar sus

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Ibid.

especificaciones mecánicas, donde generalmente encontraremos grados IP, NEMA o IEC.

IP (Ingress Protection). El sistema de clasificación IP proporciona un medio de clasificar el grado de protección de sólidos (como polvo) y líquidos (como agua) que el equipo eléctrico y gabinetes deben reunir. El sistema es reconocido en la mayoría de los países y está incluido en varios estándares. Los números IP son frecuentemente indicados en gabinetes, conectores, etc. El tercer dígito, referente a la protección contra impactos mecánicos es generalmente omitido.

Tabla 1. Niveles de protección IP

	Primer Número - Protección contra sólidos		Segundo Número - Protección contra líquidos		Tercer Número - Protección contra impactos mecánicos (generalmente omitido)
0	Sin Protección	0	Sin Protección	0	Sin Protección
1	Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm	1	Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente	1	Protegido contra impactos de 0.225 joules
2	Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm	2	Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical	2	Protegido contra impactos de 0.375 joules
3	Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5mm	3	Protegido contra rocíos directos a hasta 60° de la vertical	3	Protegido contra impactos de 0.5 joules
4	Protegido contra objetos sólidos de más de 1mm	4	Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida	4	Protegido contra impactos de 2.0 joules
5	Protegido contra polvo - entrada limitada permitida	5	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida	5	Protegido contra impactos de 6.0 joules
6	Totalmente protegido contra polvo	6	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida	6	Protegido contra impactos de 20.0 joules
7		7	Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm - 1m	7	
8		8	Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión	8	

Fuente: http://www.tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0902_ip.htm

NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Este es un conjunto de estándares creado, como su nombre lo indica, por la Asociación Nacional de

Fabricantes Eléctricos (E.U.). Los estándares más comúnmente encontrados en las especificaciones de los equipos son los siguientes:

NEMA 4. Sellado contra el agua y polvo. Los gabinetes tipo 4 están diseñados especialmente para su uso en interiores y exteriores, protegiendo el equipo contra salpicaduras de agua, filtraciones de agua, agua que caiga sobre ellos y condensación externa severa. Son resistentes al granizo pero no a prueba de granizo (hielo).

Deben tener ejes para conductos para conexión sellada contra agua a la entrada de los conductos y medios de montaje externos a la cavidad para el equipo.

NEMA 4X. Sellado contra agua y resistente a la corrosión. Los gabinetes tipo 4X tienen las mismas características que los tipo 4, además de ser resistentes a la corrosión.

NEMA 12. Uso industrial. Un gabinete diseñado para usarse en industrias en las que se desea excluir materiales tales como polvo, pelusa, fibras y filtraciones de aceite o líquido enfriador.

El resto de los tipos de NEMA pueden denominarse a grandes rasgos:

Tabla 2. Niveles de protección NEMA

Tipo 1	Para propósitos generales
Tipo 2	A prueba de goteos
Tipo 3	Resistente al clima
Tipo 3R	Sellado contra la lluvia
Tipo 3S	Sellado contra lluvia, granizo y polvo
Tipo 5	Sellado contra polvo
Tipo 6	Sumergible
Tipo 6P	Contra entrada de agua durante sumersiones prolongadas a una profundidad limitada
Tipo 7 (A, B, C o D)*	Locales peligrosos, Clase I - Equipo cuyas interrupciones ocurren en el aire.
Tipo 8 (A, B, C o D)*	Locales peligrosos, Clase I - Aparatos sumergidos en aceite.
Tipo 9 (E, F o G)*	Locales peligrosos, Clase II
Tipo 10	U.S. Bureau of Mines - a prueba de explosiones (para minas de carbón con gases)
Tipo 11	Resistente al Acido o a gases corrosivos - sumergido en aceite
Tipo 13	A prueba de polvo

Fuente; http://www.tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0902_ip.htm)

Para los equipos y tarjetas de PETROMIL se tiene una protección IP 66/68 y NEMA 6P

El nivel de protección IP68 NEMA 6P se refiere a los conectores para M12 PROFIBUS-PA, sólo cuando están conectados²⁰.

2.3 CENTRAL DE CONTROL DE MOTORES (CCM)

El CCM o Central de Control de Motores es una agrupación de celdas o cubículos para el control y operación de los motores de la planta, organizado a través de este sistema. **Ver imagen 2.** Entre ellas están:

²⁰ http://www.tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0902_ip.htm

- Celda de los motores de las bombas de recibo y despacho de producto (P-101, P-102, P-103, P-104, P-105, P-106 y P-107).
- Celdas de transformadores: cuenta con transformadores a 440V y 220V.
- Celda de distribución de 220V: cuenta con los breakers de los equipos y bombas que se alimentan a 220 V (multiload 1 y 2, scully 1 y 2, bomba hydroflow, bomba jockey).
- Celdas de PLC y FCM: cuenta con los equipos y dispositivos electrónicos que permiten la automatización del llenadero.
- Celdas del alumbrado perimetral de la planta.

En la práctica realizada en PETROMIL, la estudiante conoció la funcionalidad y la utilidad de los equipos controlados desde estas celdas y el control como tal.

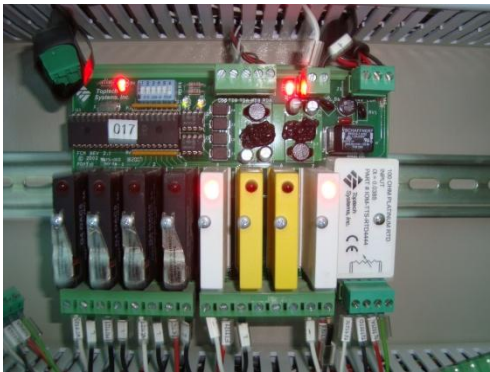
Las celdas de las motobombas, por ejemplo, cuentan con el arrancador suave, el térmico y los relevos; exteriormente tienen una perilla para determinar el modo de operación de la motobomba: en modo local (manual) o remoto (activada con la señal que se envía desde el multiload, recibida por el PLC y finalmente dada la orden por la FCM), de lo contrario la bomba puede permanecer en cero. Además de esto cuenta con el paro de emergencia, los botones de encender y apagar manualmente y los indicadores de funcionamiento dependiendo del modo seleccionado.

2.3.1 El PLC. Es el controlador programado para enviar señales de funcionamiento de equipos o sistemas una vez recibidas las señales emitidas por los Multiload.

La FCM es un dispositivo que le permite una alta flexibilidad y modularidad a la hora de controlar el proceso. Cada FCM cuenta con módulos designados para diferentes procesos **Ver Anexo A. e imagen 1** y contiene su propio microprocesador para el manejo de las válvulas digitales, conteo de los medidores de pulsos y factorización, inyección de aditivos, permisivos de las bombas y

medidores entre otros. Su diseño altamente modular le permite, de una forma rápida y de bajo costo, expandirse en caso de que los requerimientos de la planta lo necesiten. De igual forma, le permite al Multiload manejar varias aplicaciones como cargues de productos, ratio blending o sequential blending.

Imagen 1. FCM



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Imagen 2. Celda de FCM y PLC



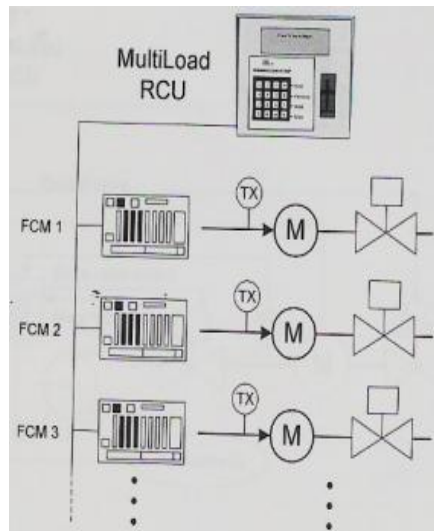
Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Su principal propósito es proveer el máximo control de la corrida de un medidor como tal (controlar el flujo, inyectar aditivo, y proveer entradas y salidas de propósito general). Para recetas de varios productos mezclados por ratio o sequential blending, como por ejemplo la inyección de aditivo HITECH a la gasolina extra y gasolina motor o corriente, o el caso de la mezcla de ACPM + B-100; las FCM de los productos a mezclar pueden ser comunicadas de tal forma que su despacho pueda ser sincronizado fácilmente mediante el Multiload, sin embargo las FCM no cuentan con ninguna memoria volátil por lo que no almacenan ningún tipo de información.

La comunicación entre las FCM y el Multiload, se hace por medio de un enlace de comunicación RS485.

A continuación se muestra un diagrama general en donde se puede apreciar de forma grafica cómo una FCM controla un medidor específico.

Figura 7. Control de un medidor por una FCM



Fuente: Gráfico tomado del manual del usuario Multiload II RCU

2.4 MULTILOAD



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

El Multiload II es una herramienta que permite la automatización y control de una bahía de cargue. Permite el suministro de producto por el brazo correspondiente a cada uno y así como también el despacho confiable de la cantidad digitada en el mismo ; muestra mensajes informativos al operador respecto al cargue (rata de flujo, temperatura, presión, aditivación, cantidad digitada, cantidad faltante, finalización de la operación) y mensajes de alarmas o fallas en el sistema; además brinda soporte en la administración de la información, ya que están directamente comunicados con los equipos de facturación entregando al finalizar el despacho los datos del tipo de producto, galones entregados en el cargue, fecha y hora.

El sistema cuenta con funciones como lector de tarjeta, preset electrónico y sistema de aditivación automático y viene acompañado de un número de FCM determinado de acuerdo a los productos a manejar por el Multiload II. Como se mencionó anteriormente, las FCM son las que proveen todas las entradas y salidas para manejo de las válvulas digitales, los medidores de pulsos y la inyección de aditivo, así como los permisivos de las bombas.

Por medio del multiload se puede controlar y optimizar la operación del llenadero hasta tal punto que la operación para un cargue normal queda minimizada a ingresar los datos de la orden de cargue normal y el sistema se encargara de controlar las bombas y válvulas de acuerdo a la medición recibida de los medidores correspondientes²¹.

2.4.1 Funcionamiento general del sistema. Teniendo en cuenta los componentes descritos, se puede describir el funcionamiento del sistema en general como: El Multiload es el dispositivo inteligente de control del cargue central, el cual se encarga de coordinar las FCM, las cuales ejercen funciones

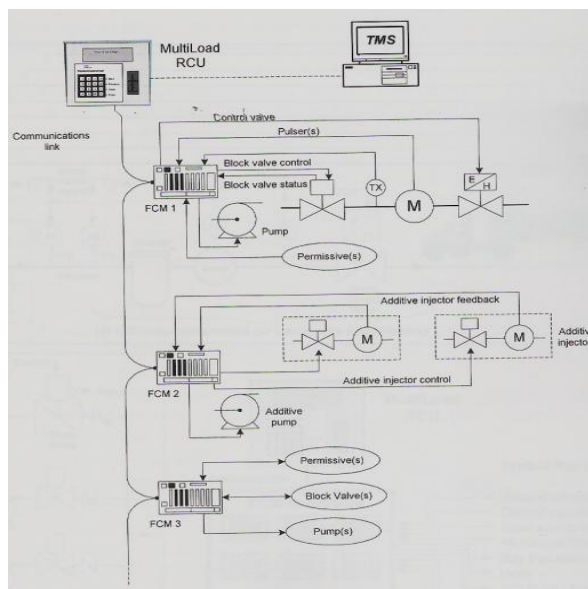
²¹ KOPPER AUTOMATIZACIONES, Manual del usuario Instrumentación en Tanques PETROMIL, Bogotá, Febrero 2009

individuales de control de preset. Por ejemplo, una FCM puede ejercer funciones de permisos de la bahía, otra FCM puede ejercer control de flujo para un medidor de un brazo y dos FCM en conjunto pueden servir a un preset (brazo de cargue) que consiste en dos medidores de flujo. A nivel de hardware, las FCM utilizan módulos estándar aislados ópticamente para sus entradas y salidas, son los que se conocen como optoisolated I/O modules, que dependen del tipo de entrada o salida que van a manejar:

- Entradas de pulsos de alta velocidad de los pulsos de los medidores, ya sean individuales o duales (los 12 VDC son suministrados por la FCM como tal).
- Salidas para las válvulas de control.
- Entradas para los permisos²²

A continuación se presenta un diagrama general a nivel de hardware, de la configuración del sistema:

Figura 8. Configuración general del sistema a nivel de hardware.



Fuente: Gráfico tomado del manual del usuario Multiload II RCU

²² Ibid.

2.4.2.1 Local Control Mode. En PETROMIL, actualmente solo se maneja el Local Control Mode. En este tipo de control, toda la información de producto y acceso se encuentran guardados en una memoria no volátil ubicado dentro del Multiload y es este el que le solicita al operador el ID y el PIN solo manejado por una persona. Este PIN debe corresponder al ingresado en la tabla de operadores guardada en la memoria no volátil del Multiload, una vez esta información es verificada por el sistema, el Multiload solicitará la información necesaria de acuerdo a la configuración del equipo como tal.

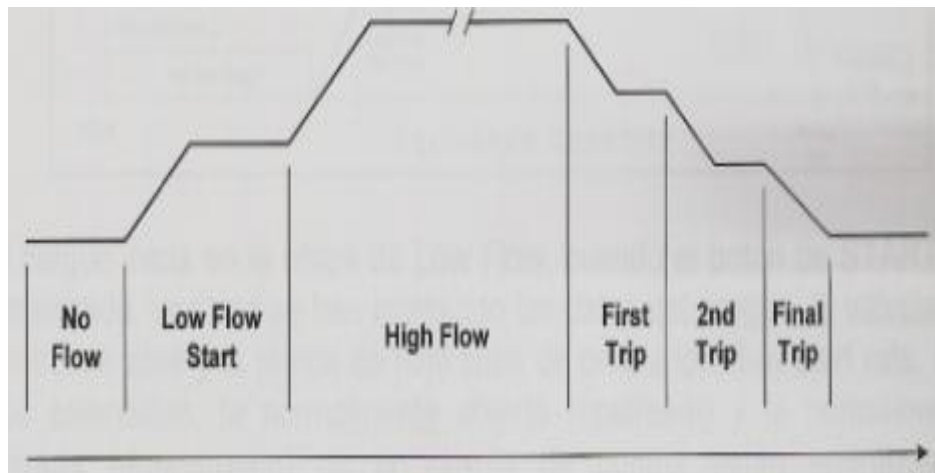
Las capacidades que tiene el Multiload II en el modo de operación local son de:

- 300 ID de operadores, supervisores e ingenieros con su respectivo PIN.
- 200 archivos de transacciones completas con productos mezclados, detalles de los componentes y detalle de los aditivos.
- 4 solicitudes de ingreso en cada cargue configurados previamente por el usuario, como por ejemplo: palca del vehículo.
- 100 productos.
- 20 recetas de productos diferentes por cada brazo de cargue.
- Ticket de cada medidor, en donde se describe el cargue.
- Capacidad de calibrar medidores, aditivos y temperatura.
- Información de los últimos 1000 cambios hechos en pesos y medidas²⁴.

2.4.3 Control de flujo y tipos de despachos. El despacho regular de un flujo se hace principalmente mediante cinco etapas diferentes: low flow star, high flow, first trip, segundo trip y final trip como se muestra en la grafica:

²⁴ Ibíd.

Figura 10. Etapas de un despacho en la programación del Multiload



Fuente: Gráfico tomado del manual del usuario Multiload II RCU

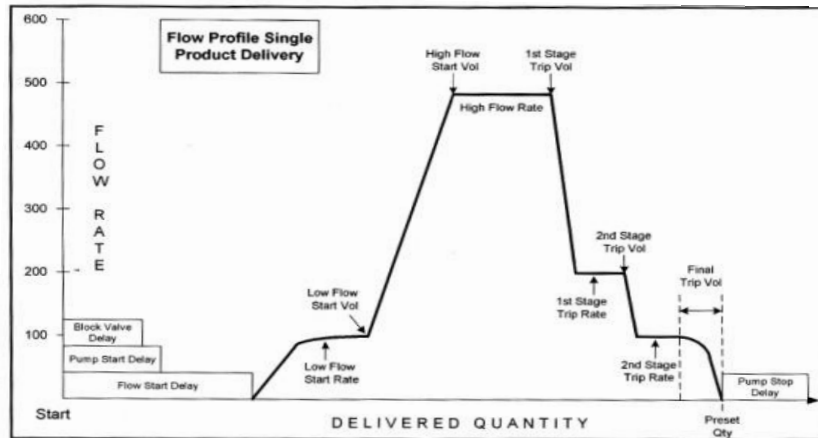
Sin embargo estas etapas dependen del tipo de despacho que se va a llevar a cabo. En PETROMIL, se manejan dos tipos de despachos: el de un producto simple como es el caso de la gasolina corriente y gasolina extra y ratio blending, para el caso de ACPM con B-100²⁵.

2.4.3.1 Single Product Delivery

El single product delivery o cargue de un producto simple se refiere al brazo que carga un componente simple. Para este tipo de despacho existen cinco etapas como se mencionaron anteriormente: low flow star, high flow, first trip, second trip y final trip. La válvula digital de control es el elemento clave en el corrimiento del medidor. El control directo de la válvula es responsabilidad de la FCM a la cual la válvula ha sido asignada. La FCM es la que ajusta la válvula de acuerdo a la retroalimentación que recibe del medidor.

25

Figura 11. Etapas de despacho del tipo Single Product Delivery



Fuente: Gráfico tomado del manual del usuario Multiload II RCU

El cargue inicia en la etapa de **low flow**, cuando el botón de STAR del multiload es presionado, una vez se han ingresado los datos del cargue, la válvula de control se abre y la rampa de flujo sube de cero a low flow start rate. Las dos solenoides, la normalmente abierta (upstream) y la normalmente cerrada (downstream) de la válvula de control están energizadas, causando que la válvula se abra. Si la presión es suficiente, entonces la rata de low flow se alcanzara en cuestiones de segundos. Cuando la rata de flujo lento sube hasta el low flow dead band rate, entonces la solenoide normalmente cerrada o downstream se desenergizará. Esta acción bloqueará la válvula en posición en orden de mantener la rata deseada.

La apertura de la válvula puede ser retardada por el parámetro de pump start delay, o por el flow start delay. El parámetro opcional de pump start delay puede ser utilizado para darle tiempo a la presión de la bomba de mantener un nivel adecuado. La válvula de control se abrirá inmediatamente después de que ha pasado el tiempo especificado en el pump start delay, si el flow start delay está en

cero. De otra forma, la apertura de la válvula de control se retrasará aun más por el periodo de tiempo delimitado en el parámetro de flow start delay.

Una vez se ha alcanzado el low flow rate, la FCM hará ajustes periódicos a la válvula a medida que la rata de flujo suba o baje del low flow dead band rate. La duración del estado de rata de flujo bajo está demarcada por el volumen especificado.

Despachado el volumen especificado, se pasa a la segunda etapa **high flow**. A medida que inicia esta etapa, la FCM energiza los dos solenoides, esto permite que la presión en la línea aumente el área de apertura de la válvula. Una vez la rata de high flow se ha alcanzado, la solenoide normalmente cerrada se desenergiza. Esto se hace en orden de poder bloquear la válvula en una posición para mantener la rata de flujo estable. La FCM hará ajustes periódicos a la válvula para mantener esta rata dentro del high flow dead band rate. El flujo de producto a high flow rate continuará hasta que se despache el volumen configurado en el first stage trip volumen.

La etapa que continúa es **first stage trip** y comienza cuando el volumen faltante es igual al volumen ingresado en el parámetro de first stage trip volumen. Esta es la fase inicial de transición para alcanzar la cantidad de producto objetivo. Cuando se termina la fase de first trip la FCM desenergiza las dos solenoides, lo que permitirá que la presión de línea reduzca la apertura de la válvula. Las solenoides permanecerán desenergizadas hasta que la rata de first stage flow rate sea alcanzada. Cuando la rata de esta etapa es alcanzada, la FCM energizará la solenoide normalmente abierta con el fin de bloquear la válvula en posición de tal forma que la rata se mantenga en la deseada. La FCM hará ajustes periódicos con el fin de asegurar que la rata se encuentre dentro de los límites de la banda muerta. El flujo de producto continuará hasta que se alcance el volumen del second trip.

La fase de **second trip** iniciará cuando el volumen faltante sea igual al volumen especificado en el parámetro de second stage trip volumen. Esta etapa corresponde a la segunda dentro de la serie de ajustes que hace el sistema para pasar de high flow a no tener flujo alguno. Cuando se alcanza la second stage volumen, la FMC desenergizará las solenoides para permitir así que la presión de línea disminuya la apertura de la válvula. Las solenoides permanecerán en ese estado hasta que la rata de flujo del second stage flow rate sea alcanzada. Una vez alcanzada esta rata, la FCM energizará la solenoide normalmente abierta, en orden de bloquear la válvula en la posición para mantener la rata deseada. La FCM hará ajustes periódicos para mantener esta rata dentro de los límites permitidos. El flujo se mantendrá hasta que el volumen faltante sea de 1/100 del volumen de la etapa de final trip.

Final trip es la última fase del despacho de un producto autorizado, cuando el tiempo especificado en el final trip max time ha terminado, el flujo debe parar por completo e inmediatamente el estado del multiload pasará a idle²⁶.

2.4.3.2 Ratio Blending. Para llevar a cabo el ratio blending, se debe llevar a cabo de dos a cinco corridas de medidores individuales, cada uno con su respectiva válvula de control. El multiload despachará entonces cada una de las recetas de los componentes de forma simultánea. El multiload intentará llevar el total del ratio de mezcla dentro de lo establecido en el parámetro de low flow start rate parameter. La rata de low flow de cada medidor se calculará de acuerdo al ratio de dicho componente en la mezcla.

El flujo resultante a través de cualquier medidor no debe violar la rata especificada en el parámetro de minimum flow rate parameter, de lo contrario, se activará una alarma que detiene del despacho.

²⁶ Ibíd.

Cada uno de los componentes de la mezcla pasara a la etapa de first stage trip cuando alcance el first trip volumen. Dado que los componentes pueden alcanzar la etapa de first trip stage a diferentes momentos, la rata de flujo combinada puede ser mayor a cualquier rata individual de first stage, lo mismo acontecerá para la etapa de second trip. A medida que cada componente completa su volumen requerido dentro de la mezcla, su válvula de control se cerrará²⁷.

2.4.4 Control de aditivo. El Multiload II ofrece una gran facilidad en el control de aditivos, permitiendo así la eliminación de equipos especializados en el control de inyecciones así como sus respectivas interfaces.

Las concentraciones de aditivos se ingresan en el Multiload como un porcentaje del producto a despachar. Un vez se ha ingresado este porcentaje, el Multiload puede calcular el tamaño de la inyección, prácticamente se puede manejar cualquier tipo de inyección, siempre y cuando se tengan en cuenta las limitaciones de los minibloques.

Básicamente el control de aditivos se hace por medio de varios métodos, de acuerdo al sistema de bloques o de aditivación en general con que cuente la planta. De acuerdo a esto, el Multiload ofrece diferentes métodos como: piston only, piston with input, piston with pulser, common meter for multiple additives, entre otros.

En PETROMIL, dado al sistema de minibloques con el que cuenta, el método de aditivación a emplear va a ser el de pulser input. Es importante definir una señal de salida que corresponderá a la señal que enviará el Multiload para que se produzca la inyección y una señal de entrada, así como la asignación respectiva a la FCM, ya que es precisamente la FCM en donde se configuran los puertos de

²⁷ Ibíd.

salida y de entrada de los aditivos. La cantidad de aditivo despachada se visualiza en partes por millón.

Esta configuración asume que se cuenta con un dispositivo medidor de flujo que va a llevar el conteo de la cantidad de aditivo que se está inyectando. Se asume que no hay presencia de pistón o cilindro y que el puerto de salida del aditivo está siendo comandado por una válvula solenoide operada, la cual controla el despacho de aditivos.

El Multiload ofrece un método de calibración muy sencillo y amigable por medio del cual se puede realizar la calibración de un aditivo a la vez²⁸.

2.4.5 Diagnósticos. El Multiload II provee una herramienta de diagnóstico, que permite realizar diferentes pruebas en caso de tener un problema determinado, de tal forma que se puedan descartar problemas técnicos o incluso llegar a una solución definitiva con mayor prontitud y facilidad.

Dentro de las opciones disponibles dentro del menú de diagnóstico, las de mayor recurrencia y ejecución por parte del estudiante en práctica son:

- Keypad: permite hacer prueba de las teclas disponibles del teclado alfanumérico del Multiload II.
- Display: realiza un test del display.
- Bay: indica el estado de la bahía. Esta función permite determinar el estado de los permisos de la bahía, si se encuentran encendidos o apagados y activar o desactivar los permisos de salida, alarma de salida y todas las entradas de parada.
- Preset: muestra el estado de los permisos del preset (brazo) el cual permite revisar o identificar un problema del preset.

²⁸ *Ibíd.*

- **Medidor:** esta función permite hacer diagnóstico de cableado y control desde el Multiload hacia todos los dispositivos conectados a él tales como las válvulas digitales de control, medidores de flujo y permisivos.
- **Válvulas de control:** el Multiload contiene un test para la válvula de control dentro de los diagnósticos del medidor. Este test abrirá automáticamente la válvula de control digital hasta que el flujo alto es alcanzado. Cuando se alcanza la tasa de flujo se comandará a cerrar la válvula.
- **Componentes:** esta función le permite revisar el estado de los solenoides, de los permisivos del componente y el estado de las bombas, así como también le permite encender o apagar las bombas y solenoides.
- **Aditivos:** permite revisar el número de pulsos de inyección del aditivo, forzar una inyección y hacer la prueba de la bomba de aditivos.

2.4.6 Operación. La operación del multiload se puede dividir básicamente cuatro fases principales:

- **Autorización**

En el modo local se hace mediante el ID del operador con su respectivo PIN.

- **Preset**

Una vez el cargue se ha autorizado, aparecerá en pantalla la lista de los brazos (preset) y se selecciona el producto a cargar. Además de esto se digita la cantidad de producto a cargar.

- **Cargue**

Después de autorizar el cargue, se inicia el cargue asegurando anticipadamente el cumplimiento de la seguridad general del llenadero. En pantalla se observa el volumen despachado en porcentaje, en relación con el volumen total a despachar.

- **Fin de cargue**

Una vez el sistema ha terminado de despachar la cantidad programada, aparecerá el status como COMPLETE y el tanque gráfico mostrará el 100% lleno. Una vez la

transacción se ha terminado, el operador deberá oprimir la tecla EXIT para cerrar la transacción y permitir que el multiload II imprima el Meter ticket, en donde se especifica la cantidad y el producto despachado dentro de esa transacción²⁹.

2.5 SCULLY

El Scully es un equipo de Puesta a Tierra de los carrotanques el cual permite la descarga de la estática del carro para poder llevar a cabo de manera segura el despacho del combustible. Está compuesto de una pinza, la cual hace conexión directa con el tanque del carro; dos indicadores de funcionamiento: rojo (equipo fuera de operación) y verde (en contacto y en descarga el carrotanque); una caja de conexiones de alimentación y accesorios, y el equipo que cuenta con la tarjeta de control. El scully es un permisivo para el Multiload, dado que su funcionamiento adecuado permite la digitación y por ende el despacho del carrotanque.

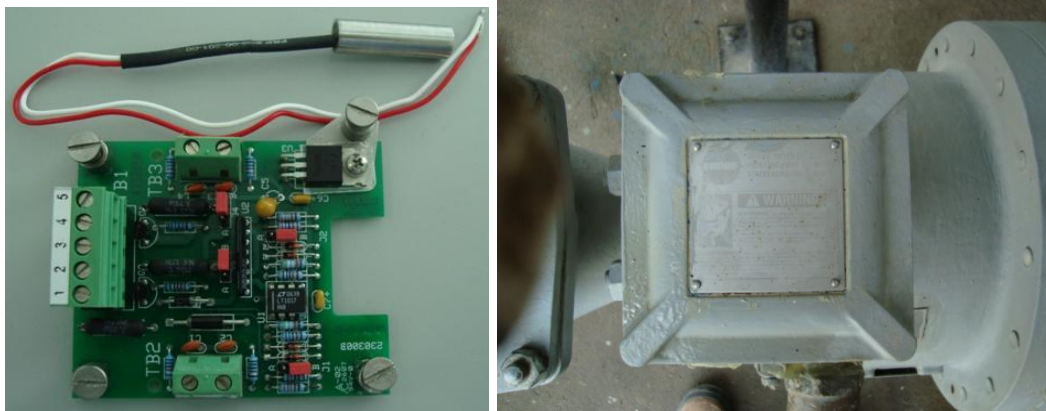
2.6 MEDIDORES DE FLUJO

En PETROMIL se tienen medidores de flujo de desplazamiento positivo descritos a continuación:

- Marca Brodie: este tipo de medidor cuenta con una tarjeta electrónica y una pick up o sensor inductivo. Se caracteriza por convertir el caudal del líquido que pasa a través de él, en una señal medible mediante los pulsos eléctricos generados. El sensor inductivo tiene la función de transferir al contador los movimientos de la parte mecánica del birotor (parte interna del tren de medición que está libre para moverse con la energía del fluido) aprovechando la energía del fluido. Gráficamente se puede observar este tipo de medidor en la imagen 3.

²⁹ Ibíd.

Imagen 3. Medidor de flujo de gasolina extra, corriente, ACPM



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Este tipo de medidor arroja la información a los Multiload (conocidos en el campo de la medición electrónica como computadores de flujo), los cuales usan instrucciones programadas para calcular las cantidades transferidas del líquido que fluye a través del dispositivo medidor.

Puede ser implementado para diferentes tipos de productos, dado que de acuerdo a sus características, se ingresan en el Multiload una serie de factores del medidor.

- Marca Total Control System: medidor de desplazamiento positivo que cumple la misma función del medidor brodie, pero cuenta con un imán giratorio que hace las veces del sensor inductivo. Gráficamente se puede observar este tipo de medidor en la imagen 4.

Imagen 4. Medidor de flujo de B-100



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

2.7 SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI)



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Sistema que realiza el encendido en respuesta a una acción, en consecuencia de algún dispositivo específico o grupo de dispositivos que se activen (apertura de válvulas, manipulación de monitores, roseadores en los tanques, manipulación del

iniciador FIRE), para poder ayudar a controlar el fuego en áreas específicas de manera inmediata. Tiene una presión normal de 130 a 140 psi y en funcionamiento alrededor de 114 psi. Este sistema cuenta con encendido manual y encendido automático de acuerdo a la programación que se le haga en el panel de control.

Este sistema está conformado por:

- Tanque de agua: este tanque debe permanecer con un nivel no más bajo de 5 metros para un suministro adecuado de agua al SCI.
- Parte mecánica, válvulas (compuerta y alivio), cheques, tubería, monitores y roseadores.
- Panel de control: parte del sistema que lleva la electrónica de funcionamiento. Al detectar una presión de 46 psi, activa el motor y pone en funcionamiento el sistema en conjunto.
- Bomba Jockey: bomba de ayuda para restablecer la presión de la línea. Está alimentada a 220V y tiene un rango de funcionamiento que inicia al detectar una presión mínima de 57 psi y finaliza cuando el sistema tiene una presión de 130 psi.
- Gemini II: este dispositivo es el encargado de controlar pulsadores y detectores de calor. Se alimenta por medio de 2 baterías de 12 V c/u, conectadas en serie (24V), con una duración de más de 24 horas.
Para resetear el Gemini II se debe restablecer la causa; es decir, llevar a la posición inicial el iniciador (FIRE).

2.8 GENERADOR ELÉCTRICO

El sistema posee arranque y parada por el panel del motor, colocación de carga por disyuntor y/o seccionadora en la frontal del CCM (cuadro de mando manual). Después del arranque y la estabilización de tensión del grupo, podrá ser alimentada la carga a través del cierre del disyuntor y/o seccionadora general, quedando de esta manera el grupo protegido contra defectos con la parada del propio y desconexión de la carga.

El conjunto de equipamientos destinados a suplir el sistema de energía de emergencia, tiene como composición y función lo siguiente:

CCM (Cuadro de mando manual)

Está destinado a la supervisión de un sistema corriente alterna formado por una fuente principal y una fuente de emergencia que alimentan cargas consideradas esenciales y que no deben sufrir interrupción prolongada. Además tiene como función controlar el suministro de energía eléctrica para el sistema al que se destina y evitar que el grupo generador diesel funcione con defecto (ejecuta la función de supervisión de tensión, corriente y conexión de carga al grupo generador diesel). La energía eléctrica controlada es suministrada por una fuente que se llama emergencia, la cual es compuesta por un sistema de grupo generador diesel.

GRUPO GENERADOR DIESEL

Está compuesto de un motor diesel y un generador síncrono, perfectamente acoplados.

3. EQUIPO DE CONTROL DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE (MULTILOAD)

Como primer paso se identificaron las principales fuentes de información como son el manual del equipo, reportes de inspección, información en medio magnético y por último el apoyo de ingenieros proveedores del equipo y del servicio, así como también información adicional dada por los operadores y supervisores que tienen conocimiento del trabajo diario del mismo. Para el acceso a toda esta información se habilitaron los permisos necesarios con el coordinador y el tutor (director de operaciones).

3.1 REGISTROS DE CONTROL

Teniendo identificado el material de trabajo se procedió a la organización de la información en formatos implementados por el estudiante en práctica para facilitar el análisis del estado del equipo de acuerdo al tipo de dato:

3.1.1 Control diario de los Multiload. Gracias a la implementación y el desarrollo constante de este registro, se inicia en PETROMIL un control del comportamiento de los equipos, permitiendo hacer los ajustes necesarios en la programación para realizar entregas perfectas; es decir, entregas al cliente sin faltantes ni excedentes de producto.

El estudiante en práctica analizando la viabilidad del registro, habilitó el sistema para la visualización de una cantidad mas exacta que se hace en cada cargue y de esta manera el operador pueda hacer una mejor toma de datos. Esta actividad mejora el contenido del registro ya que permite hacer ajustes precisos en la configuración.

Como complemento y mayor claridad en la información se manejan gráficas de las desviaciones de cada producto por cada Multiload. (Véase Anexo B)

3.1.2 Cambio de claves e ingreso de nuevos usuarios para el acceso a los Multiload. Se planteó al tutor esta actividad ya que inicialmente cada operador contaba con el ID diferente pero conocido por todos y con la misma clave. Al revisar la responsabilidad que tiene cada despacho el cual queda almacenado con la identificación correspondiente, se hizo necesario cumplir con la propuesta la cual fue aprobada y se ejecutó en el mes de Enero.

3.1.3 Alarmas. Este formato, implementado por el practicante le ha permitido conocer más acerca de los posibles errores en el sistema de despacho, dado que para cada evento presentado hay una o varias alarmas que hacen referencia y que permiten detectar los errores fácilmente. Durante este periodo se presentaron gran cantidad de alarmas por presencia de aire en las líneas, daño en un modulo de una FCM, daño en las tarjetas de los medidores y por daños mecánicos, los cuales se deben solucionar de manera inmediata ya que bloquean el despacho del producto. (Véase Anexo C)

Las alarmas presentadas en los Multiload durante el periodo de práctica fueron:
EXC FLUJO: esta alarma se presenta cuando hay problemas de aire en la línea, alteraciones en la presión del sistema, cuando los filtros de succión de las bombas y del tren de medición se encuentran sucios o cuando el conductor restringe la palanca del brazo de llenado impidiendo un flujo adecuado del producto.

Dadas las repetidas ocasiones que se presentó este tipo de alarma, se creó un cronograma de mantenimiento de filtros para todo el año debido a que es una de los procedimientos a seguir en la revisión de la mayoría de las fallas así como también la implementación del cebado o desaire de las bombas una vez salgan de

la rutina normal de operación, los cuales fueron aprobados por el director y coordinador de operaciones. **(Véase Anexo D)**

EXC ADTV: esta alarma hace referencia a problemas en la aditivación para la gasolina, ya sea por aire, porque no está depositando el aditivo en la cantidad adecuada o porque se tiene alguna restricción de válvula en el sistema de aditivación.

FUGA MDR: alarma que se presenta cuando hay fallas en el medidor.

FL NO AUT: cuando hay problemas en la FCM o en el medidor, se visualiza esta alarma indicando que el flujo no es autorizado para el despacho.

FL LENTO: esta alarma indica un flujo lento del producto debido a aire en la línea, alguna válvula restringida, motobomba apagada (recibe la señal de encendido desde la FCM pero no la ejecuta), deficiencias en el medidor o por fallas mecánicas.

MASA: la alarma se presenta cuando el SCULLY (equipo de puesta a tierra para los carrotanques) no se encuentra conectado o no está haciendo contacto para una descarga eficiente.

Para la mayoría de alarmas se lleva a cabo el siguiente procedimiento en campo:

- ✓ Revisión del tipo de alarma presentada en el Multiload.
- ✓ Dependiendo del tipo de alarma el paso a seguir es revisar y solucionar aire en la línea, limpieza de filtros, alineación del sistema (apertura y cierre de válvulas).
- ✓ Diagnósticos de las electroválvulas, FCM, y bombas desde el Multiload.
- ✓ Revisión de la FCM correspondiente al producto que está presentando falla, de ser necesario se cambia el fusible o el modulo del producto en cuestión.
- ✓ Revisión del medidor en falla. De ser necesario se hace cambio de la tarjeta o dispositivos en falla.

3.1.4 Control mensual del funcionamiento de los Multiload. Este registro se envía mensualmente desde al Gerente de la empresa hasta los proveedores del servicio (ya que algunos equipos aun se encuentran en garantía). Es un resumen del comportamiento de los equipos, el cual permite tener conocimiento del estado del equipo durante el mes y analizar las mejoras o fallas que persisten en el mismo para de esta manera evaluar confiabilidad. **(Véase Anexo E)**

3.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y MEJORAS REALIZADAS

Durante el mes de Enero, iniciando el proceso de practica, se presentaron grandes desviaciones en las entregas de los productos (diferencia de la cantidad digitada y la cantidad finalmente despachada) y constantes alarmas en los equipos; estas últimas inmediatamente podían ser eliminadas pero no hacían parte del funcionamiento normal de los Multiload las cuales indicaban fallas en el mismo o en el sistema. Para la solución a dichos eventos, la estudiante procedió a llevar un control detallado de las alarmas y las desviaciones diarias presentadas y suministró dicha información al proveedor del servicio (Kopper Automatizaciones) para que tomara medidas de corrección frente al evento. La empresa proveedora del servicio estudió las alarmas y enviaron sugerencias de revisión al sistema de despacho (parte mecánica) y procedimientos de modificación de parámetros de configuración en el equipo, los cuales se llevaron a cabo por parte de la estudiante en práctica y se continuó con el control y el estudio de los registros diarios; a partir de ese momento se observó el cambio y la mejora en las cantidades entregadas en cada despacho como también la ausencia de las frecuentes alarmas.

Para este mismo mes se realizó el listado de los dispositivos, herramientas y equipos críticos y necesarios en planta; es decir, aquellos que son indispensables para los procesos de medición y despachos de productos y que requieren de

tiempo para tenerlos en planta nuevamente una vez fallen. Con el objetivo de tenerlos en stock y sean de cambio inmediato sin alterar dichos procesos. (**Véase Anexo F**).

En el mes de febrero se detectó una constante diferencia de 4 galones de B-100 por cargue, esta situación fue informada de manera inmediata al director de operaciones (tutor de práctica), coordinador de operaciones y supervisores para tomar medidas de control operacional mientras se solucionaba el evento con el proveedor de servicio. Dadas las instrucciones, se hicieron modificaciones en la configuración (específicamente el tiempo de parada del cargue para mencionado producto) y se programaron y llevó a cabo la calibración del medidor logrando finalmente una entrega sin faltantes para el medidor de B-100 costado 1.

Para el día 17 de Abril se presentaron constantes alarmas en el Multiload 2 impidiendo el despacho de ACPM, se hizo el seguimiento y análisis de la falla llevando a cabo los procedimientos aprendidos en la capacitación, obteniendo como resultado una falla mecánica y no electrónica. El evento se presentó en el rotor del tren de medición (una pieza ingresó a éste causando deformaciones e impidiendo su giro libre y por ende el medidor no hacía el conteo de producto arrojando alarmas en pantalla). La estudiante en práctica retiró la tarjeta del medidor, y los operadores hicieron los arreglos de la parte mecánica correspondiente al caso, finalmente se hizo la instalación del rotor una vez arreglado, la estudiante instaló nuevamente la tarjeta y se dejó en adecuado funcionamiento el despacho de ACPM costado 2. En la imagen 5 se aprecia el medidor con la tarjeta una vez retirada y la deformación en el rotor.

Imagen 5. Revisión y solución a alarmas presentadas en ACPM costado 2



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

El día 20 de Abril se presentó alarma en el Multiload 2 donde se visualizaba conteo de ACPM sin digitar cantidad a despachar. Se verificó desde el Multiload el estado de la FCM (Módulo Controlador de Flujo), se hizo revisión de la tarjeta del medidor, la cual se cambió por una nueva que se encontraba en stock, se cambió la pick up (sensor inductivo), se limpió la cavidad de la pick up y no presentó ninguna mejora; las alarmas continuaron. Una vez realizados estos pasos se revisó la FCM correspondiente a ACPM costado 2 y se encontró falla en uno de los dos módulos de control de las electroválvulas, se cambió y se dejó instalada la tarjeta nueva del medidor.

Finalmente el sistema se dejó funcionando adecuadamente. El problema presentado hacía referencia a un corto en la tarjeta debido a corrosión interna en la misma. Esta tarjeta había sido reparada a causa de abundante corrosión en una resistencia; en su momento la resistencia fue reemplazada y el área libre de corrosión quedando el sistema funcionando adecuadamente por más de dos semanas antes de presentarse el corto, que posiblemente se dió por la misma corrosión interna de la tarjeta.

Con los proveedores del Multiload se llevó a cabo el mantenimiento del equipo programado para el mes de Abril, en donde se conoció su parte electrónica y el cambio de partes de falla común en el equipo a largo plazo las cuales inhabilitan su funcionamiento en el caso de presentarse algún daño en ellas, ejemplo claro: el teclado digital. Realizadas las modificaciones y los arreglos anteriormente mencionados se pudo eliminar las constantes paradas de despacho a causa de las alarmas presentadas en los Multiload.

Para finales del mes de abril, una vez recibida la capacitación; la practicante habilitó en la configuración del Multiload al Scully como permisivo para el despacho de los carronques; es decir, si este último equipo no está haciendo el contacto adecuado con el vehículo no permite digitar la cantidad de producto y por ende el inicio del cargue dado que queda detenido el sistema por la alarma *MASA. Se capacitó al operador en la interpretación de la alarma y la importancia de la puesta a tierra del carro (específicamente en el tanque donde se transporta el producto).

En el mes de mayo se recibió un gran número de quejas por parte de los conductores y clientes respecto a faltante de producto del brazo de ACPM costado 2. Se hizo la revisión de parámetros en la configuración del equipo, a la tarjeta del medidor, verificación en el despacho a un carrotanque y el análisis de los registros llevados a diario y todo se encontró ajustado y trabajando adecuadamente. Se le comentó la situación al ingeniero tutor de práctica y al coordinador de operaciones y se expuso que lo necesario era hacer corridas de verificación de dichos productos (ACPM y B-100) y de obtener resultados con grandes desviaciones se debía llevar a cabo la calibración de los medidores (cabe aclarar que es necesaria la calibración del medidor de B-100 dado que el ACPM en Cartagena anteriormente se vendía con el 5% de este, recibiendo de Ecopetrol un 2% y PETROMIL haciendo la mezcla del 3% y después se hicieron las modificaciones de configuración para despacho de ACPM con el 7% de B-100). La actividad se

llevó a cabo el día martes 16 de Junio debido a que el Serafín (recipiente patrón de 734 galones) se encontraba en Petromil Emgesa en la calibración de un medidor nuevo para gasolina corriente. El resultado fue positivo, se encontró gran desviación en las corridas de verificación (cada una de 734 gl) y se ingresó el nuevo factor de corrección el cual permitió hacer entregas completas. Además, se hizo la calibración del resto de medidores. Estas actividades se realizaban en la jornada de la noche y la madrugada para no interrumpir el despacho de carrotanques durante el día.

Para finales del mes de junio y comienzos del mes de julio se detuvieron las quejas por parte de los conductores respecto al bajo nivel de ACPM en el costado 2 del llenadero gracias a las calibraciones realizadas. En cuanto a las alarmas en los Multiload no se han vuelto a presentar con gran frecuencia aquellas que detienen el despacho por falla en la tarjeta del medidor o falla en la FCM, esto refleja el buen estado y el cuidado que se ha tenido con los equipos y los adecuados ajustes de configuración realizados en los Multiload.

El porcentaje de inyección de B-100 lo exige el gobierno nacional para las diferentes áreas del país de acuerdo a los porcentajes que ellos implanten. Apartir del 1 de Junio el despacho de ACPM cambio de concentración de productos; de 95% ACPM y 5% B-100 a una mezcla de 93% ACPM y 7% B-100 en la Costa Atlántica, en los departamentos de Bolívar, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, San Andrés Islas y Guajira (Grandes Consumidores). Por este motivo, se hizo la modificación de porcentajes a despachar en los Multiload, cambio que fue ejecutado por Kopper Automatizaciones ya que requirió de modificaciones a diversos parámetros de configuración los cuales eran de gran precisión.

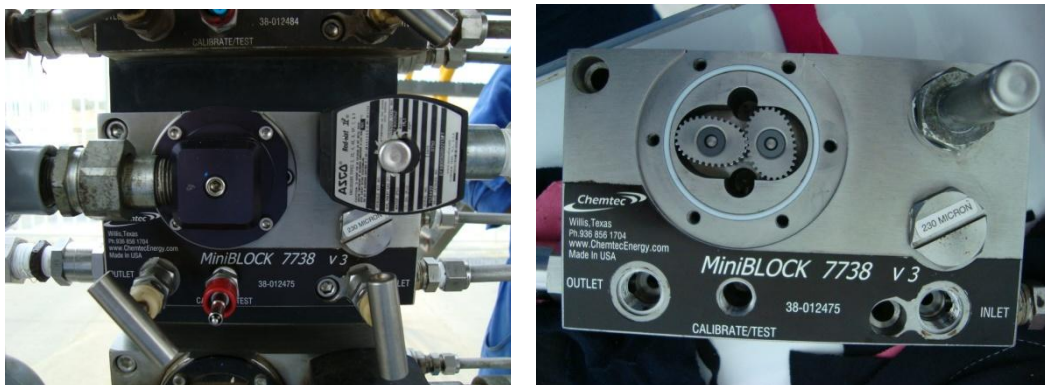
Dado que la aditivación para la gasolina extra y corriente presentó fallas, el estudiante en práctica realizó pruebas de diagnóstico desde el multiload verificando la apertura de las electroválvulas, estado del módulo de la FCM

correspondiente al cierre y apertura de las válvulas y la inyección de HITECH como tal. Para esta actividad se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Se habilitó desde el Multiload la aditivación de HITECH (se había deshabilitado por el practicante con autorización del coordinador y tutor por las constantes alarmas que impedían en despacho de gasolinas).
2. Se revisó el estado de las FCM desde el Multiload.
3. Se revisó el estado de las electroválvulas enviando pulsos desde el Multiload y recibiendo un CLICK de afirmación.
3. Se revisó el módulo de la FCM correspondiente a cada producto (MOGAS costado 1, EXTRA costado 1 y MOGAS costado 2), éste módulo debe encender un indicador tan pronto se establece la comunicación con el Multiload.

De estos pasos realizados se encontró falla en la electroválvula de MOGAS costado 1. Esto se confirmó con la revisión eléctrica una vez desmontada por el practicante y probada con el técnico eléctrico. Además se hizo mantenimiento del minibloque en conjunto con el operador técnico mecánico.

Imagen 6. Mantenimiento correctivo a minibloque de aditivación MOGAS costado 1



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

La estudiante en práctica hace la instalación de la electroválvula para el minibloque de MOGAS costado 1; nuevamente hace prueba de pulsos y el dispositivo da respuesta a los mismos. El sistema de inyección de aditivo no se

deja habilitado ya que continuaron presentándose las alarmas tan pronto se iba a inyectar el producto, deteniendo nuevamente el despacho.

Dado que ya se habían hecho las revisiones del sistema electrónico implementado para la inyección de aditivo, se sugirió al tutor de práctica y coordinador de operaciones la revisión eléctrica de la motobomba correspondiente. Se hizo la revisión con el eléctrico contratista en donde se detectó daño en el interruptor centrífugo. Se soldó nuevamente la pieza y se dio solución al evento presentado; hasta el día de término de práctica, la aditivación se lleva a cabo sin inconvenientes. Finalmente se hizo la calibración de la inyección.

Una vez analizados y solucionados los eventos presentados respecto a las alarmas mostradas en los Multiload que hicieron referencia a las FCM, el estudiante en práctica esquematizó la bahía o llenadero indicando para cada preset o brazo su respectiva FCM. En donde se indica la identificación y distribución de cada una de ellas mediante una secuencia de números que de dos en dos representan la bahía, el costado de la bahía, el preset y el medidor respectivamente. Este formato fue ubicado en el CCM en la celda correspondiente a los PLC y las FCM para mayor entendimiento del personal que este autorizado a manipular la automatización y control del llenadero. **(Véase Anexo F)**

4. SCULLY O PUESTA A TIERRA DE LOS CARROTANQUES

4.1 FORMATO DE CONTROL

Diariamente la practicante hacía revisión del equipo, verificando los indicadores de funcionamiento, estado de las pinzas y estado del cable y se ingresaban los resultados en un registro de control general de equipos. (Véase Anexo G)

4.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y ACCIONES CORRECTIVAS

Se llevó a cabo el mantenimiento preventivo de los equipos en el mes de Enero encontrando en adecuadas condiciones la tarjeta de control. La tornillería y las borneras de conexión del cableado se encontraron en mal estado debido a la presencia de corrosión. Como medida correctiva se hizo cambio de los tornillos, borneras y limpieza del área, dejando el interior del equipo en óptimo estado como se observa en la imagen.

Imagen 7. Mantenimiento correctivo a equipo de puesta a tierra de carrotanques



Antes



Ahora

Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Se verificó el cableado que comunica el equipo con la pinza que se conecta al carro tanque y se encontraron deteriorados para los dos Scully, debido al mal trato y a las pisadas por los mismos vehículos; además de esto las pinzas ya no estaban haciendo un constante contacto por el mal estado en que se encontraban. Se dió el informe al tutor y coordinador de operaciones quienes aprobaron la compra de las pinzas y los cables. Para el mes de febrero finalmente se hizo el cambio de estas partes.

Los eventos anteriormente mencionados provocaron para el mismo mes y parte del mes de febrero daños en los equipos dejándolos fuera de servicio, de manera inmediata se hicieron los arreglos necesarios; se cambiaron las pinzas por unas provisionales mientras se hacia la compra a fábrica de los accesorios originales del equipo, se hicieron empalmes del cableado quebrantado y se recubrió con cinta aislante y cinta encauchetada las partes afectadas del protector del cableado; de esta manera se logró dejar en funcionamiento los equipos de puesta a tierra.

Para finales del mes de febrero ninguno de los dos equipos mostraba el encendido de los indicadores de operación del mismo. Gracias a la revisión diaria y a la comunicación directa con los operadores de planta, se hizo el análisis del equipo obteniendo como resultado los bombillos indicadores fuera de servicio. Se comunicó el evento presentado, se solicitó la compra de los indicadores y se recomendó comprar una cantidad adicional para tener en stock. Al llegar a la planta los accesorios solicitados por la estudiante, se hizo la instalación de los mismos y se dejó habilitado el sistema de puesta a tierra sin ningún tipo de falla.

Se hizo la recomendación por el estudiante en práctica de un mecanismo de control de humedad al interior de los equipos, proponiendo ubicar silica gel para ayudar a disipar y absorber la humedad. El coordinador de operaciones hizo la solicitud de compra y se instalaron bolsas de silica gel al interior de los mismos.

Después de estar capacitada la estudiante en el manejo de equipos, se pudo configurar el funcionamiento directo del Scully con el Multiload, en donde éste último equipo no permite el despacho del carrotanque si no está operando adecuadamente el scully o puesta a tierra.

Dados los frecuentes eventos presentados en los equipos, se modificó la programación del plan de trabajo para un mantenimiento mensual y no cada dos meses como se tenía previsto. De esta manera, mensualmente se llevaron a cabo los mantenimientos a los equipos y hasta el término de práctica se dejaron en óptimas condiciones de trabajo.

Para finales del mes de junio se encontró rota en algunas partes la cubierta del cable de la estática del costado 1 (el cableado no se vio afectado directamente por las pisadas de los carrotanques). Se corrigió el evento colocando cinta encauchetada y cinta aislante para detener el deterioro del mismo y nuevamente se les insistió a los operadores en el cuidado de este elemento y se les recordó que a diario se debe hacer la charla de inicio de cargue a los conductores (donde se mencionan las medidas de seguridad, uso de los EPP, y donde se incluye el cuidado y buen uso de los equipos y herramientas durante el cargue). Para el costado 2 aún se encuentra en óptimas condiciones, de igual forma los equipos están trabajando sin ningún tipo de inconveniente sin alterar los despachos.

5. RADARES, PROTHERMOS, RTD Y MONITORES

5.1 REGISTROS DE CONTROL

5.1.1 Control diario de instrumentación en tanques. Para el control de estos equipos se ha implementado un registro diario de control donde se compara la medida base dada por la medición realizada por el operador con una cinta métrica para el nivel y con un termómetro digital para la temperatura, versus la medida arrojada por el equipo vista en el monitor. Con el manejo de esta información se pueden analizar diversos factores de cada equipo, condiciones de funcionamiento, análisis de fallas que presenta y corrección de ajustes finos (los radares instalados en PETROMIL tienen un rango de desviación máxima de 3 mm) para lograr mantener los equipos dentro del rango de desviación permitido y medir el grado de confiabilidad en los datos arrojados; como también es útil para suministrarle información al proveedor en caso de irregularidades en el funcionamiento no controladas por la practicante, logrando de esta manera una medida exacta y confiable. **(Véase Anexo H)**

Este formato se ha modificado anexándole el nombre de los operadores quiénes hacen la medición de nivel y temperatura de tanques para la apertura y cierre de planta y la observación correspondiente en caso de error en la medida base, zona muerta, tanque en bombeo o cualquier situación anormal en la operación que haya perturbado la desviación consecutiva que lleva el tanque; con el objeto de llevar más control de errores en medición y permita un mejor análisis de los datos obtenidos.

5.1.2 Control mensual de instrumentación en tanques. Una vez finaliza el mes se realiza un informe el cual recopila el estado general de los equipos, donde se visualiza la mejora o fallas que persisten en los mismos para así hacer los ajustes en la programación (en el caso de los radares) y obtener un menor rango de desviación. **(Véase Anexo I)**

5.1.3 Estado actual de instrumentación en tanques. Este formato contiene el estado actual de las partes que conforman los equipos de la instrumentación en tanques. Gracias a los continuos mantenimientos preventivos y correctivos se logró resumir las necesidades y fallas que cada uno presenta. Fue de gran ayuda para el estudiante en práctica la implementación de este resumen dado que le permitió llevar a cabo en lo posible gran parte de las acciones correctivas a cada caso. **(Véase Anexo J)**

5.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y ACCIONES CORRECTIVAS

Los radares fueron instalados en julio del año 2008; habían permanecido en periodo de prueba, pero no con la atención requerida para mantener un funcionamiento apropiado constantemente. Desde el momento que inició la práctica empresarial se hizo necesario para la estudiante el control estricto de dichos equipos, debido a que no se encontraban brindando el servicio adecuadamente; para esto se implementaron los registros de control los cuales mediante el análisis de la trazabilidad llevada, además de la orientación por los proveedores del equipo y del servicio, permitieron entender mejor su funcionamiento y comportamiento.

En los primeros días de práctica se llevaron a cabo visitas de los proveedores por los constantes avisos de inconformidad con los equipos en donde la practicante

hacía el acompañamiento como apoyo técnico en cada una de ellas para adquirir conocimiento de los equipos y llevar la secuencia de modificaciones en cada uno de ellos. Durante estos días se dieron pequeñas mejoras a los eventos presentados pero no una solución radical, pues se presentaban grandes debilidades porque la empresa no llevaba un control de los equipos y por consiguiente no se conocía los síntomas de falla presentados anteriormente.

Inicialmente la instrumentación en tanques se encontró de la siguiente manera:

- Los radares de los tanques 8, 9 y 10 han mostrado un adecuado funcionamiento después de la instalación y entrega de los mismos. El radar del TK-9 requiere un ajuste para mantenerlo dentro del rango aceptado de +0,3 cm y -0,3 cm de desviación.

- ✓ Los equipos del TK-7 muestran un buen funcionamiento. Las grandes desviaciones se deben al bajo nivel en el TK.
- ✓ Inicialmente los equipos del TK-6 presentaban un excelente comportamiento (era el único TK en el cual los datos arrojados por los equipos estaban dentro de los rangos aceptables de desviación), después de la última visita de Kopper y Saytec los equipos varían su estado de funcionamiento; algunos días OFF LINE, 9999 en nivel y 358°C en temperatura o los datos correctos.
- ✓ El radar del TK-5 está completamente descontrolado. En temperatura durante el mes mostró un comportamiento inestable, pasando de estar aparentemente bien un día a mostrar 358°C al día siguiente a pesar de seguir conservando un nivel considerable en el tanque.
- ✓ En el TK-4 el radar ha presentado un buen comportamiento. El equipo de temperatura muestra un adecuado funcionamiento.
- ✓ Para el TK-3, el radar requiere de ajuste para obtener los datos dentro del rango de desviación permitido. En temperatura se encuentra OFF LINE.

- ✓ El radar del TK-2 presenta adecuado funcionamiento, las desviaciones se deben al bajo nivel en el tanque. Los datos de temperatura después de la visita de Kopper y Saytec han mejorado de acuerdo a la trazabilidad llevada.
- ✓ Para el TK-1 en nivel se presentan grandes desviaciones debido al bajo nivel del TK, pues el equipo funciona adecuadamente. En temperatura el equipo se encuentra OFF LINE.

Cabe resaltar que los equipos en condiciones normales trabajan adecuadamente, al llegar a la zona muerta (zona donde la sonda no hace contacto con el producto) el monitor indica datos con grandes desviaciones respecto a las medidas bases u OFF LINE, 9999 en nivel y 358°C en temperatura como datos de error.

Dadas ciertas instrucciones por los proveedores se hizo la recomendación a la empresa de instalar techos a cada equipo para la protección de los rayos directos del sol y para la humedad en los mismos, la cual fue aprobada e implementada en el mes de Febrero. Además se hizo cambio a espárragos de acero inoxidable a los soportes de cada equipo y así poder evitar daños futuros por la misma corrosión en partes externas.

Imagen 8. Instalación de techos para protección de equipos



Antes



Ahora

Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

El día 11 de Marzo se llevó a cabo una inspección realizada por KOPPER, AUTOMATIZACIONES, SAYTEC, SOLOMONTAJES y PETROMIL empresas proveedoras de servicios que estuvieron relacionadas en el momento del montaje de la instrumentación en tanques y con quienes se pretende tomar medidas de solución a las continuas fallas y daños presentados por corrosión y humedad en los equipos; es decir conocer explícitamente los daños que tienen cada uno.

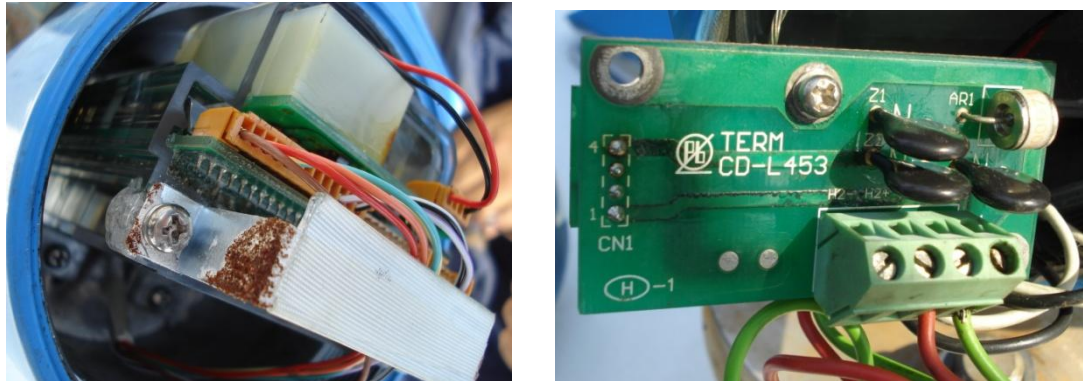
La inspección y el mantenimiento llevado a cabo se resume en:

- ✓ Revisión del montaje mecánico.
- ✓ Revisión del montaje eléctrico.
- ✓ Revisión de la configuración de los instrumentos.

En esta jornada se encontró presencia de humedad en las cajas de paso, en los ductos eléctricos y en algunos equipos, lo que provocaron que se soplaran pistas de tarjetas y se presentara corrosión en las mismas; dando como resultado 3 tarjetas y 2 módulos correspondientes a los Prothermo de los tanques 1,3 y 6 dañados totalmente por la corrosión; los cuales desde este momento quedaron fuera de servicio para la medición de temperatura en dichos tanques. El radar del tanque 5 quedó en periodo de prueba después de las modificaciones en la configuración, resetear el equipo y realizar el mapeo a lo largo de todo el tanque. De no corregirse el error (indicación de niveles altos cuando hay poco inventario en el tanque y bajos niveles para altos inventarios); se tomaran otras medidas correctivas.

En el mantenimiento también se revisaron tensiones, medidas de las sondas, zona muerta del equipo, tarjetas electrónicas, sellante corta fuego en los sellos de las tuberías, revisión de algunas cajas de paso, ajustes de roscas de tubería a los equipos, entre otras actividades. De todo esto se concluyó que hubo una mala instalación mecánica y eléctrica que afectó las tarjetas de los equipos permitiendo ingresar la humedad y ocasionando corrosión en las mismas.

Imagen 9. Estado de equipos de instrumentación en tanques durante la inspección



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

El día 1 de Abril, SAYTEC proveedor de servicio de mantenimiento e integración de instrumentos y equipos de medición industrial, realizó el cambio de electrónica de los radares entre el tanque 5 y el tanque 2 para comprobar el funcionamiento de la electrónica del tanque 5, dado que las modificaciones y arreglos del día 11 de Marzo no mostraron resultados positivos. Una vez realizado el intercambio, se hizo seguimiento a los equipos los cuales han dado repuesta con un buen funcionamiento.

El día 13 de Abril se inició un mantenimiento preventivo de la instrumentación en tanques con Kopper Automatizaciones, donde se hicieron ajustes y se verificaron las fallas en la instalación eléctrica y mecánica; se revisaron las tarjetas, su alimentación y se hizo mantenimiento preventivo y correctivo a las mismas para el control de corrosión; además de esto, se instaló sílica gel y papel anticorrosivo (como medida de control contra la humedad y la corrosión). De esta actividad quedó pendiente el mantenimiento correctivo, el cual fue realizado por PETROMIL, dirigido por el estudiante en práctica y ejecutado en compañía de operadores y el Ing. de sistemas. A continuación se muestran fotos de algunas de las correcciones realizadas:

- Los sellos cortafuegos³⁰ en la tubería de la acometida eléctrica de los equipos se encontraron partidos y con presencia de agua; una de las causas de la corrosión en las tarjetas se relaciona con esta no conformidad dado que permite el paso de la humedad por condensación hasta el equipo. Ver imagen 10.

Imagen 10. Mantenimiento correctivo de sellos cortafuegos en acometida eléctrica de la instrumentación en tanques



Antes



Después

Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

³⁰ http://www.dismatec.com/publireportajes/14-FAQs_cortafuegos.html.

- Los acoples de los flexibles o ductos eléctricos por donde pasa el cableado de señal y alimentación hasta los equipos, se encontraron sueltos y con pocos hilos roscados. Se hizo el ajuste de mínimo cinco hilos roscados como lo indica el manual de los equipos; además de esto se aplicó teflón para mayor protección. Ver imagen 11.

Imagen 11. Ajuste de roscas a los equipos de la instrumentación en tanques



Antes

Después

Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

- Se hizo revisión de las cajas de paso o pasa-cables y se encontraron secas y limpias gracias a los mantenimientos quincenales que se llevaban a cabo.

Imagen 12. Mantenimiento correctivo a cajas de paso o pasacables en tanques



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Para el mes de mayo la condición de los equipos se detalla de la siguiente manera (esta información hace parte de un informe entregado al tutor – director de operaciones y al coordinador):

- ✓ Los radares de los tanques horizontales 8, 9 y 10 han mostrado un adecuado funcionamiento, requieren de un pequeño ajuste el cual no se había podido realizar por los mantenimientos en ejecución. Para las dos últimas semanas de abril se dejaron en seguimiento y para la primera semana de mayo se realizó el ajuste en programación. Los prothermos se encuentran trabajando adecuadamente.
- ✓ Los radares de los tanques verticales requieren de ajuste. El radar del tanque 4 se encuentra bastante afectado por la corrosión pero no ha fallado en funcionamiento, por consiguiente requiere de seguimiento y mantenimiento constante. Los prothermos de los tanques 1,3 y 6 están fuera de servicio, se hizo el pedido de los mismos y para el día 23 de julio del presente año llegan a planta los módulos y las tarjetas barreras (tarjetas de alimentación) de los Prothermos para los tanques 1,3 y 6 los cuales continúan deshabilitados para temperatura. Deben ser instalados por el ingeniero que a la fecha este a cargo de la instrumentación en tanques y anexo a esto se debe hacer el cambio de los soportes de los módulos de los prothermos que serán retirados por la presencia de corrosión y los o-ring o empaques de las tapas de los radares y prothermos que se encuentran en mal estado. Realizadas estas acciones correctivas se espera un óptimo funcionamiento de la instrumentación en tanques.

En revisiones diarias en campo del estado de los equipos, se detectaron gran mayoría de los displays de los monitores deteriorados por la caída directa de los rayos del sol en los mismos, como medida correctiva se sugirió la instalación de los techos en cada monitor. Mientas se instalaron los techos, la estudiante hizo una protección temporal de los displays con trapos en cada uno de ellos lo que

permitió detener el deterioro. Acción correctiva que mejoró en el mes de Mayo una vez instalados los techos como se observa en la siguiente imagen.

Imagen 13. Instalación de techos a monitores de la instrumentación en tanques



Antes

Después

Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Culminando el mes de mayo se observó grandes desviaciones en el radar del tanque 9, el estudiante reportó la situación al proveedor dado que este equipo había estado incluido en los ajustes finos realizados a los tanques que lo requerían. En este mes el equipo presentaba una desviación de 50 mm aproximadamente respecto a la medición con cinta métrica. El 1 de junio en visita de Kopper se realizó nuevamente un ajuste al equipo y se dejó en seguimiento por un mes. El día 8 de Junio se envió los reportes diarios de la instrumentación en tanques y los ingenieros proveedores del servicio enviaron valor a modificar en el parámetro de calibración en vacío del equipo, la estudiante realizó los ajustes pertinentes y el equipo dio respuesta positiva a los mismos.

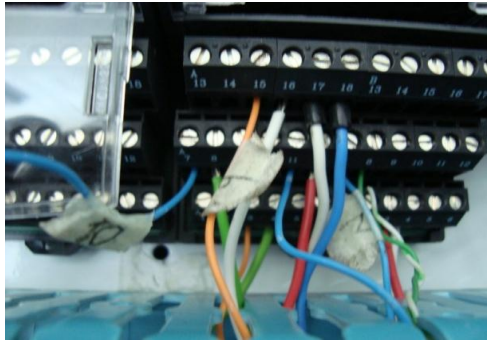
Otro de los eventos presentados en planta en el mes de mayo fue la detección de un mal empalme en el lazo de la señal entre el PLC y la RTD del tanque 8. Inicialmente se observó en el supervisorio una temperatura de 10364 °C lo cual indicaba falla en la medición.

Como primera medida de verificación del problema se hizo la medición de alimentación en el equipo la cual no correspondía a los 24 VDC, en ese momento se encontraba en 1,98 VDC. Se informó a Kopper Automatizaciones para hacerlos partícipes de la solución al evento dado que en el manual INSTRUMENTACIÓN EN TANQUES hace referencia superficialmente a la medición de temperatura en tanques horizontales. De acuerdo a lo informado y analizado se prosiguió a revisar el lazo de señal entre el PLC y la RTD correspondiente, actividad que fue bastante compleja dado que no estaban identificadas estas señales que llegan al PLC. Se llevó a cabo repetidamente la identificación de las señales de nivel y temperatura dado que el cableado no coincidía; es decir, el color de cable que había en la RTD (en campo) y el que ingresaba al PLC (en cuarto de control) eran diferentes para el tanque 8.

Finalmente se detectó, se hizo seguimiento por medio de los registros eléctricos y se encontró el mencionado empalme con corrosión, humedad y uno de los cables sueltos lo cual fue la causa raíz al evento presentado.

Imagen 14. Detección de empalme encontrado en el lazo de comunicación de la RTD tanque 8.



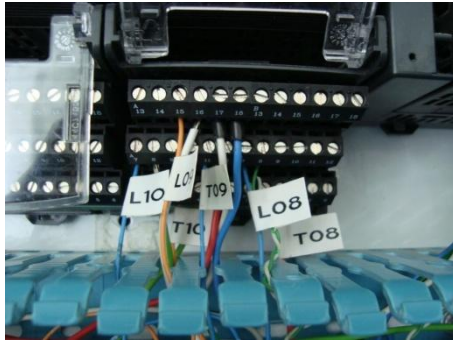


Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Se informa al tutor de práctica, coordinador de operaciones y proveedores del servicio antes de proceder a hacer un empalme provisional mientras estos últimos respondían al error en la instalación del equipo. Se hizo un empalme adecuado, se dejó en funcionamiento el equipo y se identificaron todos los cables que llegan al PLC de la instrumentación en tanques horizontales como se observa en la imagen 15.

Imagen 15. Corrección de empalme encontrado en el lazo de comunicación de la RTD tanque 8 e identificación de señales de la instrumentación de tanques horizontales al PLC





Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Para dar solución al empalme encontrado, en la visita del 1 Junio el proveedor realiza la instalación de una caja Nema 7 (a prueba de explosión) para asegurar el empalme y por ende un desempeño sin fallas. El practicante estuvo presente en el montaje e instalación y aceptó el trabajo realizado para el cual el sistema quedó funcionando óptimamente. Para mitad del mes de junio se solicitó la compra de los tornillos para el soporte de los monitores de cada tanque (equipo ubicado en la parte inferior del tanque donde se visualizan los datos de nivel y temperatura), debido a que estaban deteriorados por la corrosión; los cuales fueron cambiados por los operadores de planta.

Finalizada la práctica se mejoró el estado de los equipos gracias al control diario requerido y al cuidado de los mismos. La instrumentación en tanques ha presentado mejora en cuanto a desviación y funcionamiento de los equipos en general. Para el mes de Julio se mantienen para la mayoría de tanques una desviación de ± 3 mm (desviación máxima permitida), está en seguimiento el tanque 9 dado que había presentado grandes desviaciones respecto a la medida tomada con cinta métrica. El día 8 de Julio se realizó el último ajuste del parámetro calibración en vacío que hace referencia al corrimiento del cero en el instrumento; este dato ingresado permitió mejora en la desviación pero aun continúa en seguimiento para obtener poca desviación respecto a la medida base (cinta métrica).

6. MEDIDORES DE FLUJO

6.1 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y ACCIONES CORRECTIVAS

En el mes de Marzo se realizaron las corridas de verificación mensuales las cuales fueron adelantadas debido a las continuas alarmas y faltantes en ACPM + B-100. (Véase Anexo K). Para esta corrida específicamente, se observó en los diversos pantallazos del cargue que no se estaba llevando a cabo la inyección de B-100, el producto depositado en el serafín era solo ACPM y al momento de hacer la inyección de biodiesel se detenía el cargue.

Al realizar la corrida de verificación solo con B-100, no se observó en el Multiload la cantidad de producto que se estaba despachando; es decir, sí había flujo de producto pero no se visualizaba el conteo.

Dada la situación, se hace revisión general del sistema analizando los siguientes aspectos iniciales de cumplimiento:

- ✓ Instalación mecánica con sellante y silicona aplicados.
- ✓ Filtros limpios.
- ✓ Línea sin aire (trabaja adecuadamente para cargar por el Multiload 1 por consiguiente no era motivo del evento).
- ✓ No hay presencia de humedad en las cajas de conexiones de los dispositivos.
- ✓ Bombas de los dos productos (ACPM y B-100) en adecuadas condiciones.

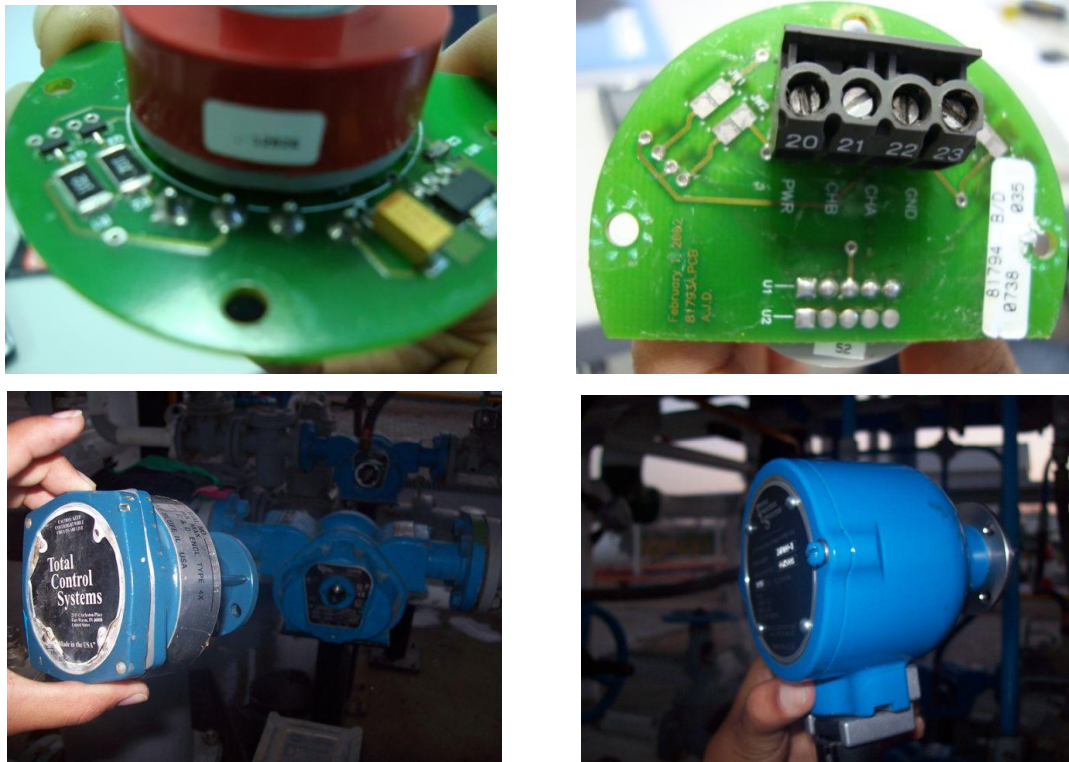
Seguido de esto se propone hacer una serie de pruebas para determinar el estado del medidor de B-100 costado 2 las cuales fueron autorizadas por el coordinador y director de operaciones (tutor de práctica):

1. Inicialmente se realizó la prueba con la tarjeta correspondiente al medidor en falla (B-100 costado 2), no se observó conteo en el Multiload pero si se depositaba producto en el Serafín.
2. Se hizo cambio de la tarjeta del contador en adecuado funcionamiento (Multiload 1) al medidor del Multiload 2. Se realizó la corrida y se obtuvo un faltante de 3 galones.
3. Nuevamente se probó la tarjeta 2 correspondiente al medidor 2 y en esta ocasión se pudo visualizar el conteo del producto con una rata de flujo muy lenta, lo cual no dio confiabilidad y se concluyó que la tarjeta se encontraba en falla; es decir, realizaba la lectura del flujo de manera intermitente lo cual generaba una alta desviación respecto a los galones a cargar.
4. Con el fin de verificar repetibilidad y descartar problemas de otros dispositivos, se hizo nuevamente el cambio de la tarjeta del medidor costado 1 al medidor 2. Se observó que con esta tarjeta si se presenta repetibilidad, lo cual nos permite descartar fallas mecánicas o en otros dispositivos.

Al sacar la tarjeta y llevarla al laboratorio de la planta para hacerle una adecuada revisión se encontró corrosión en un pin de un integrado de la tarjeta y caminos levantados por el mismo efecto. Se comunico finalmente el estado de la tarjeta del medidor al tutor de practica (director de operaciones) y con aprobación, se cotizó la tarjeta; después de unos días el proveedor informa que la el medidor estaba fuera del mercado y la estaban reemplazando por otra versión, situación que obligó a comprar el medidor completo. Una vez la tarjeta llegó a planta, se instaló dejando en funcionamiento nuevamente la inyección de B-100 para ACPM en el costado 2. La conexión de la tarjeta nueva no difirió en la conexión de la tarjeta del

medidor retirado, por consiguiente no se presentaron inconvenientes y todo resultó excelente.

Imagen 16. Cambio de medidor de flujo de B-100 constado 2



Fuente: GUTIÉRREZ, Milena. 2009

Desde finales del mes de mayo se recibieron un gran número de quejas por faltante de ACPM en el costado 2 para lo cual el día 17 de Junio iniciaron la calibración de los 7 medidores de los productos despachados en PETROMIL (2 de MOGAS, 2 de ACPM, 1 de EXTRA, 2 de B-100) con la empresa certificada para calibraciones (SAYBOLT); la actividad programada fue realizada en compañía de un supervisor de planta a quien se estaba capacitando para dicha actividad, la cual se le facilitó por la lectura anticipada del paso a paso o procedimiento a ejecutar realizado por la estudiante en práctica (**Véase Anexo L.**), finalmente se ingresó a cada producto un factor de corrección temporal que se obtiene sacando un promedio de las pulgadas cúbicas (unidad de la regleta del serafín) pasadas a

galones, de las tres corridas como mínimo que se realizan para cada medidor, mientras la empresa envía la certificación de las calibraciones con los K factor finales que se obtienen utilizando los datos de temperatura, presión, tiempo, nivel y API tomados en el momento de cada corrida.

Finalmente los conductores quedan satisfechos por la mejora en la entrega del producto.

El practicante deja en medio físico y medio magnético los siguientes procedimientos:

- ✓ Como sacar de servicio medidores en falla.
- ✓ Como retirar tarjeta de medidor de mogas, gasolina extra, acpm y B-100.
- ✓ Calibración de aditivos
- ✓ Calibración de medidores de flujo
- ✓ Como sacar de servicio un permisivo
- ✓ Como sacar de servicio una FCM
- ✓ Como deshabilitar un medidor de flujo desde la FCM correspondiente

7. SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Inicialmente el sistema contra incendios presentó fallas en el arranque en modo automático. Se presentaron para ese entonces dos eventos que involucraban la no funcionalidad el sistema en óptimas condiciones: continuo despresionamiento y un intento fallido de arranque en modo automático , por lo tanto se hacían pruebas en modo manual y simultáneamente se verificaban los posibles daños en el sistema; se hizo revisión de todas las partes mecánicas que lo componen verificando si existía pase de agua en alguna válvula o cheque generando despresionamiento continuo en la línea y análisis del sistema eléctrico con el contratista electricista. Una vez hechas los estudios al sistema, se detectó daño en un cheque y en un interruptor solenoide. Las dos fallas se corrigieron permitiendo el funcionamiento de desempeño normal del sistema.

El practicante implementó pruebas del sistema en modo manual y modo automático semanalmente; estas prácticas se realizaban inicialmente solo por el estudiante y el coordinador de operaciones quienes conocían el manejo del mismo y estuvieron presentes en las primeras pruebas del sistema en el mes de enero cuando fue automatizado; una vez se corrigieron las fallas se capacitó a todo el personal de operaciones para la manipulación del mismo. Los procedimientos fueron realizados por el practicante y aprobados por el coordinador y tutor de práctica. De manera resumida se explica a continuación los principales pasos para poner en funcionamiento el sistema:

Modo manual:

- ✓ Se hace el check list o lista de chequeo del equipo (incluye revisión de combustible, refrigerante, baterías, presión inicial del sistema, presión de

- ✓ funcionamiento, nivel del tanque de agua, ruido de funcionamiento, entre otras.)
- ✓ Se abre la recirculación de la línea de contraincendio al tanque.
- ✓ Se coloca el sistema en modo manual.
- ✓ Se hace el encendido del sistema utilizando uno de los dos arrancadores con que cuenta.
- ✓ Finalmente se apaga el sistema y se deja normalizado tanto la alineación de la línea de contraincendio como el sistema en modo automático.

Modo automático:

- ✓ Se hace el check list del equipo (incluye revisión de combustible, refrigerante, baterías, presión inicial del sistema, presión de funcionamiento, nivel del tanque de agua, ruido de funcionamiento, entre otras.)
- ✓ Se verifica que la bomba jockey este en modo automático.
- ✓ Se verifica apertura de válvulas y alineación de la línea de contraincendio.
- ✓ Se verifica que en el panel el sistema se encuentre en modo automático.
- ✓ Se hace la apertura de monitor, roseadores del llenadero o se oprime algún indicador de incendio. El sistema debe encender inmediatamente se realice alguna de estas acciones dado que la presión baja drásticamente.
- ✓ Finalizada la prueba se coloca en off el sistema para apagarlo.
- ✓ Se verifica la presión con la que quedo el sistema y se coloca nuevamente en modo automático. Si la presión no quedo por encima de 57 psi es necesario subirla haciendo uso solo de la bomba jockey.

En el mes de Junio se hizo una prueba del SCI haciendo uso del diluvio o roseadores del llenadero. Los pasos que se deben llevar a cabo para el control para la identificación del evento y control de los pulsadores que lo generan mediante el Gemini II son:

Paso 1: Reconocimiento

Se identifica en el panel la información sobre la alarma.

Paso 2: Silenciar

Se silencia el panel y las sirenas para evitar el pánico. Para esto se presiona el botón “Alarm silence” en el panel.

Paso 3: Restablecer

Al haber controlado la situación, se restablece el dispositivo en alarma.

De esta manera el SCI queda funcionando pero se logra mayor control de la situación por la identificación de la causa y ambiente de ruido alarmante bajo control.

8. ACTIVIDADES ANEXAS AL DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

8.1 CONTADORES MECÁNICOS

Los contadores electrónicos LECTROCOUNT LCR II instalados cuentan con un hardware y software de alta ingeniería y es compatible con una alta gama de sistemas de despacho desde sencillo hasta muy sofisticado. Como medida de contingencia, en el llenadero de PETROMIL se instalaron dos medidores Lectrocount con un sistema de despacho totalmente mecánico; es decir toda la operación se hace con manipulación de válvulas. La instalación de la acometida eléctrica la ejecutaron contratistas electricistas y la parte de conexión directamente en el equipo y en el cuarto de control desde donde se toma la alimentación para los mismos, la ejecutaron la practicante y el ingeniero de sistemas de la planta. Cada contador mecánico consume 3A y los contratistas alimentaron los equipos en una fuente de 5A momentáneamente lo que impedía el funcionamiento simultáneo de los mismos. Se solicitó una fuente de más amperaje para dicha operación y se adquirió una de 10A. Se alimentaron los dos contadores por medio de dicha fuente y se independizaron los contadores, cada uno con su respectivo breaker. El trabajo quedó finalizado a cabalidad y en óptimas condiciones de funcionamiento, el cual fue revisado por el ingeniero tutor de práctica.

Después de esto la estudiante en práctica se instruyó en el manejo de los equipos y en la calibración de los mismos mediante el manual. De esta manera se pudo llevar a cabo la calibración de los dos contadores mecánicos.

Generando confianza en el manejo de los equipos el estudiante en práctica calibró el contador de ACPM de la planta antigua de PETROMIL ubicada en emgesa donde aun se realizan despachos por barcaza.



Fuente: <http://www.lcmeter.com/products/lectrocount.html>

8.2 SUPERVISIÓN

Finalizando el periodo de práctica y con un estado de buen funcionamiento, control de corrosión y la implementación de mejoras en los equipos que intervienen en la medición y despacho de productos, el estudiante en práctica pudo alternar sus actividades de práctica con la supervisión de planta ofrecida por PETROMIL, gracias a que demostró sus capacidades y buen criterio para asumir el cargo, dado que conoció toda la planta para el entendimiento y manejo de los equipos, de igual forma la experiencia permitió el conocimiento del funcionamiento de los sistemas mecánicos también fundamentales para el desarrollo operativo diario de la planta. Como ejemplo entre ellos están: recibo de producto de Ecopetrol, funcionamiento de la trampa de API (recolectora de producto en momento de derrame), recibo de carrotanques de B-100, como habilitar líneas para recibo de productos en el mismo instante que se llevan a cabo los despachos, etc. Permitiéndole tomar más responsabilidades y adquirir conocimientos generales de desarrollo como profesional e ingeniero íntegro.

En los turnos de supervisión se presentan diversas situaciones, tales como los incidentes, que se deben resolver inmediatamente y con la autorización del coordinador de operaciones ejecutar la operación más indicada para resolver el evento que se presente.

Dados los incidentes presentados se implementó por el estudiante en práctica un registro de control de los mismos para llevar a término con la ejecución de las acciones correctivas creadas para cada uno y de esta manera garantizar que no se vuelva a presentar el incidente. (**Véase Anexo M**). Además, el practicante subió a la red interna de PETROMIL, en el área de operaciones una carpeta de incidentes analizados y cerrados (es decir; con el 100% de las acciones correctivas finalizadas) con el objetivo de ser vistos por los trabajadores de dicha área y cumplir con la normatividad de calidad. Como resultado del análisis de cada uno de ellos, se implementó el formato del estado de los carrotanques el cual es diligenciado por el operador, esto con el fin de hacer cumplir por parte de PETROMIL y por parte del cliente el indicador de entregas perfectas el cual era desarrollado por el estudiante mes a mes.

8.3 CONTROL DE HUMEDAD Y CORROSIÓN EN EQUIPOS

En PETROMIL uno de los problemas más graves en la instrumentación y equipos que se encuentran en campo es el daño a causa de la corrosión que genera la humedad que ingresa a los mismos. La practicante implementó medidas preventivas y de control para contrarrestar dicha situación dado que es un factor no controlable, el clima; las cuales se mencionan a continuación:

- ✓ Jornada de mantenimiento de las cajas de paso ubicadas en tanques, llenadero y alrededores de la planta y cajas eléctricas de los postes, con el fin

de minimizar la corrosión, cortocircuitos y daños por la humedad. El cronograma fue aprobado por el ingeniero tutor de práctica. (Véase Anexo P).

- ✓ Para minimizar daños en los equipos causados por la humedad, se aplica silicona en cada acople, conexión o ducto que este dirigido a algún equipo.
- ✓ En la instrumentación en tanques y dispositivos electrónicos del llenadero se ubicó en cada equipo un sobre de silica gel y se protegieron las tarjetas electrónicas con papel anticorrosivo, con el fin de evitar o disminuir el daño de dispositivos a causa de la corrosión. Se hace cambio de estos elementos mensualmente.
- ✓ Se roscaron adecuadamente los acoples de las tubería o ductos flexibles que están conectados directamente a los equipos, se colocó teflón en las roscas y se aplicó silicona en la entrada de las mismas contribuyendo a evitar el ingreso de la humedad.
- ✓ Se aplicó sellante a los sellos cortafuego en las acometidas eléctricas de toda la planta y con más énfasis en los sellos de las tuberías que llevan cableado para equipos de instrumentación, medidores de flujo, monitoreo, control y automatización.

8.4 CAPACITACIONES

El entrenamiento práctico y el desarrollo del estudiante en práctica en campo se llevó a cabo en compañía del tutor o director de planta, coordinador de operaciones, operadores e ingenieros proveedores de equipos o servicios y complementando lo aprendido en las charlas técnicas y cursos, finalmente el estudiante era el encargado de las diferentes pruebas y métodos de inspección en los equipos, con el libre desplazamiento y acceso a áreas de control en caso de necesitarlo. Como evidencia se anexan un par de fotos tomadas en campo del practicante.

Entre las capacitaciones recibidas están:

- ✓ Capacitación en instrumentación en tanques y Multiload: en esta capacitación el estudiante conoció más a fondo la automatización de los sistemas, conexiones, tipos de comunicación implementada (HART y MODBUS), control y manejo de la instrumentación en tanques y equipos de control de flujo. Además, se conoció el funcionamiento, instalación y detallado análisis de las partes que conforman las FCM (Modulo de Control de Flujo) implementadas en PETROMIL. Capacitación dictada por el personal de Kopper Automatizaciones, empresa proveedora del servicio.

- ✓ Capacitación HSE: el estudiante recibió información respecto a salud ocupacional, seguridad industrial y Medio Ambiente dictada en ECOPETROL, Cartagena con el objetivo de conocer la seguridad que debe existir en una empresa, los cuidados que se deben tener, la implementación de un análisis de riesgo implementando un ATS (Análisis de Trabajo Seguro), saber diligenciar un permiso de trabajo eléctrico, en caliente, en alturas, en espacios confinados; así como también medir los riesgos de las actividades por medio del análisis de la matriz RAM (Matriz de Valoración de Riesgos)³¹. (Véase Anexo N).

Capacitación en uso y manejo de medidor de gases (explosímetro): se reciben instrucciones de manejo, calibración y mantenimiento del explosímetro o detector de gases por parte de una empresa certificada, Urigo. Esta actividad se llevó a cabo con el fin de utilizar adecuadamente y en las condiciones apropiadas el instrumento detector de gases, garantizando la vida de los empleados y la infraestructura como tal al realizar trabajos en caliente (operaciones de soldadura, corte y amolado que generan fuentes de calor (chispas o llamas abiertas), dado

³¹ <http://sidoe1.ecopetrol.com.co/MotroV2/consulta?accion=verDocs&id=82554>

que son las actividades que mayor riesgo generan en una empresa de combustibles.

- ✓ El estudiante en práctica y el coordinador de operaciones capacitaron supervisores y operadores en el manejo del SCI en modo automático y en modo manual, inicialmente se dio a conocer el check list del equipo con el cual se iban familiarizando con el sistema, se dio a conocer parte mecánica (alineación de las líneas de contra incendio, monitores, roseadores, válvulas, etc.), así como también la manipulación del panel del sistema como tal. Se explico la funcionalidad de cada bomba y equipo del sistema y se hicieron pruebas en los dos modos de funcionamiento.
- ✓ El practicante dio a conocer el manejo de la planta eléctrica de PETROMIL en caso de no tener luz en la empresa; incluyendo mantenimiento, pruebas de encendido en vacio o con carga y la realización de check list antes de ejecutar cualquier prueba. Esta información el estudiante la adquirió con el técnico electricista quien instalo el mencionado generador eléctrico.
- ✓ Capacitación de Alto Riesgo, dictada en PETROMIL
- ✓ Capacitación de Primeros Auxilios, dictada en PETROMIL
- ✓ Capacitación del COPASO (Comité Paritario de Salud Ocupacional), dictada en PETROMIL.
- ✓ Seminario Soluciones de conexionado, interfaz y protecciones para la industria de petróleo y gas, química y petroquímica: seminario organizado por COLSEIN empresa de medición y automatización, proveedora de PETROMIL, dictado por Rolf Gatzke de Corporate Sales Network Phoenix Contact donde se expusieron las siguientes temáticas:

1. Transmisión inalámbrica de señales I/O
2. Componentes Foundations Fieldbus.
3. Gabinetes Marshalling condensados
4. Sistema de cableado entre DCS y campo
5. Ethernet Industrial
6. Protecciones para sobretensiones en señales de control.
7. Productos y tecnología SIL.

9. CONCLUSIONES

Con los mantenimientos preventivos y correctivos llevados a cabo por la estudiante en práctica se mejoró en más de un 50% la coordinación de inspección e integridad de equipos de automatización y control de la planta, los cuales mostraron inicialmente un alto grado de criticidad y fueron objetivo principal de mejora en el plan de trabajo del estudiante, quien dio solución e implementó acciones de mejora a los eventos presentados.

El haber realizado la práctica en una empresa con tecnología avanzada, donde los procesos se llevan a cabo de manera automatizada, le permitió al estudiante adquirir conocimientos de telemetría, calibración, automatización, control, eléctrica y otras áreas de la ingeniería contribuyendo a integrar el perfil del practicante.

Aportando desde la perspectiva de estudiante en práctica todo el conocimiento teórico y práctico adquirido en la universidad y mediante el control periódico, análisis y las acciones de mejora frente a los resultados obtenidos, le permitieron al estudiante en práctica garantizar funcionalidad y buen desempeño de los equipos; conocimiento y facilidad en el desarrollo de mantenimientos y manejo de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

KOPPER AUTOMATIZACIONES, Manual del usuario Multiload II RCU, Febrero 2009.

KOPPER AUTOMATIZACIONES, Manual del usuario Instrumentación en Tanques PETROMIL, Febrero 2009.

ECOPETROL S.A [en línea] URL:

<<http://www.ecopetrol.com.co>> (Consulta: 5 Julio, 2009)

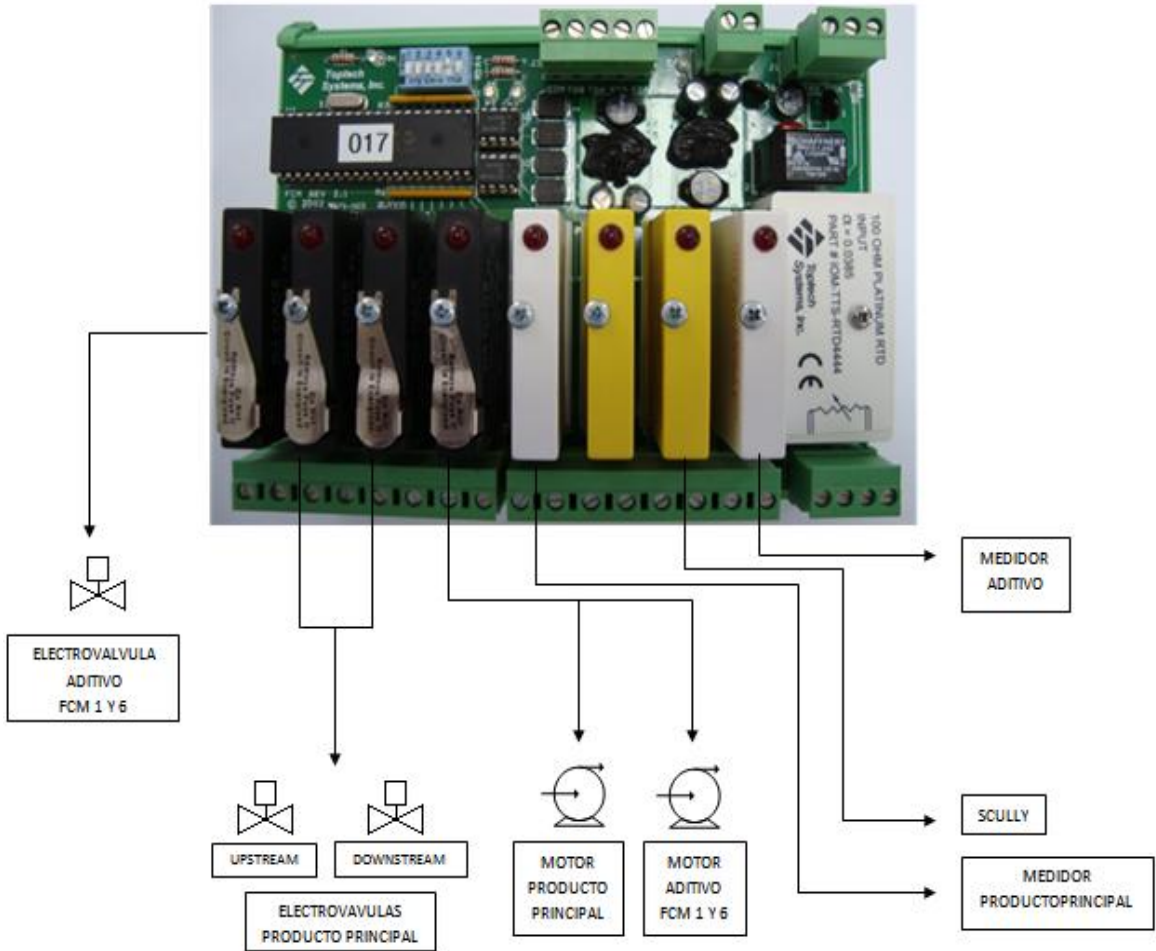
ENDRESS + HAUSER, Manual Medidor de nivel radar guiado por cable levelflex M FMP 40

TEC ELECTRÓNICO, boletín informativo TEC Estándares de protección "IP" y "NEMA" http://www.tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0902_ip.htm

C.I PETROMIL S.A <http://www.petromilsa.com>

ANEXOS

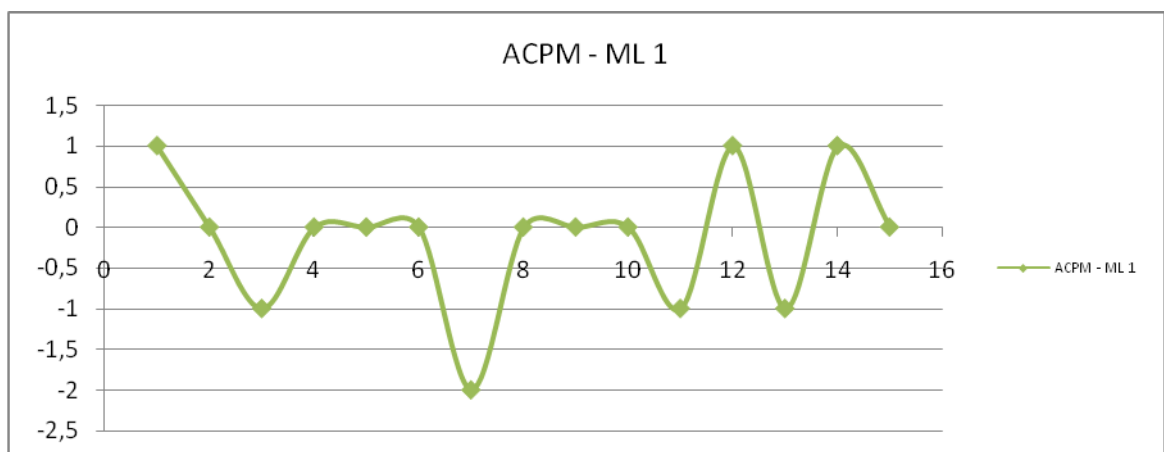
Anexo A
Diagrama de módulos de una FCM




Anexo B

Registro de Control diario de los Multiload

MULTILOAD 1			
HORA	ACPM		
	A CARGAR	ENTREGADO	DIFERENCIA
05:08 a.m.	3630	3629	1
05:48 a.m.	1150	1150	0
06:20 a.m.	11200	11201	-1
07:35 a.m.	2900	2900	0
08:08 a.m.	3310	3310	0
08:48 a.m.	4055	4055	0
09:35 a.m.	9900	9902	-2
11:51 a.m.	3510	3510	0
12:40 p.m.	1300	1300	0
01:03 p.m.	500	500	0
03:00 p.m.	3395	3396	-1
04:53 p.m.	1105	1104	1
05:25 p.m.	1000	1001	-1
08:01 p.m.	1550	1549	1
09:17 p.m.	3220	3220	0




Anexo C
Alarmas en los Multiload

		FORMATO DE ALARMAS PRESENTADAS EN LOS MULTILOAD		REALIZADO POR: Milena Gutiérrez Practicante Prof. de Ing.	
FECHA	HORA	ALARMA EN ML:	PRODUCTO	ERROR EN PANTALLA	OBSERVACIÓN
06/04/2009	04:40 p.m.	2	MOGAS	*EXC ADTV	Faltante de 26 gl.
07/04/2009	08:00 a.m.	2	MOGAS	*EXC ADTV	Faltante de 26 gl.
11/04/2009	5:00 am - 5:15 am - 5:48 am -	1	DIESEL	ERROR DE EXC. CARGA, FUGA, EXC. FLUJO	El contador hacia el conteo sin digitar ninguna cantidad para despachar.
14/04/2009	09:24 a.m.	1	DIESEL	*ECX FLUJO	En 5579 se detuvo el despacho de 9500 gl.
17/04/2009	8:00 am - 10:30 am - 2:00 pm - 4:50 pm	2		*LOW FLOW, *MTR ALARM, *COMP ALARM	No permitian el despacho de producto debido a un falla mecanica en el rotor del tren de medicion del prodcuto en despacho (DIESEL).
20/04/2009	10:00 a.m.	2		*FUGA MDR, *EXC CARGA, *EXC FLUJO, *FL NO AUT	No permitia el despacho de prodcuto debido a daño en la tarjeta del medidor y en un modulo de la FCM

Anexo D

Cronograma de mantenimiento de filtros

	CRONOGRAMA LIMPIEZA DE FILTROS SUCCION Y TREN DE MEDICION	REALIZADO POR: Milena Gutierrez Jimenez APROBADO POR: Guillermo Puello
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

Limpieza de filtros de tren de medicion (llenadero)
Limpieza de filtros de succion de las bombas (casabombas)

MARZO

D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

ABRIL

D	L	M	M	J	V	S	
				1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11	
12	13	14	15	16	17	18	
19	20	21	22	23	24	25	
26	27	28	29	30			

MAYO

D	L	M	M	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

JUNIO

D	L	M	M	J	V	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

JULIO

D	L	M	M	J	V	S	
				1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11	
12	13	14	15	16	17	18	
19	20	21	22	23	24	25	
26	27	28	29	30	31		

AGOSTO

D	L	M	M	J	V	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

SEPTIEMBRE

D	L	M	M	J	V	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

OCTUBRE

D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

NOVIEMBRE

D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

DICIEMBRE

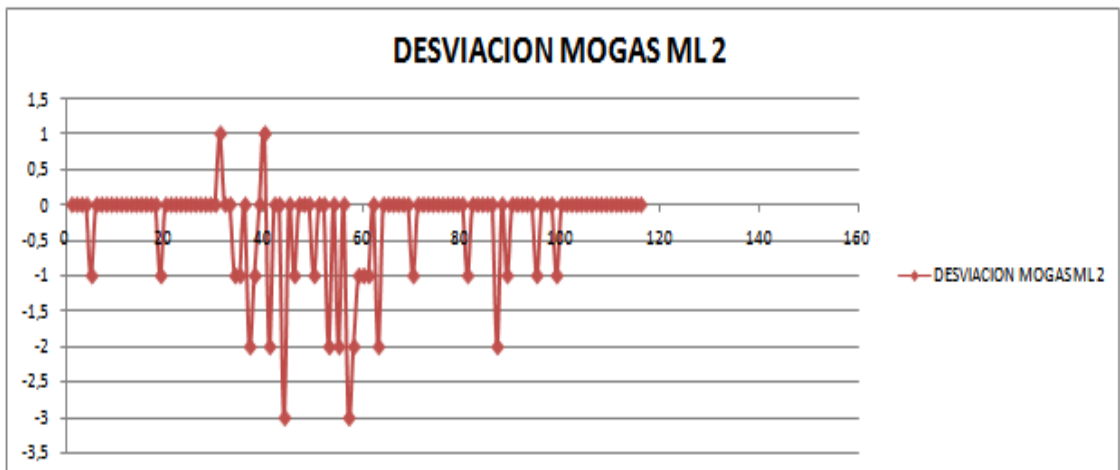
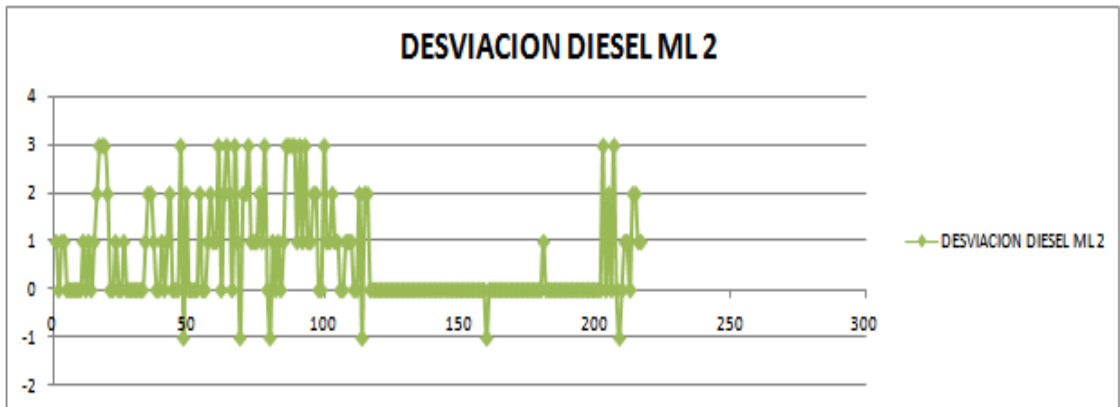
D	L	M	M	J	V	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Anexo E

Control mensual del funcionamiento de los Multiload

NOTAS :

- Eje X: MAYO.
- Eje Y: GALONES.
- Las graficas corresponden al mes de Mayo.
- Los datos de valor negativo hacen referencia a los galones entregados de mas al cliente.



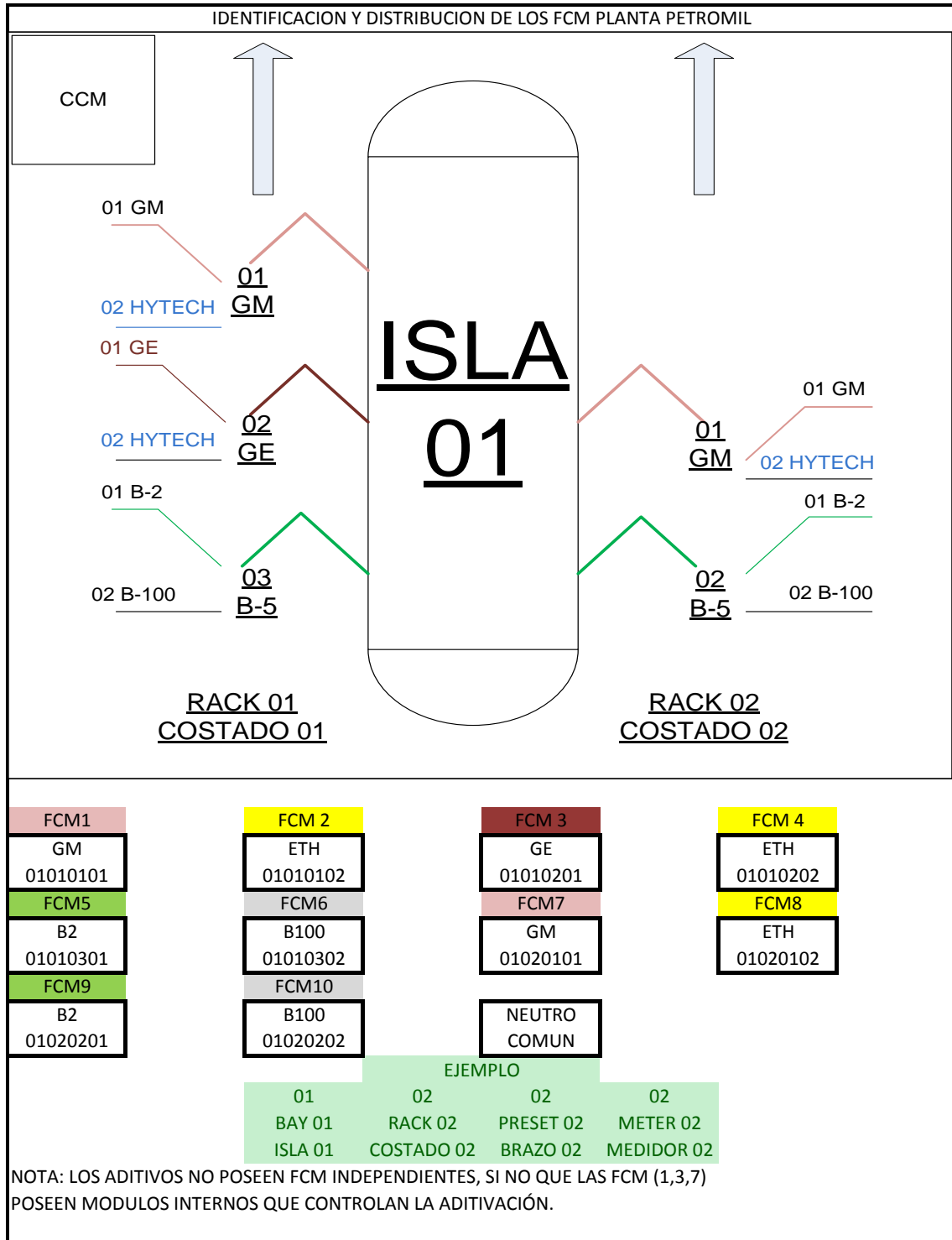
Anexo F

Dispositivos, herramientas y equipos críticos y necesarios

FECHA DE SOLICITUD:		Marzo de 2009					
SOLICITADO POR:		Practicante Profesional de Ingeniería: Milena Gutiérrez Jiménez					
REPUESTOS CRITICOS	UTILIDAD	COSTO (\$)	CONDICION ACTUAL		CARACTERISTICAS	TIEMPO DE ENTREGA	PROVEEDOR
			SERVICIO	FUERA DE SERV.			
Tarjeta Control ULT	Parte indispensable para el funcionamiento de la fuente de energía UPS.	180.468	X		10 Kva	3 días posteriores a la aceptación.	ENERGEX
Tarjeta Potencia ULT	Parte indispensable para el funcionamiento de la fuente de energía UPS.	1.074.218	X		10 Kva	3 días posteriores a la aceptación.	ENERGEX
Tarjeta Cargadora ULT	Parte indispensable para el funcionamiento de la fuente de energía UPS.	180.468	X		10 Kva	3 días posteriores a la aceptación.	ENERGEX
Tarjeta de Control del Scully	Tarjeta que permite el funcionamiento del Scully (puesta a tierra); es necesario su servicio en la empresa (con urgencia).	2'220.000	X		Ref: 22040 de Scully Control Module for ST-47-115 Groundhog	De 1 a 2 días una vez reciban la orden de compra.	ENERGEX
Tarjeta Electrónica del Medidor de MOGAS / DIESEL	Tarjeta para el conteo del combustible	\$ 1.406.287	X		Ref: 230-00-300-00 de BRODIE	Inmediata salvo previa venta.	SYZ
Tarjeta Electrónica del Medidor de B-100	Tarjeta para el conteo del combustible				Total control system,	3 a 5 semanas una vez puesta la orden de compra.	SYZ
FCM. Modulos de Control de Flujo. (MULTILOAD)	Modulos de control de valvulas, bombas.	2380 US \$ c/u	X		Ref: MLS-FCM-FCM4619 de TOPTECH	3 a 5 semanas una vez puesta la orden de	SYZ
Teclado alfa-numerico. (MULTILOAD)	Permite la digitacion de las cantidades a despachar.	495 US \$	X		Ref: ML2-KYPD-4722 de TOPTECH	3 a 5 semanas una vez puesta la orden de	SYZ
Fusible, Opto G4 de 1 Amperio. (FCM)	Se necesitan 20 fusibles	15 US \$ c/u	X		Ref: 1108 de TOPTECH	3 a 5 semanas una vez puesta la orden de compra.	SYZ
Empaques (O-Ring) de roscas para radares y prothermos.	Protegen los equipos de humedad		X	X			SAYTEC
Juego de destornilladores milimetricos	Requeridos para tarjetas y equipos electronicos.			X			

Anexo G

Identificación y distribución de las FCM



Anexo H

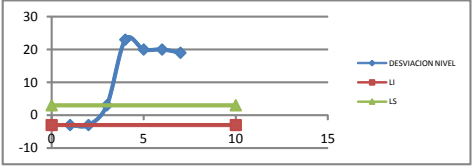
Control general de equipos

FECHA	HORA	SISTEMA / EQUIPO	REVISAR	FRECUENCIA	ESTADO ACTUAL		OBSERVACIONES
					OK	DEF.	
03/04/2009		Multiload 1	Control de despacho (cantidad digitada vs cantidad entregada).	Diario	X		
		Multiload 2	Control de despacho (cantidad digitada vs cantidad entregada).	Diario		X	Medidor de B-100 en falla, fuera de servicio para revision.
		Scully 1	Iluminación de indicadores	Diario	X		
			Estado de Pinzas	Semanal	X		
			Estado de la Tarjeta	Mensual	X		
		Scully 2	Iluminacion de indicadores	Diario	X		
			Estado de Pinzas	Semanal	X		
			Estado de la Tarjeta	Mensual	X		
		Radar TK-1	Señal en cuarto de control	Diario	X		
			Datos en monitor	Diario		X	Prothermo fuera de servicio; no es visible el dato de °T.
			Medición Monitor / Cinta	Diario	X		Desviacion fuera del rango. Buen funcionamiento.
		Radar TK-2	Señal en cuarto de control	Diario	X		
			Datos en monitor	Diario	X		
			Medición Monitor / Cinta	Diario	X		El equipo trabaja en sdecuadas condiciones con la electronica del tanque 5.
		Radar TK-3	Señal en cuarto de control	Diario	X		
			Datos en monitor	Diario		X	Prothermo fuera de servicio; no es visible el dato de °T.
			Medición Monitor / Cinta	Diario	X		Desviacion fuera del rango. Buen funcionamiento.
		Radar TK-4	Señal en cuarto de control	Diario	X		
			Datos en monitor	Diario	X		
			Medición Monitor / Cinta	Diario	X		
		Radar TK-5	Señal en cuarto de control	Diario	X		
			Datos en monitor	Diario	X		
			Medición Monitor / Cinta	Diario	X		El equipo trabaja en adecuadas condiciones con la electronica del tanque 2.
		Radar TK-6	Señal en cuarto de control	Diario	X		
			Datos en monitor	Diario		X	Prothermo fuera de servicio; no es visible el dato de °T.
			Medición Monitor / Cinta	Diario	X		
		Radar TK-7	Señal en cuarto de control	Diario	X		
	Datos en monitor		Diario	X			
	Medición Monitor / Cinta		Diario	X		Desviacion fuera del rango. Buen funcionamiento. En temperatura se observan grandes desviaciones.	
		Planta Eléctrica	Funcionamiento	Semanal	X		Se hace el encendido de la planta modo automático (con carga).
		Sistema Contra Incendio	En caso de desconfiguración de tarjetas modificar en el sistema.	Atender algun aviso.		X	No se mantiene la presion en el sistema debido al mal estado de un cheque. El modo automático continua fuera de servicio.

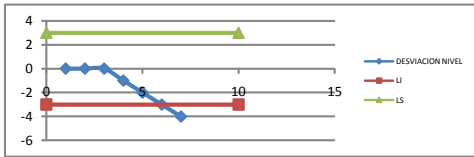
NIVEL (Radar vs Cinta)

TEMPERATURA (Radar vs Termometro digital)

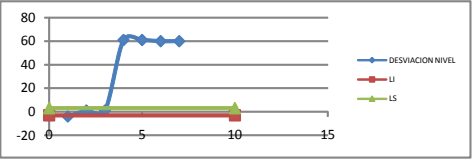
TANQUE 1



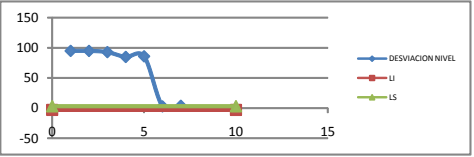
TANQUE 2



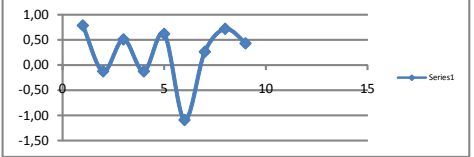
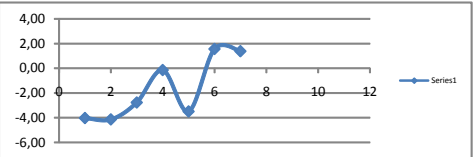
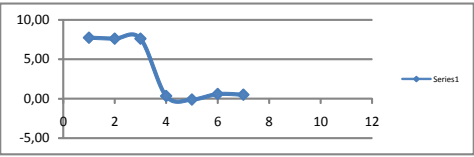
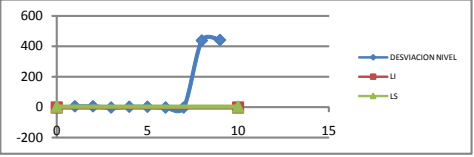
TANQUE 3



TANQUE 4



TANQUE 5



Anexo J

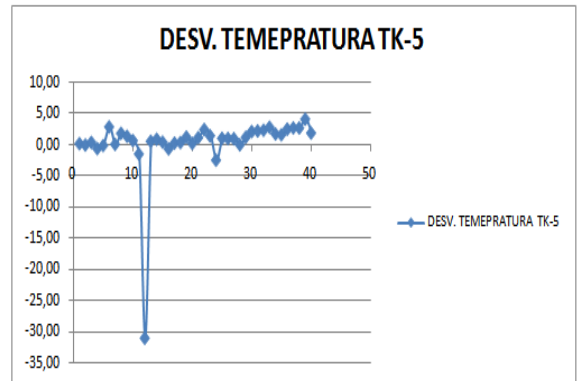
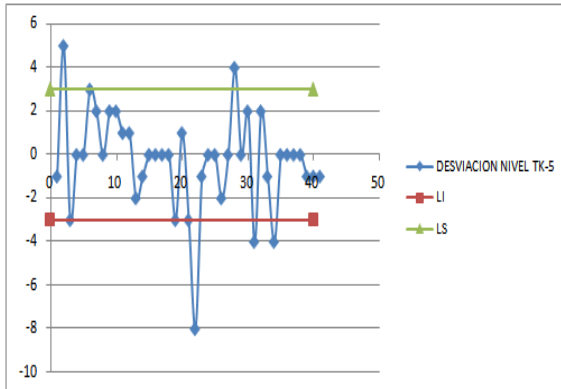
Control mensual de instrumentación en tanques

NOTA:

- Eje X: MAYO.
- Eje Y: MILIMETROS.
- Los datos positivos hacen referencia a los centímetros que arroja el radar por encima de la medición realizada por el operador con la cinta métrica.
- Los datos negativos hacen referencia a los centímetros que arroja el radar por debajo de la medición realizada por el operador con la cinta métrica.

NOTA:

- Eje X: MAYO.
- Eje Y: GRADOS CENTIGRADOS.
- Los datos positivos hacen referencia a los grados centígrados que arroja el radar por encima de la medición realizada por el operador con el termómetro digital.
- Los datos negativos hacen referencia a los grados centígrados que arroja el radar por debajo de la medición realizada por el operador con el termómetro digital.



RESULTADOS DEL MES: LOS AJUSTE NO SE HAN REALIZADO DEBIDO AL SEGUIMIENTO NECESARIO DESPUES DE LOS TRABAJOS REALIZADOS POR KOPPER Y SAYTEC. PARA LA PRIMERA SEMANA DE MARZO SE LLEVARAN A CABO.

- Los radares de los tanques 8 y 9 requieren de ajuste para mantenerlo dentro del rango de +0,3 cm y -0,3 cm de desviación. El radar del tanque 10 si respondió adecuadamente al ingreso de producto en el tanque.
- Los equipos del TK-7 muestran un buen funcionamiento, se debe hacer un mínimo ajuste al medidor de nivel.
- El radar del TK-6 mejoró su comportamiento, de igual forma continua presentando grandes desviaciones, se le debe hacer ajuste al equipo. **En temperatura el equipo se encuentra fuera de servicio (motivo: tarjeta y modulo de prothermo dañados).**
- El radar del TK-5 actualmente cuenta con la electronica con el tanque 2 y ha dado respuesta al cambio (dentro del rango permitido de desviación).
- Dado en comportamiento que ha mostrado el equipo, no se recomienda hacer ajuste al medidor de nivel. Presenta buen funcionamiento.
- Para el radar del TK-3 es necesario hacer un pequeño ajuste (FUERA DEL RANGO DE DESVIACION PERMITIDO ± 3 mm). **En temperatura el equipo se encuentra fuera de servicio (motivo: tarjeta y modulo de prothermo dañados).**
- El radar del TK-2 durante este mes trabajo con la electronica del TK-5 sin presentar fallas ni desviaciones.
- El radar del TK-1 ha presentado buen funcionamiento con grandes desviaciones. **REQUIERE DE AJUSTE. En temperatura el equipo se encuentra fuera de servicio (motivo: tarjeta de prothermo dañada).**

Anexo K

Estado actual de instrumentación en tanques

TANQUE	RADAR (FMR 240)			RTD (TR 13)		
	EQUIPO	OBSERVACIÓN	%	EQUIPO	OBSERVACIÓN	%
TK-8	OK	RECOMENDACIÓN: Revisar y ajustar acoples mecánicos	100	OK	RECOMENDACIÓN: Revisar y ajustar acoples mecánicos	100
		EL equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.			EL equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.	
TK-9	OK	RECOMENDACIÓN: Revisar y ajustar acoples mecánicos	100	OK	RECOMENDACIÓN: Revisar y ajustar acoples mecánicos	100
		EL equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.			EL equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.	
TK-10	OK	RECOMENDACIÓN: Revisar y ajustar acoples mecánicos	100	OK	RECOMENDACIÓN: Revisar y ajustar acoples mecánicos	100
		EL equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.			EL equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.	

TANQUE	RADAR (FMP 40)				PROTHERMO (NMT 532)				MONITOR (NRF 590)					
	TARJETA DE ALIMENTACION	TARJETA DE PROCESOS	OBSERVACIONES	%	TARJETA BARRERA	MODULO	OBSERVACIONES	%	TARJETA ALIMENTACION 110 v	TARJETA COMUNICACION HART	OBSERVACIONES	%		
TK-1	OK	OK	Mala instalacion mecanica. Flexible suelto (universal no roscada).	100	DAÑADA	OK	Tarjeta barrera dañada. Actualmente Prothermo fuera de servicio.	40	OK	OK	Cambio de tornillería de soporte del monitor.	95		
			El equipo queda con papel protector de humedad y silica gel.				Mala instalacion mecanica, el flexible del prothermo debe estar en U como el del radar] y tener ajustados todos los acoples.				RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos		RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos	
			RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos				Queda pendiente la silica gel y papel para la tarjeta barrera.				El modulo queda con papel protector y silica gel.		Presencia de corrosion en soporte del modulo.	RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos
TK-2	OK	OK	Cambio de empaque a la rosca de la tapa pequeña del radar. (O-Ring cedido).	95	OK	OK	Inicio de corrosion en tarjeta barrera del Prothermo. (Oxido en bornera y caminos levantados).	90	OK	OK	Tarjeta comunicacion HART con inicio de corrosion.	90		
			El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.				El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.				RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos		Cambio de tornillería de soporte del monitor.	
			El equipo esta trabajando con la electronica del TK-5. Se hace seguimiento para verificar funcionamiento.				RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos, pues se encontraron roscas con solo 4 hilos en uso.				Tornillo de seguridad se debe cambiar.		El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.	
			RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos										RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos	
TK-3	OK	OK	Cambio de tornillo de fijacion de la tarjeta de alimentacion del radar. Se encuentra con oxido.	95	DAÑADA	DAÑADO	Tarjeta barrera y modulo dañados. Actualmente Prothermo fuera de servicio.	0	OK	OK	Mala instalacion de sellos en las cajas de paso pie de tanque.	95		
			El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.				Mala instalacion mecanica, el flexible del prothermo debe estar en U como el del radar] y tener ajustados todos los acoples. Se encontraron solo 3 hilos roscados.				Queda pendiente la silica gel y papel para la tarjeta barrera y el modulo. Una vez se instalen se implementa la proteccion.		RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos	El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.
			RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos				RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos						Cambio de tornillería de soporte del monitor.	
TK-4	OK	OK	Tornillo de seguridad se debe cambiar.	95	DELICADO ESTADO. EN FUNCIONAMIENTO	DELICADO ESTADO. EN FUNCIONAMIENTO	RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos, se encontraron universales flojas	50	OK	OK	RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos, pues se encontro un solo hilo roscado en un acople.	95		
			El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.				Tarjeta barrera y modulo se encuentran bastante afectados por la corrosion, aun esta en funcionamiento. Tarjeta corrosion y caminos levantados. Modulo: oxido en el soporte.				RECOMENDACION: cambiar el soporte del modulo.		El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.	El equipo queda con papel protector y silica gel.
			RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos				RECOMENDACION: cambiar el soporte del modulo.						Cambio de tornillería de soporte del monitor.	
TK-5	OK	OK	Cambio de tornillo de fijacion de la tarjeta de alimentacion del radar. Se encuentra con oxido.	90	OK	OK	RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos, pues se encontraron tres de doce hilos roscados en acople del flexible.	90	OK	OK	RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos	100		
			Cambio de empaque a la rosca de la tapa pequeña del radar. (O-Ring cedido).				RECOMENDACION: cambiar el soporte del modulo.				El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.		El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.	
			RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos											
			El equipo esta trabajando adecuadamente con la electronica del TK-2. Se hace seguimiento para verificar funcionamiento.											
TK-6	OK	OK	RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos	95	DAÑADA	DAÑADO	Tarjeta barrera y modulo dañados. Actualmente Prothermo fuera de servicio.	0	OK	OK	Presencia de corrosion en bornera de comunicacion HART del monitor.	90		
			Cambio de tornillo de fijacion de la tarjeta de alimentacion del radar. Se encuentra con oxido.				RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos, pues se encontraron dos de doce hilos roscados en acople del flexible.				RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos		RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos	
			El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.				Queda pendiente la silica gel y papel para la tarjeta barrera y el modulo. Una vez se instalen se implementa la proteccion.						El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.	
TK-7	OK	OK	RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos	100	OK	OK	RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos	100	OK	OK	RECOMENDACION: Revisar y ajustar acoples mecanicos, pues se encontraron tres de doce hilos roscados en acople.	90		
			El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.				El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.				Presencia de corrosion en bornera de comunicacion HART del monitor.		El equipo queda con papel anticorrosivo y silica gel.	

Anexo L

Corridas de verificación de los medidores de flujo para el mes de Marzo

CORRIDAS DE VERIFICACION MARZO DE 2009

RESPONSABLE: MILENA GUTIÉRREZ JIMÉNEZ

NOTA: TODAS LAS CORRIDAS DE VERIFICACION SE HICIERON DIGITANDO 734 GALONES PARA CARGAR AL SERAFIN. PARA LAS CORRIDAS SE UTILIZO PRODUCTO DEL TK 2 (ACPM), TK 6 (EXTRA) Y TK 5 (MOGAS). ADEMAS SE DEBEN ANEXAR UNA CORRIDA DE REMOJO DE 734 GL DE ACPM Y UNA DE 734 GL DE MOGAS .

MULTILOAD 1

PRODUCTO	N° CORRIDA	GL. CARGADOS	PULG. CUBICA SERAFIN	GL. EN SERAFIN	DESVIACION	OBSERVACIÓN
ACPM	1	733	0	734	1	Se esta despachando aproximadamente 1/2 galon mas de producto (ACPM).
ACPM	2	733	-125	733,4588745	0,458874459	
ACPM	3	733	-100	733,5670996	0,567099567	
EXTRA	1	733	0	734	1	Se despacha menos producto (Gasolina Extra) de acuerdo a la repitibilidad obtenida.
EXTRA	2	733	-250	732,9177489	-0,082251082	
EXTRA	3	733	-300	732,7012987	-0,298701299	
MOGAS	1	734	-350	732,4848485	-1,515151515	Se despacha menos producto (Gasolina Motor).
MOGAS	2	735	0	734	-1	
MOGAS	3	734	-125	733,4588745	-0,541125541	

MULTILOAD 2

PRODUCTO	N° CORRIDA	GL. CARGADOS	PULG. CUBICA SERAFIN	GL. EN SERAFIN	DESVIACION	OBSERVACIÓN
ACPM	1	734	-250	732,9177489	-1,082251082	Se despacha menos producto (ACPM) de acuerdo a la repitibilidad obtenida.
ACPM	2	734	-150	733,3506494	-0,649350649	
ACPM	3	734	-200	733,1341991	-0,865800866	
MOGAS	1	734	-50	733,7835498	-0,216450216	Se despacha menos producto (Gasolina Motor) de acuerdo a la repitibilidad obtenida.
MOGAS	2	735	50	734,2164502	-0,783549784	
MOGAS	3	734	-50	733,7835498	-0,216450216	

Anexo M

Procedimiento de calibración de medidores

Los contadores deben ser calibrados cada seis meses por la empresa certificada con el objetivo de hacer entregas completas (sin faltantes y sin producto de más).

Actividad paso a paso

Se recomienda llevar a cabo el procedimiento de manipulación de configuración por una sola persona con previa autorización del coordinador o director de operaciones y llevar a cabo las siguientes actividades:

1. Ubicar el serafín en el llenadero en el brazo del producto del contador a calibrar.
2. El personal de la empresa certificada que está presente en la calibración debe revisar y corregir el nivel del serafín para mayor confiabilidad en el procedimiento.
3. Alinear y alistar el sistema para iniciar la calibración (manguera de succión, bandeja de residuos de producto del serafín ubicada previamente, bomba de despacho B-100 P-105 en modo remoto, válvulas de descarga y succión de la bomba abiertas).
4. Verificar que la válvula de descarga del serafín este bien cerrada.

Una vez realizadas y verificados los pasos anteriormente descritos llevar a cabo la modificación en configuración para iniciar calibración.

1. Ingresar al menú de configuración digitando la clave correspondiente.
2. Se selecciona CONFIGURATION oprimiendo una sola vez ENTER.
3. Desplazar sobre el listado con las teclas PREV o NETX hasta la opción RCU SETUP y seleccionar oprimiendo ENTER.

4. Desplazar sobre el listado y seleccionar con ENTER la opción METER PROVING MODE, oprima una sola vez NEXT para hacer el cambio de DESABLE a ENABLE para poder llevar a cabo la calibración.
5. Oprimir ENTER para aceptar la opción ENABLE.
6. Oprimir EXIT 3 veces para salirse del menú de configuración.
7. Ingresar NUMERO DE ACCESO y una vez ingresado se oprime NEXT.
8. Ingresar NUMERO DE PIN y oprimir NEXT una vez.
9. De la lista de los brazos se escoge desplazándose con NEXT o PREV y se selecciona con ENTER.
10. Seleccionar el producto a calibrar con la tecla ENTER (desplazarse con las teclas NEXT y PREV de ser necesario).
11. Digitar 734 galones y oprimir ENTER 2 veces.
12. Desplazarse con NEXT hasta el primer FM (factor que tiene el producto)
13. Oprimir ENTER y digitar el numero 1, nuevamente se oprime ENTER
14. Repetir el paso 3 con todos los FM que se encuentren en la lista (son cuatro datos a modificar)
15. Oprimir EXIT 1 sola vez
16. Oprimir ENTER

Anexo N

Estado de los incidentes

INCIDENTE	ACCIONES CORRECTIVAS PLANTEADAS	ESTADO		OBSERVACIÓN	RESPONSABLE
		REALIZADO	PENDIENTE		
PARADA EN DESPACHO DE ACPM COSTADO 2 DEBIDO A FALLAS MECANICAS	Arreglar el rotor si es posible, de lo contrario comprar uno.	X		El rotor de Diesel fue arreglado y no se hizo necesario la compra de otro.	Guillermo Puello
	Arreglar o comprar filtro para tren de medicion de ACPM	X			Guillermo Puello
	Cumplir con el mantenimiento de los filtros de acuerdo a lo estipulado e informar de manera inmediata algun defecto en el mismo	X			Supervisores
	Reforzar los filtros de cada tren de medicion	X		Se instalo en cada filtro una cobertura interna para darle mayor soporte a las particulas que ingresen	Guillermo Puello
FALLA INYECCION DE B-100 (COSTADO 2)	Solicitar la compra inmediata de la tarjeta del medidor 2.	X		Se solicito, se compro e instalo el medidor de B-100	Guillermo Puello
	Asegurar la línea sin aire después de hacer recirculación del Serafin a los tanques.	X		Se debe seguir ejecutando la accion correctiva	Operadores
	Ubicar dentro de cada equipo silica gel para contribuir a evitar daños por corrosión.	X		La accion correctiva se mejoro con la instalacion de papel anticorrosivo en los equipos	Milena Gutiérrez
	Realizar procedimiento de despacho con B-100		X		Fernando Davila
FALLA EN MINIBLOQUE DE ADITIVACION DE MOGAS COSTADO 1	Realizar procedimiento del cebado de las bombas.		X		Cristian Infante
	Comprar e instalar electrovalvula en el minibloque de aditivacion MOGAS costado 1.	X			Guillermo Puello
	Adquirir el kit de calibracion de aditivo		X		Guillermo Puello
	Hacer mantenimiento general a todos los minibloques de aditivacion		X		Erick Chico Milena Gutiérrez
	Hacer calibracion del sistema de aditivacion desde los Multiload		X	Para ejecutar esta accion correctiva es necesario tener el kit de calibracion.	Alfonso Florez Guillermo Puello
	Modificar la mecanica del sistema de aditivacion para garantizar la presion de trabajo.		X		Guillermo Puello Alfonso Florez
ALARMAS Y CONTEOS NO DESEADOS EN EL ML 2 POR FALLAS EN MODULO Y MEDIDOR DE DIESEL	Continuar con el mantenimiento preventivo en el llenadero para evitar la corrosion causada por la humedad	X			Milena Gutiérrez
	Tener en Stock una FCM, fusibles y tarjetas para los medidores.		X	La compra de estos dispositivos ya esta en proceso	Guillermo Puello
	Hacer seguimiento y mantenimiento a las tarjetas que presentaron corrosion	X			Milena Gutiérrez
FALLA CONTADOR DE ACPM COSTADO 2 (MEDICIÓN SIN FLUJO)	Revisión de todas las tarjetas de los contadores y aplicar agentes que puedan detener el avance de la corrosion	X			Milena Gutiérrez
	Realizar procedimiento para sacar de servicio medidores que se encuentren en falla.		X		Milena Gutiérrez
	Comprar tarjeta para tener en stock.	X			Guillermo Puello
FALLA EN LA RTD TK-8	Hacer un buen empalme temporal en el lazo de comunicación PLC - RTD correspondiente al TK-08 Identificar adecuadamente el cableado de la instrumentacion de tanques que llegan al PLC (Cuarto de Control)	X		Esta ejecutada la accion solo para los tanques horizontales, esta pendiente la identificacion de los tanque verticales esta accion correctiva se debe realizar dado que el sistema debe quedar en optimas condiciones; ademas no debe existir ningun tipo de empalme en las conexiones de comunicaciones	Milena Gutierrez Cristian Infante Olmer Cardales
	Hacer cambio o revision del cableado por parte del personal de Kopper.	X			Guillermo Puello
DAÑO EN AIRE ACONDICIONADO EN CUARTO DE CONTROL Y MOTORES	Solicitar la revision inmediata del aire y que el proveedor de una solución definitiva debido a la cantidad de fallas que han presentado los aires.	X			Olmer Cardales
	Marcar en el sensor el rango de temperatura al cual debe trabajar el aire.	X			Olmer Cardales
	Colocar un protector al sensor para que no sea manipulado cuando no es requerido.		X		Guillermo Puello
	Implementar Control de Acceso en el CCM.		X		Guillermo Puello
DERRAME DE ACPM EN LLENADERO COSTADO 2	Modificar el check list de los carrotanques de tal manera que sea mas minucioso y responsable al conductor de algun evento por fallas en el mismo.	X			Guillermo Puello
	Enviar carta al cliente para que haga el cambio inmediato de la valvula y colocacion de empaques a los respectivos tapones.	X			Guillermo Puello
MAL REPORTE DE HORAS DE CARGUES A LOS CARROTANQUES	Modificar la hora en los Multiload	X			Milena Gutierrez
	Informarle a los operadores que tan pronto finalice totalmente el cargue se oprima el boton EXIT para que el tiquete salga con la hora exacta de finalizacion.	X			Supervisores
	Realizar seguimiento a la hora arrojada por el Multiload en los tiquetes para verificar que este dando respuesta adecuada al ajuste.	X			Milena Gutierrez
DAÑO EN LA VALVULA DE ALIVIO MOGAS COSTADO 2	Cambiar la valvula de alivio del brazo	X			Supervisor
	Rectificar la rosca del brazo	X			Guillermo Puello
	Realizar procedimiento y sensibilizar al operador de cómo instalar las valvulas de alivio en los brazos.		X		Guillermo Puello Supervisores
	Enviar valvulas de alivio dañadas (MOGAS - EXTRA) a SYZ para que analicen el problema y asi determinar exactamente la causa del evento.	X			Milena Gutierrez
RUIDO ANORMAL EN LA BOMBA DE HITECH P-106	Hacer el mantenimiento correctivo del interruptor centrifugo haciendo una buena soldadura en la pieza que permite su principal funcion.	X			Guillermo Puello

Anexo O
Certificación HSE

 **ECOPETROL S.A.** 
Vicepresidencia de Transporte
Gerencia de Polductos
DIRECCIÓN DE HSE

Milena Gutiérrez Jiménez

C.C. No 10.98624056
Asistió al Curso de Inducción en HSE

Cristian A. Garmen Rudy 27-08-09

VoBo. Regional Oriente Vencimiento
Contratista:


En ECOPETROL
Laboran los Trabajadores
mas Seguros de
Colombia y el Mundo

Anexo P
Certificación multidetector de gases



Anexo Q

Cronograma de mantenimiento a cajas de paso y cajas eléctricas

	CRONOGRAMA DE REVISION DE CAJAS DE PASO Y CAJAS ELECTRICAS	REALIZADO POR: Milena Gutiérrez Jiménez APROBADO POR: Dir. Operaciones Alfonso Flórez
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------

	Mantenimiento a cajas de paso ubicadas en tanques.
	Mantenimiento a cajas eléctricas ubicadas en los postes.
	Mantenimiento a cajas de paso ubicadas en llenadero y resto de la planta.

MARZO

D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

ABRIL

D	L	M	M	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

MAYO

D	L	M	M	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

JUNIO

D	L	M	M	J	V	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

JULIO

D	L	M	M	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

AGOSTO

D	L	M	M	J	V	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

SEPTIEMBRE

D	L	M	M	J	V	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

OCTUBRE

D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

NOVIEMBRE

D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

DICIEMBRE

D	L	M	M	J	V	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Anexo R
Estudiante en práctica en PETROMIL – Cartagena

