

**MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE MEDICIÓN DE GAS
EN LA ESTACIÓN RÍO CEIBAS**

JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ
JOSE JOAQUIN MADRIGAL RAMIREZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BUCARAMANGA

2007

**MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE MEDICIÓN DE GAS
EN LA ESTACIÓN RÍO CEIBAS**

JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ
JOSE JOAQUIN MADRIGAL RAMIREZ

TESIS DE GRADO

DIRECTOR
Ingeniera Nayibe Chio Cho

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BUCARAMANGA

2007

DIRECTOR

EVALUADOR

EVALUADOR

JURADO

JURADO

AGRADECIMIENTOS

Estos agradecimientos van dirigidos a todas las personas que han estado presentes brindándonos ayuda y apoyo cuando lo necesitamos, también a quienes nos dieron alientos para seguir adelante. En especial a mi novia Maria Teresa.

A nuestros padres que siempre han estado junto a nosotros en el largo camino de formación académica por su paciencia y apoyo, por brindarnos la oportunidad de recibir una excelente educación; por todo el amor que de ellos recibimos y la alegría de tener un hogar lleno de amor y felicidad.

A cada uno de los docentes que durante el transcurso de la carrera, nos aportaron conocimientos primordiales para el desarrollo de este proyecto.

A la empresa Servicios Asociados Ltda., por formarnos profesionalmente en el transcurso de nuestra carrera, brindándonos la oportunidad de aportar nuestros conocimientos a través de este proyecto.

A su vez al ingeniero Jhon Jairo Ramos, gerente de Servicios Asociados Ltda., por creer en nuestras propuestas y por la validez de las mismas.

A la ingeniera Nayibe Chio Cho por su comprensión y colaboración con las etapas del proyecto, dando respuesta pronta a nuestras inquietudes y aportes claves para el desarrollo de éste.

A mi novia Silvia Carolina que siempre estuvo junto a mí y que me apoyo en las decisiones, con su perseverancia y dedicación hicieron realidad todos mis propósitos.

TABLA DE CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCIÓN.	15
1 GENERALIDADES.	18
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.	18
1.2 OBJETIVOS.	19
1.2.1 Objetivo General.	19
1.2.2 Objetivos Específicos.	19
1.3 JUSTIFICACIÓN.	20
1.3.1 Justificación Técnica.	20
1.3.2 Justificación Económica.	20
1.3.3 Justificación Epistemológica.	21
1.3.4 Justificación en Salud Ocupacional y Ambiental.	21
1.4 SURGIMIENTO DEL PROYECTO.	22
1.4.1 Operaciones Principales PETROBRAS.	22

1.4.2 Producción, Especificaciones.	26
1.5 METODOLOGÍA.	28
1.6 MARCO TEÓRICO.	30
1.6.1 Control y Automatización.	30
1.6.1.1 <i>Propósito del control automático.</i>	30
1.6.2 Sensores.	32
1.6.2.1 <i>Características de los sensores.</i>	32
1.6.2.2 <i>Tipos de Sensores.</i>	33
1.6.3 Técnicas Para Medición de Flujo.	34
1.6.3.1 <i>Desplazamiento positivo.</i>	35
1.6.3.2 <i>Platina de Orificio.</i>	35
1.6.3.3 <i>Turbina.</i>	36
1.6.4 Equipos de la Estación y Funcionamiento.	37
1.6.4.1 <i>Múltiple de entrada (MANIFOLD).</i>	38
1.6.4.2 <i>Separadores Trifásicos.</i>	38

1.6.4.3 Registradores de presión ITT BARTON.	39
1.6.4.4 Planta deshidratadora.	41
2 FASES DE DISEÑO.	43
2.1 SELECCIÓN MEDICIÓN DE FLUJO.	44
2.1.1 Conexión En Tubería.	45
2.1.2 Platina de Orificio.	45
2.1.3 Porta Orificio.	49
2.2 SELECCIÓN SENSOR DE MEDICIÓN GAS.	50
2.2.1 Factores Para la Elección Del Tipo de Medidor de Fluido.	50
2.2.2 Factor Determinante.	54
2.3 SENSOR MULTIVARIABLE – MVS205.	55
2.3.1 Especificaciones.	56
2.3.2 Pruebas.	57
2.3.3 Instalación.	58
2.3.3.1 Pasos para la instalación.	59

2.4	MÓDULOS DE ENTRADA RTD.	64
2.4.1	Principios de Funcionamiento Módulos.	65
2.4.2	Conexión.	67
2.5	COMPUTADORES DE FLUJO ROC809.	70
2.5.1	I/O y Comunicaciones.	71
2.5.2	Software.	73
2.6	MANTENIMIENTO.	74
2.6.1	Mantenimiento Preventivo.	74
2.6.1.1	<i>Tablero cuarto control.</i>	75
2.6.1.2	<i>Sensor multivariable MVS-205</i>	76
3	ESTUDIO ECONÓMICO.	80
4	CONCLUSIONES.	82
5	GLOSARIO.	84
6	BIBLIOGRAFÍA.	89
7	ANEXOS.	90

7.1	FORMATOS PRUEBAS VERIFICACIÓN.	90
7.2	PLANOS AS BUILT.	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica Distrito Sur.	15
Figura 2.	Diagrama operaciones principales PETROBRAS.	23
Figura 3.	Diagrama de bloques especificación proyecto.	25
Figura 4.	Acciones Proyecto Realizadas.	25
Figura 5.	Mecánica en el Proyecto.	26
Figura 6.	Proceso Interno estación.	27
Figura 7.	Curva de linealidad de los sensores.	32
Figura 8.	Técnicas mediciones de flujo.	34
Figura 9.	Medidor rotativo de aspa deslizante.	35
Figura 10.	Placa o platina de orificio o elemento primario.	36
Figura 11.	Turbina (componentes).	37
Figura 12.	Esquema general separador de producción.	39
Figura 13.	Instalación de registros dependiendo del tipo de fluido.	41

Figura 14.	Planta deshidratadora glicol	42
Figura 15.	Diagrama de bloques realización proyecto paso a paso.	43
Figura 16.	Corte transversal del registrador.	44
Figura 17.	Tipos de flujo y sus perfiles.	46
Figura 18.	Perfil de presión.	47
Figura 19.	Tipo de orificio y sus aplicaciones.	48
Figura 20.	Tipos de platinas.	48
Figura 21.	Porta orificio.	49
Figura 22.	Tubo vénturi componentes principales.	52
Figura 23.	Sensor multivariable - MVS205.	56
Figura 24.	Montaje en panel de MVS205.	60
Figura 25.	Montaje en tubo del MVS205 (tubo horizontal).	60
Figura 26.	Montaje en tubo del MVS205 (tubo vertical).	61
Figura 27.	Elemento de 2 hilos.	65
Figura 28.	Elemento de 3 hilos.	66

Figura 29.	Elemento de 4 hilos.	67
Figura 30.	Conexiones del terminal de cableado del sensor RTD.	69
Figura 31.	Componentes principales de un computador de flujo.	70
Figura 32.	Evolución de la computación de flujo.	71
Figura 33.	Especificaciones ROC809.	73
Figura 34.	Plan mantenimiento preventivo 4053.	76
Figura 35.	Sensores en plan mantenimiento 4053.	77
Figura 36.	Hoja de ruta 1114 (Plan 4053)	78
Figura 37.	Comparación Sistema Medición Actual & Mejorado	81

LISTA DE FOTOS

Foto 1.	Registrador ITT BARTON.	40
Foto 2.	Placa de orificio o elemento primario.	46
Foto 3.	Conexión terminales sensor RTD.	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Comparación sensores de flujo.	53
Tabla 2.	Comparación sensores aplicables	53
Tabla 3.	Terminales del circuito de Interfaz MVS.	62
Tabla 4.	Encaminamiento de la señal RTD.	68
Tabla 5.	Cuadro Económico.	81

INTRODUCCIÓN

Este trabajo es el resultado de una investigación realizada en el Campo Río Ceibas en el municipio del Caguán - Huila, perteneciente a la empresa PETROBRAS Internacional Braspetro B.V. donde se evidenció la necesidad de mejorar el sistema de control y la medición de gas, el cual no operaba de manera automática, siendo un sistema de alta jerarquía para la producción del campo.

Figura 1. Ubicación geográfica distrito Sur.



Fuente: Archivos electrónicos Petrobras UN-COL DPSU

La primera etapa de este trabajo fue el diagnóstico de la situación actual y el levantamiento de las especificaciones técnicas y operativas del sistema.

La segunda etapa consistió en la evaluación del proceso y la elección de los diferentes instrumentos y dispositivos que aplicarían para el sistema propuesto.

Para la tercera etapa se presentó a PETROBRAS el listado de equipos y accesorios requeridos para la reforma y planes de trabajo para el desarrollo de la misma y en la última etapa, se instalaron, verificaron y cablearon todos los instrumentos que controlan el funcionamiento del Sistema.

Al término de la implementación de este Sistema y consignado en este informe, el lector encontrará facultades para el mantenimiento, reparación y operación de este tipo de medición. Podrá tener información del sistema de medición, monitorear constantemente cada una de las variables, disminuir el riesgo de fugas, sobrepresiones, contaminaciones y eventos asociados a una operación de equipos presurizados sin control automático, disminuye el tiempo utilizado para monitoreo por parte del operador y los costos por desplazamientos innecesarios, todo esto cumpliendo con las exigencias para la implementación de fabricación de este tipo de Sistemas.

MISIÓN de PETROBRAS

“Actuar de forma segura y rentable, con responsabilidad social y ambiental en la industria de petróleo y gas en Colombia, buscando la excelencia empresarial y la

satisfacción de los intereses de los accionistas y asociados, contribuyendo al desarrollo del país.”¹

VISIÓN

“PETROBRAS en Colombia se habrá consolidado como una de las compañías privadas líderes en la industria petrolera y será reconocida por sus públicos de interés por su eficiencia, confiabilidad y responsabilidad social en la conducción de sus negocios.”²

¹ PETROBRAS., Presencia Internacional
<http://www2.petrobras.com.br/AtuacaoInternacional/espanhol/ondeestamos/colombia.asp?ctd=missao>

² PETROBRAS., Presencia Internacional
<http://www2.petrobras.com.br/AtuacaoInternacional/espanhol/ondeestamos/colombia.asp?ctd=visao>

1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

¿Cómo operar y controlar un sistema estacionario el cual maneja variables críticas como presión, temperatura y flujo manualmente, ubicado en áreas clasificadas y dependiendo del monitoreo humano permanente?

En una estación de producción donde se requiere de un control permanente del proceso, todos los equipos “Críticos” para industrias de procesamiento de hidrocarburos deben asegurarse de que cuenten con los sistemas adecuados de monitoreo y control, los cuales permanentemente informen al operador de la estación, el comportamiento en tiempo real y emita alarmas de prevención en caso de presentarse alguna condición anormal en su proceso, garantizando así una operación segura.

En la revisión de los sistemas de control de los equipos presurizados de la estación Río Ceibas, se evidenció la falta de control automático y monitoreo en tiempo real, aunque se contaba con rutinas de inspección por parte del operador de la estación, las cuales no poseen la exactitud y el alcance que puede dársele por medio del monitoreo a través de una interfase gráfica.

La inspección realizada no permitía contar con monitoreo permanente y la probabilidad de ocurrencia de fallas era muy alta, teniendo en cuenta que el operador debía hacer rondas a toda la estación y las variables que maneja este equipo son muy cambiantes. En caso de presentarse alguna falla, el operador la corregía luego de haberse presentado y en caso de contaminaciones, se debía

hacer limpiezas generando sobre costos y baja confiabilidad en los sistemas de control de la estación.

Por estas razones, la empresa en cumplimiento de sus directrices internas de seguridad, avaló el diagnóstico y recomendación planteada de instalar en el sistema de gas, un proceso de monitoreo y control automático que previniera permanentemente a partir de las señales de entrada y salida de todo el sistema de medición de gas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Diseñar e instalar un sistema de mejoramiento de medición automático y monitoreo que permita la operación y supervisión segura y rentable del sistema de medición de gas en el campo Río Ceibas de la empresa PETROBRAS Internacional Braspetro.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar una descripción general del sistema de medición de gas en la estación Río Ceibas.
- Elaborar un marco teórico referente a los fundamentos científicos que sustentan el trabajo a realizar.

- Implementación y adecuación de los sensores multivariables en los diferentes puntos de medición; con su respectivo cableado que permita la visualización de los datos en el cuarto de Control.
- Definir los planes de mantenimiento preventivo de los equipos que intervienen en el sistema de medición de gas.
- Determinar y cuantificar la viabilidad, operatividad y beneficios de la implementación del sistema de Control Automático y monitoreo de la medición de gas.

1.3 JUSTIFICACION

1.3.1 Justificación Técnica

La implementación de controles automáticos en equipos presurizados es en definitiva la manera más segura y eficiente de monitoreo, con la cual se puede minimizar el riesgo de una mala operación por la manipulación incorrecta o tardía del operador, seguimiento permanente de las condiciones operacionales del crudo y en síntesis una permanente supervisión confiable del Sistema.

1.3.2 Justificación Económica

La implementación de un sistema de control automático, reduce en su totalidad la dependencia de que una persona permaneciera en constante monitoreo de los

instrumentos de los equipos que intervienen en el sistema, lo cual se convierte en una revalorización del activo, y el salario pagado a la persona dejaría de ser un gasto.

1.3.3 Justificación Epistemológica

Para el desarrollo del trabajo propuesto, se cuenta con la información necesaria de acuerdo a los conocimientos de sistemas de control automático, instrumentación y control, formulación y evaluación de proyectos, seguridad industrial, electrónica, investigación operativa y metodología, etc., adquiridos durante el desarrollo académico de la carrera y la asesoría de profesionales en ingeniería, expertos en el tema. Todo lo anterior junto a la experiencia adquirida poco a poco a través del desarrollo del trabajo, y nuestro ejercicio profesional, permite que se presente un logro exitoso de la temática mediante una evolución de los conocimientos, acompañados por la práctica y la teoría.

1.3.4. Justificación en Salud Ocupacional y Ambiental

En este aspecto el trabajo a desarrollar traerá beneficios directos, pues para cumplir con las estrategias corporativas de trabajar en locaciones con equipos seguros y confiables, es necesario implementar mecanismos que minimicen el riesgo asociado a la actividad que se desarrolla en la estación. Por ello se hace necesario el estricto uso y aplicación de las políticas de Seguridad Medio Ambiente y Salud (SMS) de la compañía, que contemplan la seguridad industrial y el continuo mejoramiento de las condiciones de trabajo existentes.

El resultado final del trabajo traerá beneficios directos a:

- La compañía, que implementará un sistema automático de control y medida a un proceso tan importante para el objeto de esta Empresa que es la producción y distribución de gas.
- El área de Producción, la cual no necesitará de una persona que monitoree el equipo permanentemente y se pueda utilizar su servicio para otras tareas de producción.

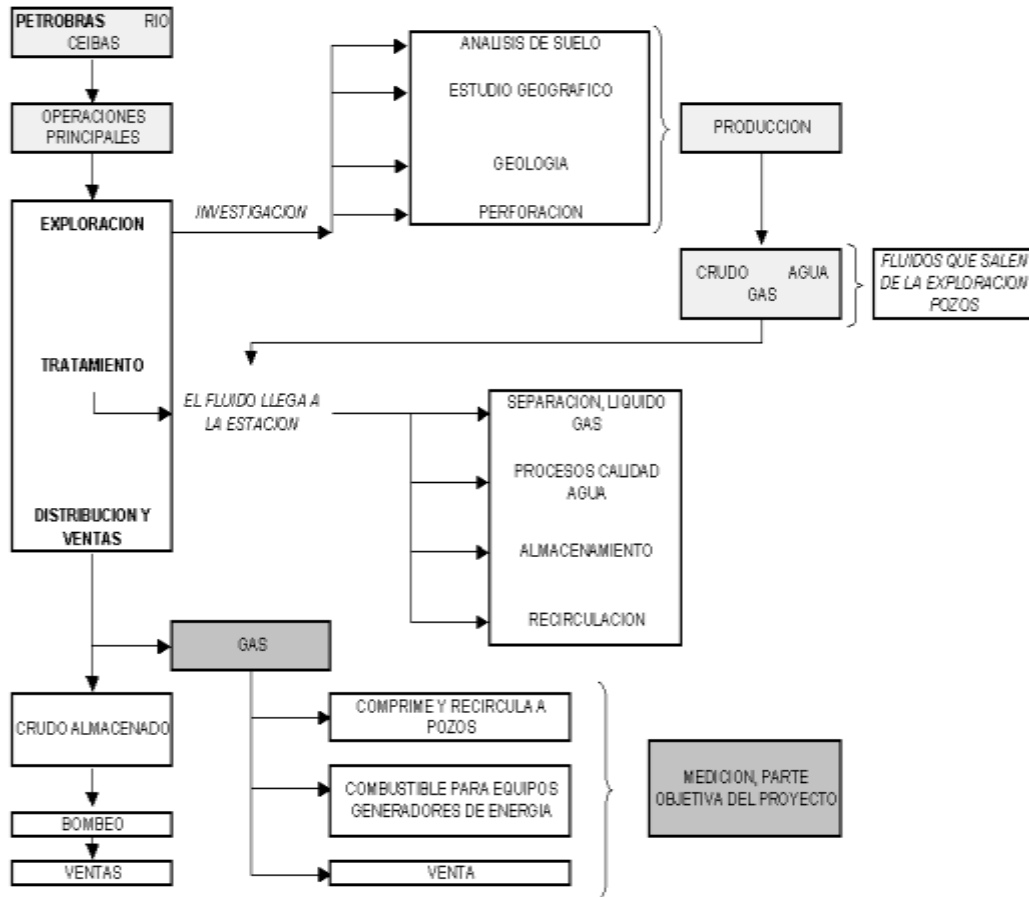
1.4 SURGIMIENTO DEL PROYECTO

1.4.1 Operaciones Principales PETROBRAS

PETROBRAS es a nivel nacional una de las empresas líderes en producción de crudo, distribución de hidrocarburos y lubricación; y en el Huila es ejemplo de confiabilidad, compromiso y calidad.

Haciendo un resumen de las principales funciones de PETROBRAS en los diferentes campos de producción, que se puede apreciar gráficamente en el diagrama de la figura 2, las tres ramas principales en el desempeño operacional son: la exploración, la producción (tratamiento y almacenamiento) y la distribución y venta de los productos finales.

Figura 2. Diagrama de operaciones principales PETROBRAS



Del Autor

Los productos principales son en su orden de importancia el petróleo (crudo), el gas y el agua, que son los fluidos generados de los yacimientos y de los pozos ya existentes, teniendo en cuenta que el crudo después de pasar por un proceso continuo en la estación, sale a almacenamiento, bombeo y finalmente a venta diaria.

El agua es utilizada para el enfriamiento de equipos, piscinas contra incendios, agua para uso operacional (baños, riegos, limpieza), abastecer torres perforadoras, como equipos que trabajan fuera de la estación, etc.

El gas en un porcentaje mínimo es comprimido y recirculado a los pozos con levantamiento artificial, también llamado surgencia artificial (gas lift) que consiste en inyectar gas a presión en la tubería para alivianar la columna de petróleo y hacerlo llegar a la superficie. Y también utilizado como combustible para los generadores de energía de la estación.

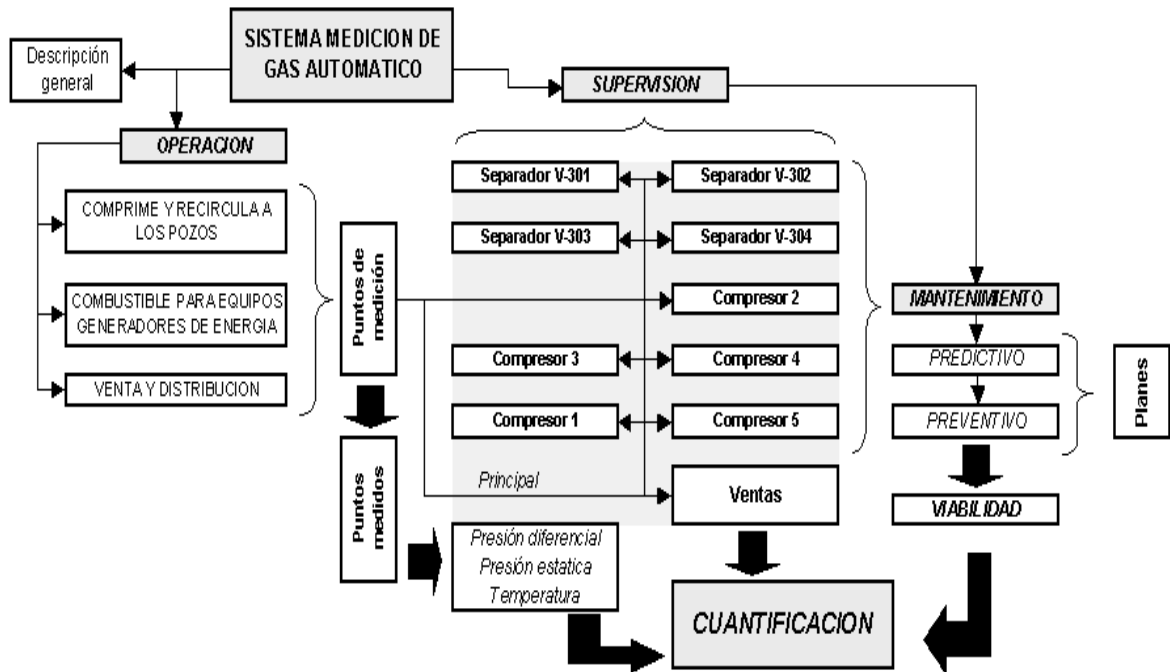
Y por último el gas que no se comprime, que es un porcentaje alto, es tratado y distribuido para su venta, teniendo como unos de los principales clientes la estación Tello de la empresa ECOPETROL, que utiliza este fluido para uso combustible de su estación.

Esta investigación es enfocada a la parte de medición del gas porque como se demuestra en el figura 3, es una de las ramas principales en la producción de la estación, la cual presentaba falencias y el proceso de medición era antiguo y no era muy preciso.

De ahí surge la idea de implementar un sistema para la mejora en medición de gas.

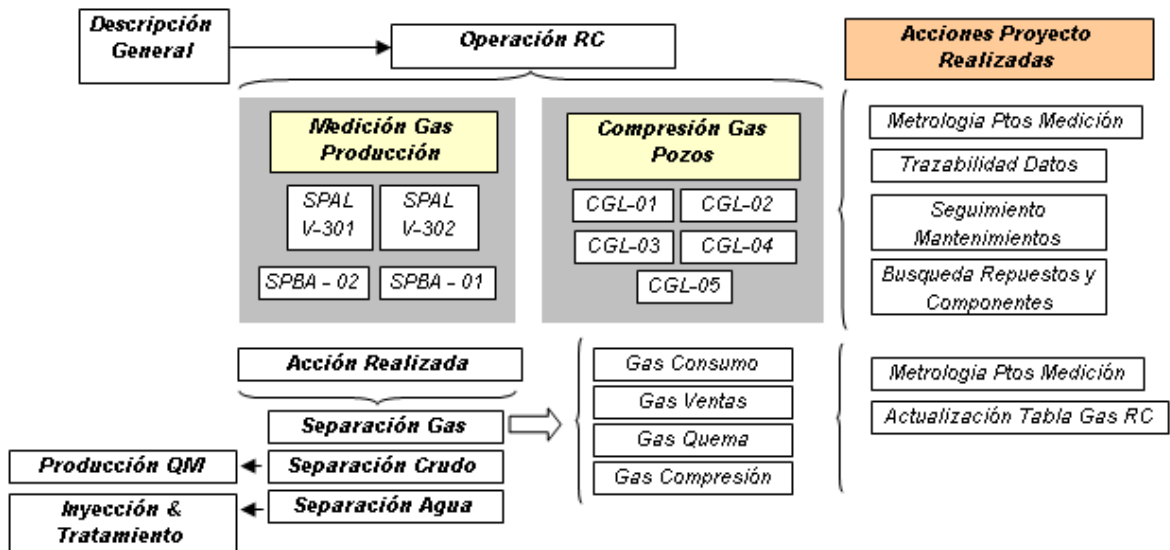
En la figura 3 podemos observar que la razón principal del proyecto se enfoca a la cuantificación de todas las variables que intervienen en el sistema, en donde se puedan llevar a un control y una fácil y rápida adquisición de datos en cualquier etapa del sistema.

Figura 3. Diagrama de bloques especificación proyecto



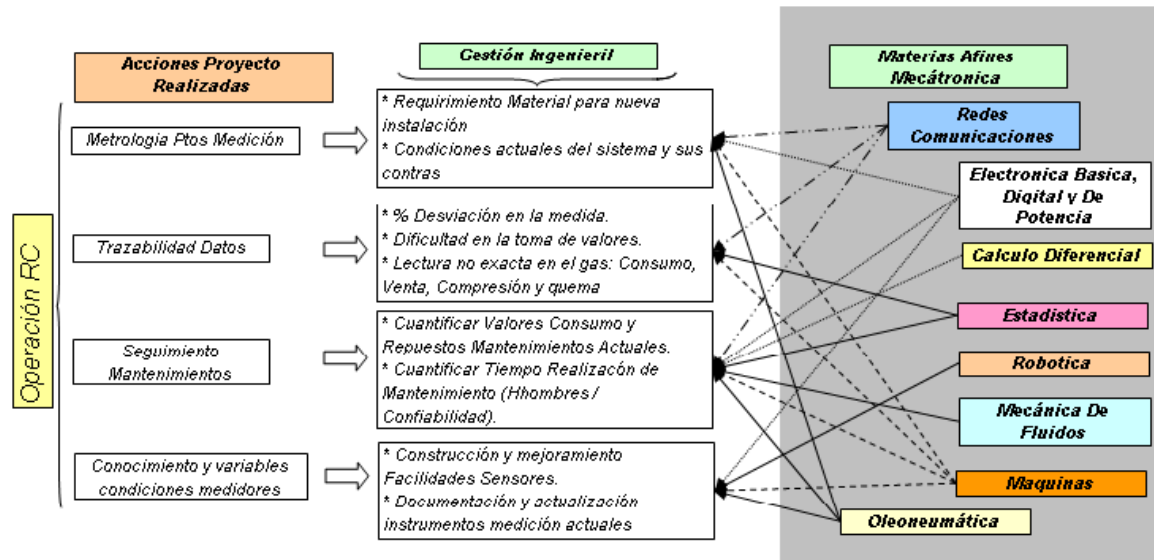
Del Autor

Figura 4. Acciones Proyecto Realizadas



Del Autor

Figura 5. Mecátronica en el Proyecto



Del Autor

1.4.2. Producción, Especificaciones

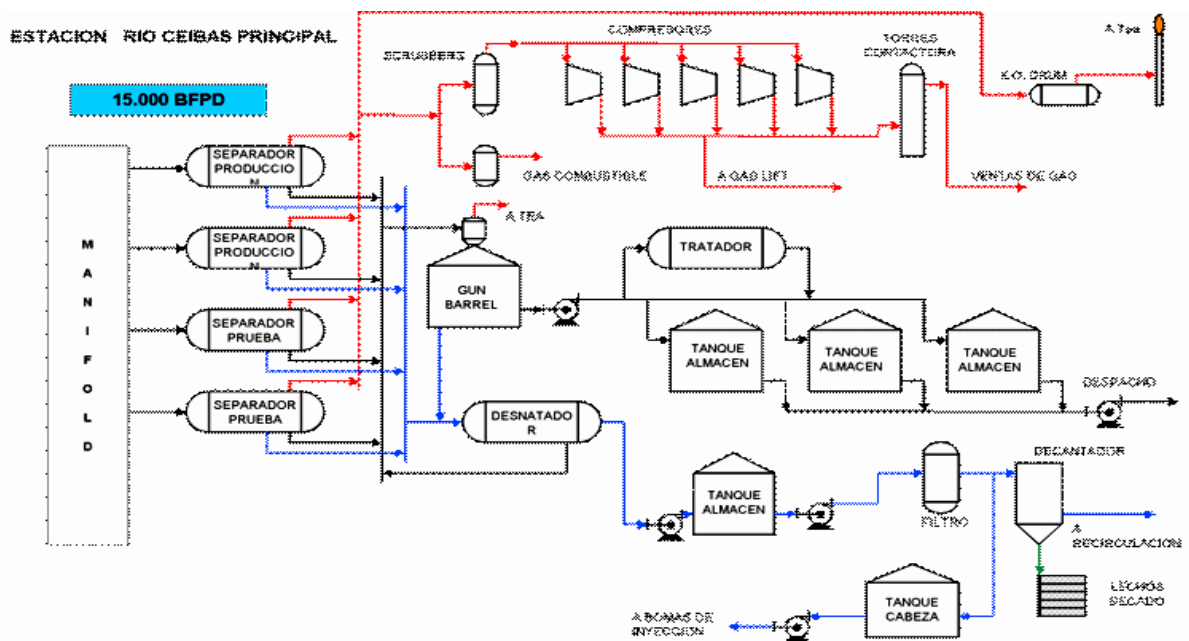
Para poder describir el proceso en general de la producción en la estación Río Ceibas debemos empezar por recordar que de la exploración surgen tres tipos de fluidos de los pozos, en primer lugar el petróleo (crudo), el agua y el gas.

Estos tres fluidos llegan a un múltiple de entrada llamado MANIFOLD, de las vías o troncales principales o secundarias de cada isla o islote de pozos.

Los fluidos entran en un proceso de separación de las tres fases: crudo, agua y gas en donde cada fase posee varias operaciones.

En la figura 6 se describe gráficamente el proceso interno de la estación.

Figura 6. Proceso interno estación



Del Autor

Estos tres fluidos llegan a un múltiple de entrada llamado MANIFOLD, de las vías o troncales principales o secundarias de cada isla o islote de pozos.

Los fluidos entran en un proceso de separación de las tres fases: crudo, agua y gas en donde cada fase posee varias operaciones.

Como primera fase, el crudo se almacena momentáneamente en un tanque de capacidad aproximada para 5000 barriles, llamado GUN BARREL y que por gravedad separa nuevamente proporciones bajas de agua y gas. El agua se drena y es enviada al desnatador y el gas se envía inmediatamente para que se queme en la tea. El crudo que finalmente queda, se le aplica un proceso mediante el tratador electrostático y finalmente se almacena para su debido bombeo de despacho, que se realiza en horas de la mañana diariamente.

La fase del agua entra en un proceso de desnatación donde se recuperan pequeñas cantidades de crudo que llegan nuevamente al GUN BARREL. El agua, luego pasa a un tanque de almacenamiento donde se realiza un proceso químico para la formación de sólidos y seguidamente pasa a un filtro para la eliminarlos, después se lleva al decantador que es el agua que recircula nuevamente a los pozos para el levantamiento artificial, finalmente el resto de agua va a los lechos de secado y a las bombas de inyección.

La fase del gas, en un porcentaje medio es usada como combustible para algunos equipos generadores eléctricos importantes en la estación. Otra parte se comprime para el levantamiento artificial y la minoría se le realiza un proceso de eliminación de humedad o deshidratación que se define como la remoción del agua en forma de vapor, que se encuentra asociada con el gas desde el yacimiento.

Este proceso es necesario para asegurar una operación eficiente en las líneas de transporte de gas y se puede realizar mediante el uso de un desecante. Este proceso mejora la calidad del gas.

1.5 METODOLOGÍA.

La metodología implementada en este proyecto empieza por la definición de los parámetros y variables a utilizar, ya que el conocimiento previo nos indica fácilmente la mejor y más fácil solución al problema.

Como hemos deducido la idea de implementar nueva tecnología tratando de aprovechar equipos y herramientas ya existentes en el campo reduciendo al máximo la inversión previa para los nuevos cambios.

Empezamos por analizar el tipo de sistema actual y tratamos de darle solución a los problemas ya existentes. El primer y más importante problema es la inexactitud de los datos medidos siendo estos ortodoxos y de alguna forma mandados a recoger, necesitando un sistema de medición nuevo y con la característica de que presente lecturas en tiempo real.

Después de haber aclarado la situación y de definir la variable a solucionar nos encontramos con buscar el mejor sistema posible para este tipo de medición, y encontramos mucha información por parte de otras empresas que utilizan este tipo de sistema, también nos encontrábamos con aplicarlo sin tener la necesidad de transformar nuevamente el sistema ya existente.

Esto quiere decir que el nuevo sistema debía reemplazar el antiguo siempre y cuando utilice los componentes ya existentes, en este caso el porta-orificios.

Es de aclarar que el hecho de no utilizar el porta-orificios justificaría un gasto adicional demasiado excesivo porque sería como cambiar nuevamente las líneas.

Siguiendo con el proceso de selección y comparando posibles medidores de flujo se da por resultado la selección de los sensores que mejor se apliquen a nuestras condiciones.

Luego de realizarse pruebas en el laboratorio de calibración y de asegurarse que cumplieran con los parámetros de medición requeridos, se procederán a desarrollar su debido montaje y puesta en marcha.

Contiguamente se ira armando el respectivo cableado de comunicación entre los sensores hasta el cuarto de control, con su debido enlace y protocolo.

Después de un par de meses se puso en marcha y se empezaron a realizar pruebas esporádicas para analizar su comportamiento y su efectividad.

Por consiguiente se evaluó el comportamiento general y se empezaron a cuantificar la viabilidad y los beneficios.

1.6 MARCO TEÓRICO

1.6.1 Control y Automatización

La “Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales” define a la “Automática” como el estudio de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la generación de una tarea física o mental previamente programada.

La automatización es el estudio y la aplicación de la automática al control de los procesos industriales.

1.6.1.1. *Propósito del control automático*

Hay varias formas en las cuales la producción industrial se puede beneficiar del uso del control automático. Se pueden realizar cosas más allá de la habilidad humana. En todas las formas de industria, la ruta hacia el incremento de la productividad se realiza a través de la automatización de procesos y maquinarias. La automatización es indispensable para incrementar las cantidades de salida y/o para mejorar la calidad del producto. Con controles automáticos se disminuye la cantidad de rechazos, pues se logran menores variaciones en la calidad, mientras se aumenta el desempeño del proceso y del producto. Se mejora la seguridad de los operarios; el equipo de control automático se coloca cerca del ambiente peligroso, mientras que el operador está en una estación remota.

Estos y otros beneficios son logrados porque los sistemas de control automático están diseñados para guardar ciertos parámetros importantes del proceso muy cerca del valor deseado, sin intervención humana significativa.

Es así como el sistema de control debe tener la habilidad para arrancar, regular y parar un proceso en respuesta a medición de variables monitoreadas dentro de él, con el objeto de obtener la salida deseada. Un sistema que tiene todas estas habilidades se conoce como Sistema de Control.

Un sistema de control permite que variables como: presión, caudal, nivel, temperatura, etc. Se mantengan en un valor o rango de valores deseado fijo, bien en un valor variable en función del tiempo de acuerdo con una configuración establecida o guardando una relación determinada con otra variable.

La automatización está definida como “el conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar, o restituir un elemento a las condiciones que le permitan desarrollar su función”.

Otra definición más específica sobre la automatización, refiere que es un sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para *controlar* la secuencia de las operaciones “*sin intervención humana*”³.

³ También se puede utilizar para describir sistemas en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente del control humano. *Microsoft* ® *Encarta* ® 2006

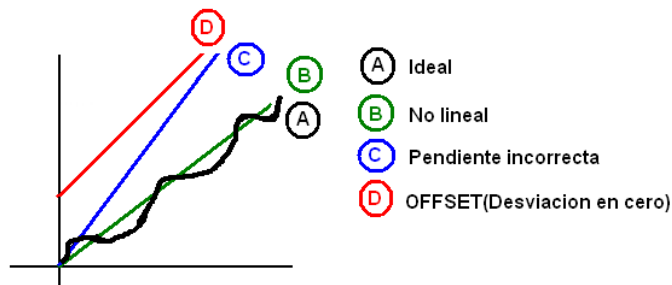
1.6.2. Sensores

Para poder hablar de sensores tenemos que tener en claro que es un traductor el cual convierte una magnitud en otra, donde se tiene que un sensor es un traductor en el que la magnitud a medir es proporcional a una característica eléctrica.

En un proceso de medida pueden darse errores, diferencias entre el resultado obtenido y el valor real como se puede observar en la figura 7.

La linealidad supone si hay una relación lineal entre el valor real y el valor medido. La no-linealidad es difícil de corregir y por ende es un parámetro importante. El offset o desviación cero se produce cuando debería dar cero y da otra cantidad, genera un error pero es más fácil de corregir.

Figura 7. Curva de linealidad de los sensores.



Del Autor

1.6.2.1. Características de los sensores

Para el correcto funcionamiento de estos elementos ellos mantienen unas características básicas las cuales son:

- Precisión: error mínimo esperado.
- Offset: desviación a cero.
- Linealidad: desviación respecto a una línea recta en la curva de respuesta.
- Sensibilidad: variación de la magnitud de salida al variar la magnitud a medir.
- Margen de medida: rango de variación de la magnitud en el que se asegura una cierta precisión.
- Resolución: mínima variación de la magnitud que puede apreciarse.
- Rapidez de respuesta: capacidad del sistema de medida de seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: las medidas pueden ser diferentes dependientes de las variaciones ambientales.
- Repetitividad: error máximo esperado.

1.6.2.2. Tipos de sensores

Debido a su utilidad, los sensores se pueden tener de diferentes tipos: Los activos y pasivos, los cuales generan una señal eléctrica o modifican una característica, como es la resistividad, capacidad etc. Los directos y de accionamiento intermedio, que miden directamente o en muchas ocasiones necesitan de algo que los ayude, y por ultimo se tiene los sensores analógicos y digitales.

- **Sensores de temperatura.** Este tipo de sensor es una herramienta útil en los diferentes campos de la industria y por ello su gran gama de ejemplares los cuales se describen a continuación. Como por ejemplo los RTD`s, termistores, termopares y los transistores bipolares
- **Sensores de presión.** Los sensores de presión suelen estar basados en la deformación de un elemento elástico (membrana, tubo de Bourdon, etc.), cuyo movimiento bajo la acción del fluido es detectado por un transductor de pequeños desplazamientos (galgas, transformador diferencial, piezoeléctrico, etc.) del que se obtiene la señal eléctrica proporcional a la presión.

1.6.3. Técnicas Para Medición de Flujo.

Existen dos técnicas en la medición de flujos volumétricos: directo e indirecto.

Figura 8. Técnicas mediciones de flujo

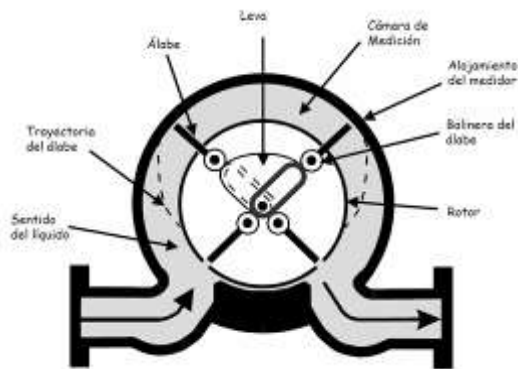


Del Autor

1.6.3.1. Desplazamiento positivo

El movimiento del desplazamiento positivo consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara. Por consiguiente, en una máquina de desplazamiento positivo, el elemento que origina el intercambio de energía no tiene necesariamente movimiento alternativo (émbolo), sino que puede tener movimiento rotatorio (rotor).

Figura 9. Medidor rotativo de aspa deslizante



Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

1.6.3.2. Platina de orificio

Medición basada en el Principio de Bernoulli que relaciona presión y velocidad: El área del orificio es más pequeña que el área de la tubería y al pasar a través del orificio la velocidad del fluido aumenta, al tiempo que la presión disminuye y se

forma una descarga con área mínima. Luego la descarga se expande y se empieza a recuperar presión.

Figura 10. Placa o Platina de Orificio o Elemento Primario



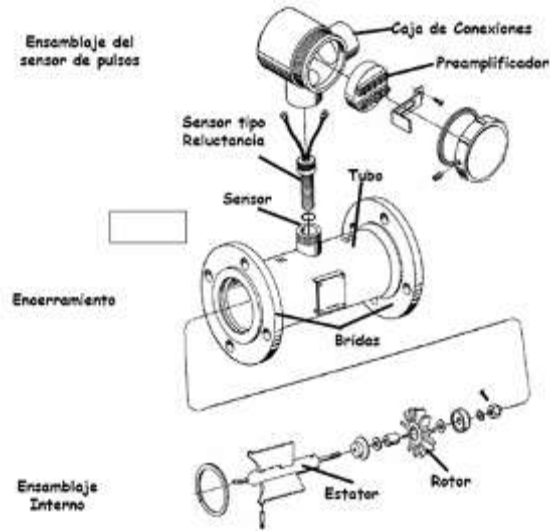
Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

La placa de orificio o elemento primario, es el dispositivo más usado para efectuarla por su sencillez, bajo costo de operación y facilidad para instalarse.

1.6.3.3. Turbina

Su principio de funcionamiento infiere en el volumen de la velocidad del rotor y el área de flujo, generando una señal por reluctancia como oposición al flujo magnético.

Figura 11. Turbina (componentes)



Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

1.6.4. Equipos de la Estación y Funcionamiento

El campo produce alrededor de 3.500 Barriles de petróleo al día, el crudo es especialmente "dulce" y presenta una gravedad API entre 25,2° y 25.6°, mientras que de gas diariamente se manejan 1.000.000 de pies cúbicos, los cuales se consumen en el combustible de los equipos y como gas de empuje o gas lift durante el proceso de extracción. La estación de producción está diseñada para operación semiautomática supervisada. Los diseños, espaciamento, selección, especificación y montaje de los equipos se han efectuado de acuerdo con las normas y parámetros establecidos en los códigos internacionales y las normas vigentes nacionales para la industria.

1.6.4.1. Múltiple de entrada (MANIFOLD)

Los fluidos de producción son conducidos por líneas independientes o por líneas troncales hasta un múltiple, el cual está compuesto por cabezales de producción general y un cabezal de prueba.

El Manifold o múltiple de entrada es una interconexión de tuberías, accesorios y válvulas utilizados para combinar o separar los fluidos de producción de varios pozos y para enviar el flujo a los separadores de producción general o de prueba.

El múltiple permite clasificar la producción de los pozos productores de acuerdo a sus propiedades, distribuir la producción para el mantenimiento de un separador y aislar la producción de un pozo para llevarlo al sistema de separadores de prueba, esta operación se realiza mediante el uso de válvulas de corte (tipo tapón) las cuales comunican o aíslan las líneas de flujo con los colectores de prueba o de producción general.

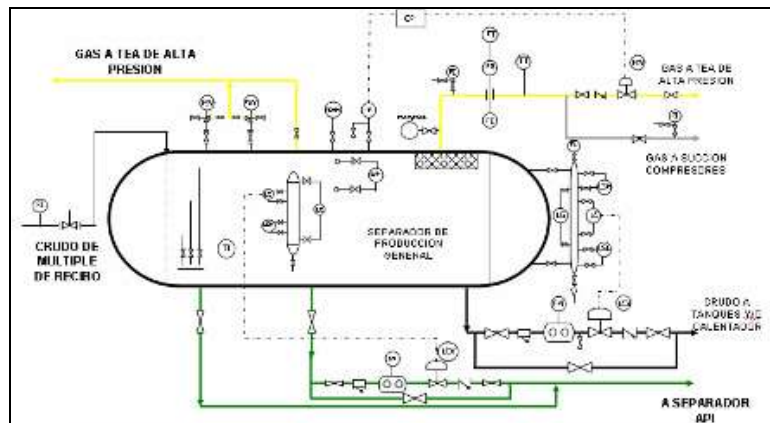
1.6.4.2. Separadores Trifásicos.

La estación dispone de separadores trifásicos de producción general, en los que se efectúa la primera separación de las fases, retirándose el gas asociado. El crudo es despachado al calentador para continuar su tratamiento. El gas separado es conducido a través de una línea a la succión de los compresores de gas, donde es comprimido y utilizado como gas lift.

El separador es una vasija, usada para separar los fluidos producidos por un pozo de petróleo y las partículas sólidas (polvo, productos de corrosión, etc.), puede ser de dos fases (gas y líquido) y de tres fases (aceite, agua y gas), dado que el gas

debe deshidratarse antes de ser distribuido, para evitar la formación de hidratos, que son los compuestos sólidos que pueden obstruir los gasoductos.

Figura 12. Esquema general separador de producción



Fuente: Manual de operaciones de producción de la compañía, capítulo III

1.6.4.3. Registradores de presión ITT BARTON

La *Barton Instrument Co*, fabrica este tipo de registrador, en el cual los fuelles metálicos que son dos, se colocan en lados opuestos de una placa central y vienen llenos de un líquido no corrosivo, incompresible y de bajo punto de congelación.

El rango de presión diferencial en estos aparatos, se determina por la fuerza que se requiere para mover los fuelles en su desplazamiento normal; para cambio de rango, se utiliza un ensamble de resortes que se coloca en el fuelle de baja presión. Tomando en consideración el tipo de fluido que se desea medir, debe seguirse las recomendaciones anotadas a continuación:

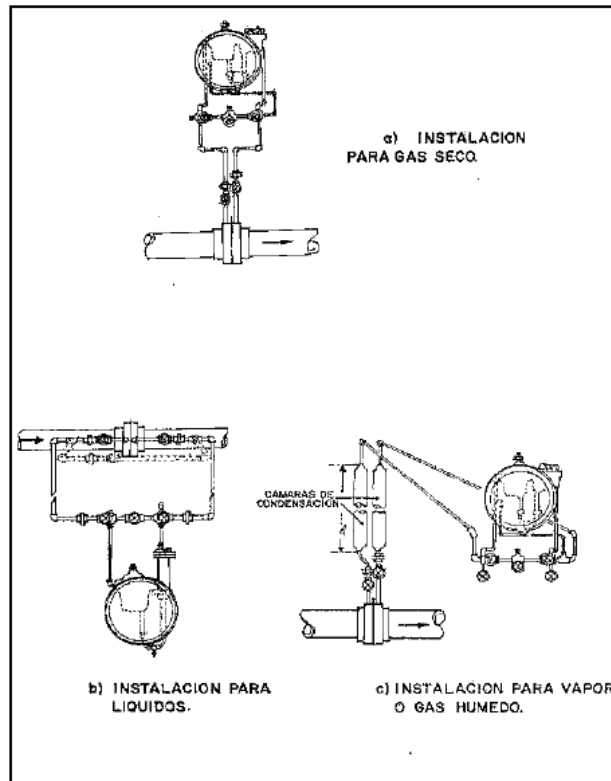
Foto 1. Registrador ITT BARTON



Del Autor

- a) Para la medición de gas, las tomas de presión deben situarse en la parte superior del porta-orificio. Figura 13.a.
- b) Para medición de líquidos, deben situarse en un costado Figura 13. b.
- c) Para medición de vapores, las tomas se alternan como sigue: en la parte superior del porta-orificio o tubería, cuando el registrador quede colocado sobre ésta, y en un costado, cuando el instrumento registrador se coloque abajo de la tubería. Figura 13.c.

Figura 13. Instalación de registros dependiendo del tipo de fluido.

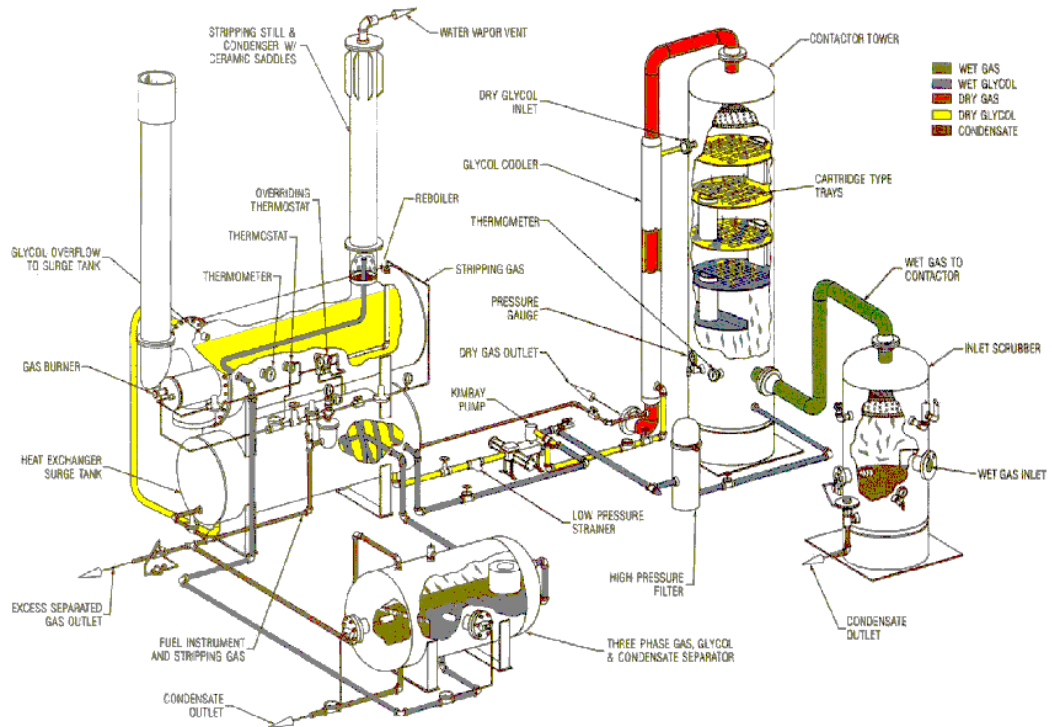


Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

1.6.4.4. Planta deshidratadora

La concentración del glicol pobre es una de las variables más importantes del proceso para quitar la humedad al gas, para el mejoramiento de la calidad. Por lo tanto, se debe contar con las unidades de deshidratación de gas natural. El funcionamiento de esta planta en la actualidad es semi-automático.

Figura 14. Planta deshidratadora glicol



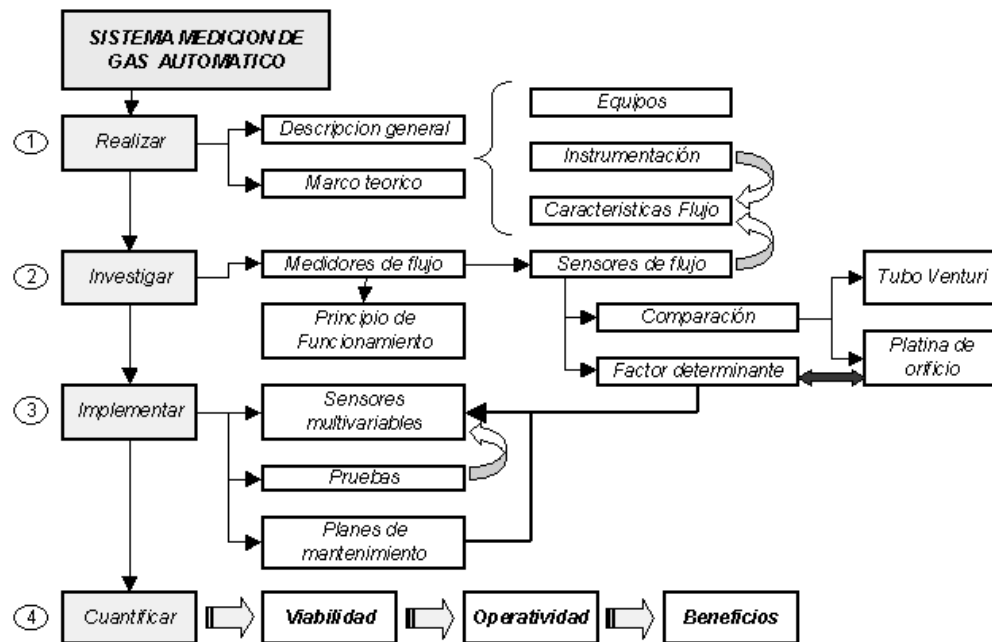
Fuente: Archivos electrónicos Petrobras UN-COL DPSU

2. FASES DE DISEÑO

De acuerdo a las condiciones del campo la mayoría de la explotación del crudo se hace mediante el sistema de gas lift, en donde durante el proceso, el gas y el crudo se separan, recolectando el crudo en los tanques del almacenamiento, mientras que el gas que no se consume en la extracción de los hidrocarburos, es enviado por una tubería para la colección y distribución.

Paralelamente, el gas de los yacimientos es llevado a los separadores, a los scrubber y a los compresores, para ser distribuido y usado como gas de empuje y para ser vendido a los diferentes clientes.

Figura 15. Diagrama de bloques realización proyecto paso a paso



Del Autor

La forma más común de instalar la toma de presión cuando se usa placa o platina de orificio, es la conexión en tubería.

2.1.1. Conexión en Tubería.

La toma de alta presión se instala a una distancia de 2-1/2 diámetros de la tubería, en tanto que la de baja presión a ocho diámetros, tomando como referencia el lado correspondiente de la placa de orificio. En este caso, se mide únicamente la pérdida de presión por fricción, por lo que la presión diferencial, es muy pequeña, lo cual hace posible la medición de un flujo relativamente grande con un registrador de bajo rango.

Se recomienda que para la medición de gas, las tomas de presión deben situarse en la parte superior del porta orificio o de la tubería.

2.1.2. Platina de Orificio

La restricción del diámetro de la tubería, debe hacerse de acuerdo a ciertas limitaciones para que la presión diferencial resultante, esté dentro del rango del registrador.

La placa de orificio o elemento primario, es el dispositivo más usado para efectuarla por su sencillez, bajo costo de operación y facilidad para instalarse. Este elemento es una placa delgada de metal a la que se hace un orificio (abertura), generalmente redondo y concéntrico, con bisel en el borde del lado corriente abajo (baja presión); véase Foto 2.

Foto 2. Placa de orificio o elemento primario



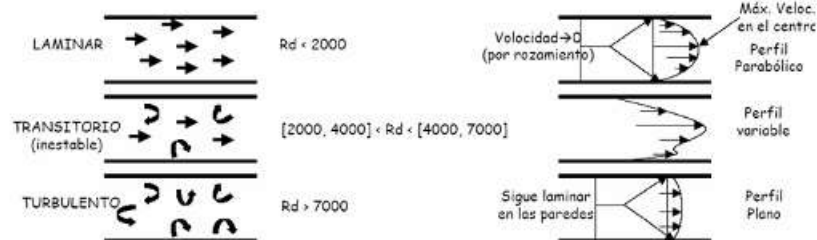
Del Autor

Este elemento es principal para la medición de flujo especialmente para los gases, los gases manejan un perfil de presión no muy diferente de los líquidos pero que contribuyen para su perfecta medición.

Todo lo anterior se puede entender mejor cuando conocemos mejor el comportamiento de los flujos con la teoría del número de Reynolds ⁴.

Además el número de Reynolds permite predecir el carácter turbulento o laminar en ciertos casos. Lo anterior se aprecia con claridad en la figura 14.

Figura 17. Tipos de flujo y sus perfiles

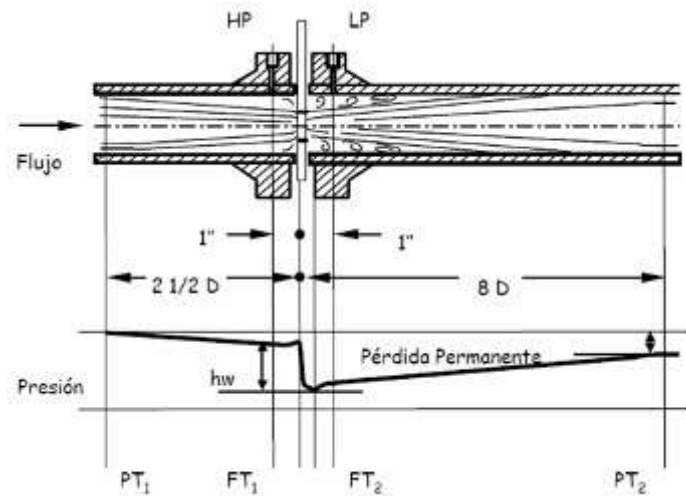


Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006

⁴ *Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.*
El número de Reynolds es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido

Para entender mejor se puede observar en la figura 18 el comportamiento de la presión en la tubería o el perfil de la presión.

Figura 18. Perfil de presión



Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

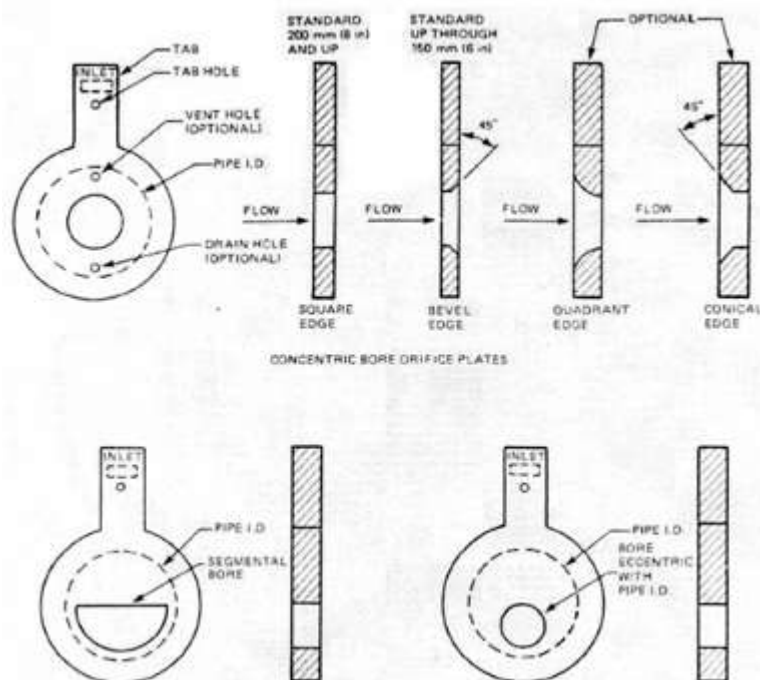
Es sumamente importante que la placa de orificio, se pueda cambiar con facilidad ya que en la mayoría de los casos no se tiene un gasto constante y es necesario removerla sin interrumpir el flujo; para tal fin, se hace uso de porta orificio.

Figura 19. Tipo de Orificio y sus Aplicaciones

TIPO DE ORIFICIO	TIPO DE FLUIDO						RANGO NUMERO DE REYNOLDS	TAMANO NOMINAL DE LINEA
	GAS (VAPOR)		LIQUIDO					
	LIMPIO	SUCIO	LIMPIO	SUCIO	VISCOSO	CORROSIVO		
Concéntrico-Square Edge							>2.000	0.5 a 60
Concéntrico-Quadrant Edge							200 a 10.000	1 a 6
Concéntrico-Cónica Edge							200 a 10.000	1 a 6
Excéntrico-Square Edge							>10.000	4 a 14
Segmental-Square Edge							>10.000	4 a 14

Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

Figura 20. Tipos de platinas

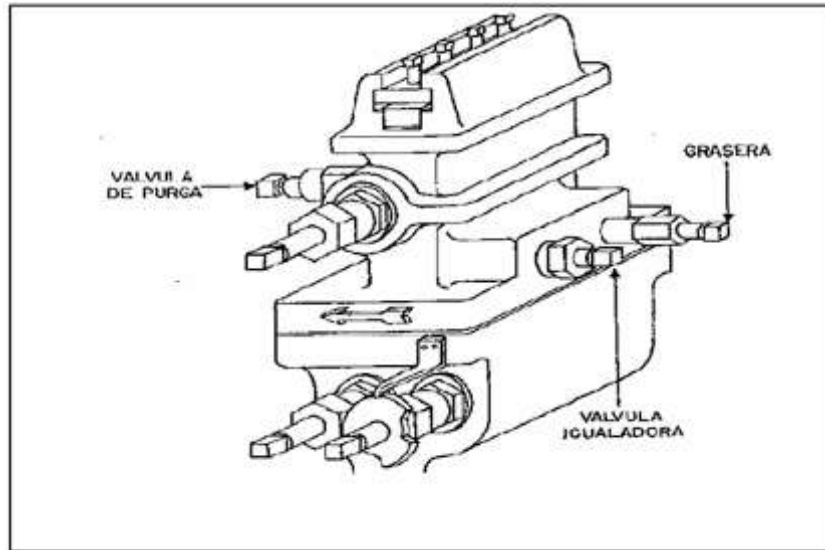


Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

2.1.3. Porta Orificio

La brida es el porta-orificio más sencillo, económico y fácil de operar, sin embargo, tiene el inconveniente de que para efectuar el cambio de placa debe suspenderse el flujo, por lo mismo, en casos en que el cambio de placa es frecuente, se recomienda el uso del porta orificio, que es un mecanismo que consta de un elevador, válvula macho, válvula de purga, etc. que facilitan grandemente el cambio y colocación de la placa.

Figura 21. Porta orificio



Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

2.2. SELECCIÓN SENSOR MEDICIÓN DE GAS

Como se evidencia, la estación Río Ceibas cuenta con el sistema de porta orificios y platinas de orificio para los registradores ITT BARTON en todos los puntos de medición donde se requiere la mejora.

La confiabilidad de los registradores BARTON se remonta desde hace varios años por su versatilidad y tradición y además porque se ubican siempre al lado del pozo en donde se puede llevar un registro diario o semanal.

Pero cuando se trata de la medición de gas y todos los equipos comprometidos con el sistema de medición de gas, se dedujeron falencias y detalles que hacen de este sistema de medición por medio de registradores BARTON un procedimiento obsoleto por su exactitud y por su precisión.

También se debe tener siempre presente en la selección del tipo de medidor, como los factores comerciales, económicos, para el tipo de necesidad que se tiene etc.

2.2.1. Factores para la elección del tipo de medidor de fluido

- **Rango:** los medidores disponibles en el mercado pueden medir flujos desde varios mililitros por segundo (ml/s) para experimentos precisos de laboratorio, hasta varios miles de metros cúbicos por segundo (m^3/s) para sistemas de irrigación de agua o agua municipal o sistemas de drenaje. Para una instalación de medición en particular, debe conocerse el orden de magnitud general de la velocidad de flujo así como el rango de las variaciones esperadas.

- **Exactitud requerida:** cualquier dispositivo de medición de flujo instalado y operado adecuadamente puede proporcionar una exactitud dentro del 5 % del flujo real. La mayoría de los medidores en el mercado tienen una exactitud del 2% y algunos dicen tener una exactitud de más del 0.5%. El costo es con frecuencia uno de los factores importantes cuando se requiere de una gran exactitud.
- **Pérdida de presión:** debido a que los detalles de construcción de los distintos medidores son muy diferentes, estos proporcionan diversas cantidades de pérdida de energía o pérdida de presión conforme el fluido corre a través de ellos. Excepto algunos tipos, los medidores de fluido llevan a cabo la medición estableciendo una restricción o un dispositivo mecánico en la corriente de flujo, causando así la pérdida de energía.
- **Tipo de fluido:** el funcionamiento de algunos medidores de fluido se encuentra afectado por las propiedades y condiciones del fluido. Una consideración básica es si el fluido es un líquido o un gas. Otros factores que pueden ser importantes son la viscosidad, la temperatura, la corrosión, la conductividad eléctrica, la claridad óptica, las propiedades de lubricación y homogeneidad.
- **Calibración:** se requiere de calibración en algunos tipos de medidores. Algunos fabricantes proporcionan una calibración en forma de una gráfica o esquema del flujo real versus indicación de la lectura. Algunos están equipados para hacer la lectura en forma directa con escalas calibradas en las unidades de flujo que se deseen. En el caso del tipo más básico de los medidores, tales como los de cabeza variable, se han determinado formas geométricas y dimensiones estándar para las que se encuentran datos empíricos disponibles. Estos datos relacionan el flujo con una variable fácil de medición, tal como una diferencia de presión o un nivel de fluido.

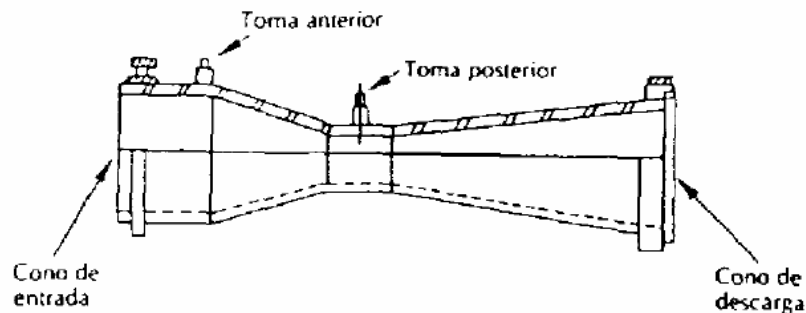
En este caso serán evaluados los de tubo Vénturi y la placa de orificio.

Estos equipos son los más indicados para este tipo de medición, por sus similitudes de funcionamiento y porque utilizan el principio de Bernoulli ⁵ para su medición.

Primero que todo es importante conocer algo de información de los tubos de Vénturi.

El Tubo de Vénturi es un dispositivo que origina una pérdida de presión al pasar por él un fluido. En esencia, éste es una tubería corta recta, o garganta, entre dos tramos cónicos. La presión varía en la proximidad de la sección estrecha; así, al colocar un manómetro o instrumento registrador en la garganta se puede medir la caída de presión y calcular el caudal instantáneo.

Figura 22. Tubo vénturi componentes principales



Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

⁵ Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006. El principio de Bernoulli, también denominado ecuación de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente.

La siguiente tabla comparativa muestra una breve comparación con los dos equipos propuestos:

Tabla 1. Comparación sensores de flujo

COMPARACION SENSORES DE FLUJO								
Sensores de flujo	Baja velocidad del fluido	Medición de salida electrónica	Mínimo Numero de Reynolds	Rangos de temperatura ©	Rangos de Presión	Presición	Repetibilidad	Costos 1 a 10 (6)
Platina de orificio	S	S	5000	30 a 500	1500 max	± 3% de la escala completa	± 0,25	6
Tubo Venturi	*	S	20000	500 max				8

Del Autor

Tabla 2. Comparación sensores aplicables

SENSORES	Presición	Medición de salida electrónica	Rangos de temperatura	costos 1 a 10 (6)
Multivariable ABB 267C-269C	0,04	S	max 500 C	5
Realflo 4202G	0,075	S		8
MVS 205 R	0,0075	S	de -40 a 400 C	6

Del Autor

Se escogieron los sensores multivariantes MVS205 porque son respaldados por EMERSON proveedor único y distribuidor de FISHER en Colombia, además el computador de flujo del DELTA-V son distribuidos por EMERSON.

2.2.2. Factor Determinante

Para la elección del sensor que sería el conveniente para la medición del gas, y después de haber comparado sus características principales. Se puede determinar que el costo de los tubos Vénturi es más alto para fines comerciales.

Pero realmente la mejora que se aplicaría en el sistema de medición del gas es cambiar la tradicional realizada por los registradores de flujo BARTON, e implementar unos sensores que se puedan conectar en el porta orificio que ya existen y es en donde las platinas de orificio se insertan, así que para la exactitud de la medición se necesitaría un nuevo y tecnológico sistema de alta confiabilidad que diera en tiempo real los valores de las variables que se utilizan.

La idea es traer de todos los puntos claves del sistema de medición de gas los datos a un punto medio donde existiera supervisión constante por parte de los operadores. Este punto medio es el denominado cuarto de control que es el centro operacional de todo el campo. Allí, llegan las mediciones de los tanques, la de los generadores, las alarmas por radio frecuencia de los pozos que se encuentran en las islas.

La existencia de los porta orificios y del uso de las platinas da pie para la elección de sensores multivariantes que han sido utilizados por otro tipo de empresas, tal como ECOPETROL.

Estos sensores multivariantes son de fácil instalación y en comparación de los tubos Vénturi no implicaría el cambio de los porta orificios ya existentes, que sería un costo adicional en la mejora del sistema. Así que sólo se conectarían al porta orificio y de ahí se enviaría al cuarto de control.

En el cuarto de control la medición que se envía de los sensores multivariantes desde los diferentes puntos del sistema, es procesada en un computador de flujo que facilita la supervisión del personal de producción.

2.3. SENSOR MULTIVARIABLE- MVS205

Este sensor además de utilizar como referencia la diferencia de presión establecida por las platinas de orificio, da la posibilidad de mejorar la confiabilidad en la medición midiendo además la temperatura del proceso, es decir, del fluido medido.

El dispositivo contiene un diafragma de pared fina, en donde se deberán tener en cuenta las condiciones ambientales a las que estará expuesto el diafragma durante la instalación, el mantenimiento y el uso. Para garantizar la seguridad durante la vida útil del sensor.

Figura 23. Sensor multivariable MVS205



Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

2.3.1. Especificaciones

Entrada de presión diferencial

Rango: 0 a 6,22 kPa ó 0 a 248,8 kPa.

Presión de referencia: +/- 0,075% del límite superior del rango.

Entrada de presión estática

Rango: presión absoluta o de manómetro: 0 a 5,516 kPa ó 0 a 25000 kPa.

Presión de referencia: +/- 0,075% del límite superior del rango

Entrada de temperatura del proceso

Tipo: para RTD de platino. 3 ó 4 cables y 100 ohmios (conforme a la norma IEC 751 Clase B), con $\alpha = 0,00385$.

Rango: -40 a 400 °C

Presión de referencia: +/- 0,28°C, exclusivamente error del sensor RTD.

Corriente de excitación: 1.24 mA.

Alimentación eléctrica

Entrada entre 0 y 75°C: de 8 a 30 V CC, 245 mW de media.

Entrada entre -40 y 0°C: de 8,5 a 30 V CC, 245 mW de media.

Suministro procedente de interfaz de la unidad ROC, FloBoss o MVS remota.

Peso: 3,0 kg, incluido el cabezal.

Ambientales

Temperatura de funcionamiento: -40 y 75°C.

Temperatura de almacenamiento: -50 y 85°C.

Humedad de funcionamiento: 0 a 99%, sin condensación.

Inmunidad de radiada/conducida: cumple los requisitos de la norma IEC 61326 de equipos eléctricos para uso en instalaciones industriales.

Emisiones Radiadas: cumple la norma EN 55022 Clase B e ICES-003:1997 de aparatos digitales.

2.3.2. Pruebas*

Las pruebas de calibración fueron realizadas el 12 de junio de 2006 por medio de un formato que comprendía las siguientes características:

- Variable: presión diferencial, presión estática y temperatura.

* Para ver los formatos de prueba remitirse a 7.1 Formato Pruebas Verificación en la pagina 89

- TAG: representa una pieza de información en el dispositivo conectado el proceso y es un registro interno del equipo.
- Rangos y las unidades.

Los sensores se encuentran en condiciones estándar, teniendo en cuenta que viniendo de fábrica se encuentran en excelente funcionamiento y con una precisión del 100%, ósea con un margen de error de 0%.

Pero esto no es totalmente cierto así que procedemos a realizar una prueba de inspección, simulándole parámetros y determinando su lectura.

Así podemos determinar el índice de margen de error y proceder a su instalación conociendo las variables de campo.

Después de haber realizado la inspección de los sensores multivariantes se determina un porcentaje de aceptación del 0.25%. Siendo este un equipo altamente confiable y con una disponibilidad similar al 100%.

2.3.3. Instalación

Cuando se instalan unidades en zonas de riesgo, se asegura que todos los componentes que intervengan en la instalación estén diseñados para el uso de dichas zonas. Las operaciones de instalación y mantenimiento únicamente se deberán realizar cuando la zona no extraña ningún riesgo. La instalación en una zona de riesgo podría provocar lesiones personales y daños materiales.

Siempre que se realiza cualquier trabajo de cableado, se desconecta previamente la alimentación del sensor.

Es importante desconectar la alimentación de la unidad ROC o *FloBoss* antes de instalar o retirar del servicio el sensor MVS205 para evitar daños en el mismo.

Además no se puede invertir la polaridad de los cables de alimentación (+ y -) cuando se conecten las unidades MVS205, puesto que los circuitos de la unidad y de otros equipos podrían sufrir daños. Se comprueba posteriormente que las conexiones sean correctas antes de aplicar la alimentación eléctrica.

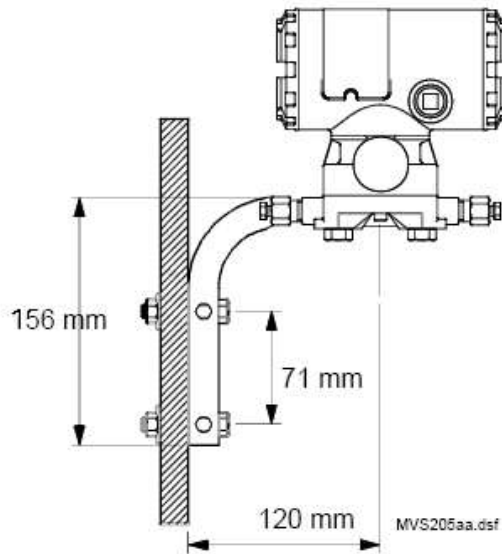
No se puede superar los límites máximos de presión diferencial y presión estática que se indican en la etiqueta del sensor MVS205.

2.3.3.1. Pasos para la instalación:

1. La brida Coplanar de la parte inferior del cuerpo del sensor MVS205 permite su montaje en tubería, muro, panel o en las tomas de brida de un conjunto de orificio integral o válvula colectora.

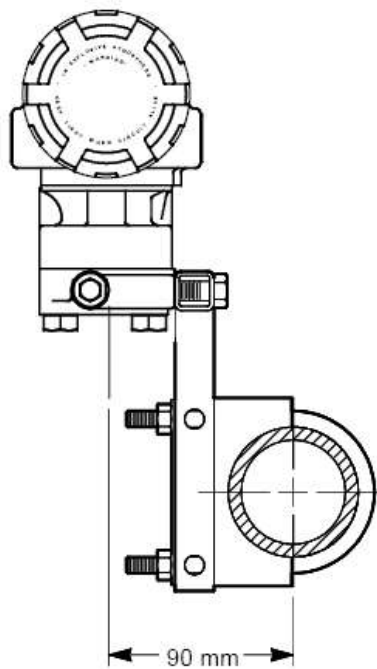
El MVS205 se puede montar en un panel o un tubo (como lo muestra la figura 21, la figura 22 y la figura 23) con el juego de soporte opcional, que incluye un soporte en forma de L y una abrazadera de tubo. El juego de soporte se sujeta a la brida Coplanar en el conector de presión.

Figura 24. Montaje en panel del MVS205



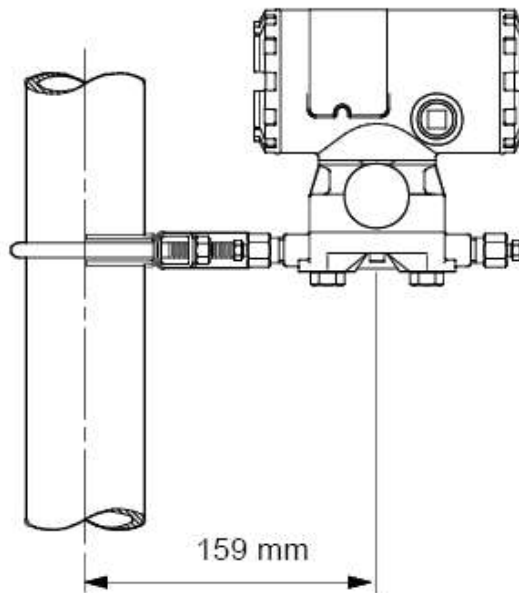
Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

Figura 25. Montaje en tubo del MVS205 (tubo horizontal)



Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

Figura 26. Montaje en tubo del MVS205 (tubo vertical)



Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

2. Las entradas de presión del proceso se conectan a las conexiones $\frac{1}{4}$ -18 NPT de la parte inferior del sensor MVS205 o a una válvula colectora intermedia. El sensor MVS205 también se puede montar directamente en la toma de brida con una válvula colectora o un conjunto de orificio integral.
3. Se utiliza las entradas para cables de instalación para conducir los cables hasta el cabezal electrónico del sensor MVS. Los tapones de los tubos metálicos deben mantenerse en las entradas de cable no utilizadas a fin de preservar la protección contra la temperatura de la carcasa.

Conexión de cables

El dispositivo de entrada de cables debe disponer de certificación, ser adecuado para las condiciones de uso y estar correctamente instalado. Para

temperaturas ambiente superiores a 70°C, se utiliza cables y casquillos pasacables aptos para al menos 90°C.

Conexión de conductos

Para temperaturas ambiente superiores a 70°C, los cables y la masa de relleno del precinto para conductos deben ser aptos para al menos 90°C.

Los elementos de cierre de las aberturas no utilizadas deben disponer de certificación ignífuga, ser adecuados para las condiciones de uso y estar correctamente instalados.

4. La placa de circuitos de interfaz del cabezal electrónico MVS205 permite al MVS conectarse y comunicarse con una unidad ROC809 o FloBoss, recibiendo alimentación de ella, con una conexión serie EIA – 485 (RS – 485) de 4 cables. Los cuatro cables deben tener un tamaño mínimo de 22 AWG y una longitud máxima de 605 metros.

Tabla 3. Terminales del circuito de interfaz MVS

Terminal	Uso
A	Señal +
B	Señal -
RTD REF	RTD REF
RTD +	RTD +
RTD -	RTD -
RTD RET	RTD RET
+	Alimentación +
-	Alimentación -

Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

Los terminales del cabezal MVS205 se identifican mediante etiquetas, al igual que los del bloque de terminales MVS de la unidad ROC809 o FloBoss. Se conectan los terminales de la unidad ROC809 o FloBoss a los del MVS remoto: A con A, B con B, “+” con “+” y “-” con “-”.

No se debe invertir la polaridad de los cables de alimentación (+ y -) al realizar la conexión.

5. Se conecta la unidad remota MVS a una toma de tierra adecuada conforme a la normativa vigente. Hay dos medios de conectar a tierra la unidad: interno y externo.

Todas las conexiones a tierra deben tener una barra o red de puesta a tierra con una impedancia de 25 ohmios como máximo, medida con un comprobador de sistemas de conexión a tierra. El conductor de conexión a tierra debe tener una resistencia de 1 ohmio como máximo entre el terminal de tierra del cabezal del sensor MVS205 y la barra o red de conexión a tierra.

Para evitar los efectos perjudiciales de los rayos, se instala un supresor de subidas de tensión en el interruptor de red de la alimentación de tensión CC.

6. Se utiliza un RTD externo de tres o cuatro cables para detectar la temperatura del proceso. El sensor RTD se conecta directamente a la placa de circuitos de interfaz del sensor MVS205. Para la conexión, se utiliza un conjunto de cables RTD independiente.

7. Una vez colocados los tapones terminales, y tras haber situado y ajustado las pinzas de la cubierta en su posición, el sensor MVS205 se puede poner en servicio.

8. Para retirar del servicio el sensor MVS205, se debe desconectar la alimentación y, a continuación, todas las conexiones de cables externos. Se aísla la unidad del gas del proceso y se ventila los conductos de conexión. Por último, se desmonta el sensor del soporte tubular o de la placa perforada.

2.4. MODULOS ENTRADA RTD

El módulo de RTD supervisa la señal de la temperatura de una fuente de RTD.

El módulo puede acomodar la entrada de dos, tres, o la fuente de cuatro cables de RTD.

El elemento activo de una punta de prueba de RTD es una precisión, resistor temperatura-dependiente, hecho de una aleación del platino. El resistor tiene un coeficiente positivo fiable de la temperatura, significando sus aumentos de la resistencia con temperatura.

Los trabajos del módulo de entrada de RTD dando una corriente constante pequeña a la punta de prueba de RTD y midiendo la caída de voltaje a través de ella. De acuerdo con la curva del voltaje del RTD, la señal es convertida a la temperatura por los soportes lógicos inalterables de las series ROC800.

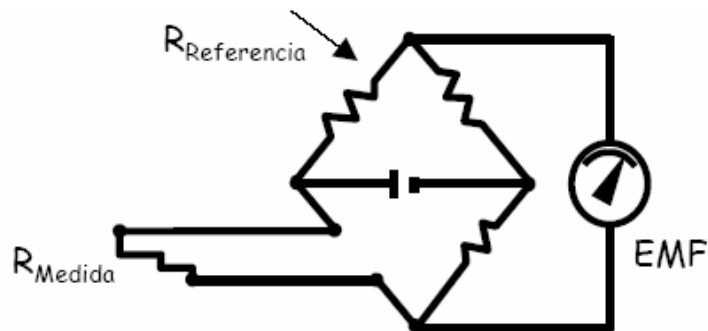
El módulo de entrada de RTD supervisa la señal de la temperatura de un sensor o de la punta de prueba de RTD. Un módulo 16 bits de 2 canales RTD está disponible. El aislamiento del módulo de RTD incluye las conexiones de la fuente de alimentación.

Los módulos de RTD comunican la energía para el trazado de circuito activo de líneas en la placa madre.

2.4.1. Principios de Funcionamiento Módulos

Los metales puros producen un incremento de la resistencia con el incremento de la temperatura, algunos casi de forma lineal. La electrónica sensa los cambios de resistencia con un puente de Wheatstone.

Figura 27. Elemento de 2 hilos.



Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

En la figura 25 se ve afectada por la resistencia de los hilos de conexión y la temperatura ambiente.

Se necesita un material:

- Resistente a la corrosión y ambientes hostiles

- Comportamiento lineal
- Alta sensibilidad
- Estables

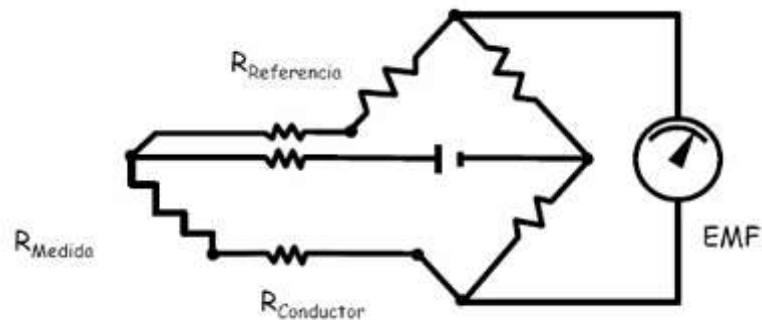
El planito tiene una resistencia de 100 ohms a 0°C. Y es un elemento muy preciso que en teoría mide cambios de temperatura muy bajos (0.00001°C).

Rango: (platino) -200 °C a +500°C

Precisión: 0.2%

PT100: sensibilidad 0.385 ohmios / °C

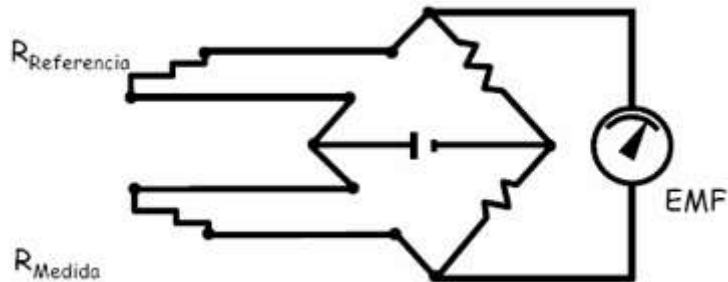
Figura 28. Elemento de 3 hilos



Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

Elemento de 4 hilos (no muy común): Incrementa la precisión. Utilizado solamente en donde se requiere muy alto grado de precisión. Ver figura 27.

Figura 29. Elemento de 4 hilos



Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

2.4.2. Conexión

La temperatura se puede entrar a través de la punta de prueba y del trazado de circuito del detector de la temperatura de la resistencia (RTD). Una punta de prueba de la temperatura de RTD monta directamente a la tubería usando un thermowell.

Se debe proteger los alambres de RTD por una envoltura del metal o por el conducto conectado con una guarnición hermética del conducto.

Los alambres de RTD conectan con los cuatro terminales del tornillo señalados "RTD" en el módulo de RTD. El regulador de ROC809 proporciona las terminaciones para un platino de cuatro cables RTD de 100 ohm.

Una punta de prueba de dos hilos o de tres alambres RTD se puede utilizar en vez de una punta de prueba de cuatro cables; sin embargo, pueden producir los errores de medida debido a la pérdida de la señal en el cableado.

El atar con alambre entre la punta de prueba de RTD y el regulador de ROC809 debe ser alambre blindado, con el protector puesto a tierra solamente en un extremo para prevenir los lazos de tierra. Los lazos de tierra causan errores de la señal de entrada de RTD.

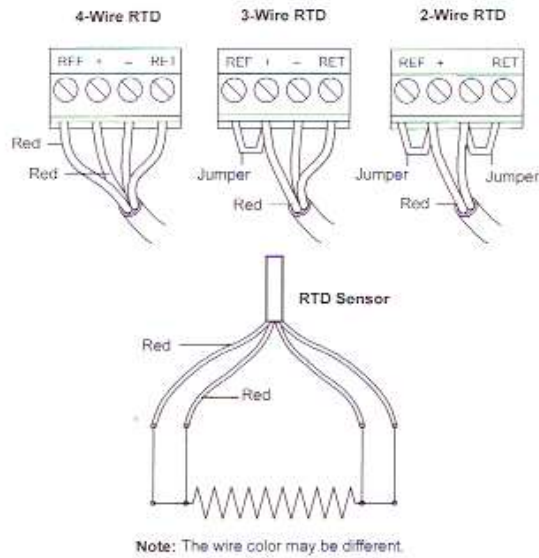
Tabla 4. Encaminamiento de la señal de RTD

Señal	Terminal	Designación
CH1 (REF)	1	Corriente constante +
CH1 (+)	2	V+ RTD
CH1 (-)	3	V- RTD
CH1 (RET)	4	Corriente constante -
No conecta	5	N/A
CH2 (REF)	6	Corriente constante +
CH2 (+)	7	V+ RTD
CH2 (-)	8	V- RTD
CH2 (RET)	9	Corriente constante -
No conecta	10	N/A

Del Autor

Nota: todos los módulos de I/O se aíslan en el lado del campo. Se puede inducir los lazos de tierra intentando campos comunes juntos.

Figura 30. Conexiones del terminal de cableado del sensor RTD



Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

Foto 3. Conexión terminales sensor RTD



Del Autor

2.5. COMPUTADORES DE FLUJO ROC809

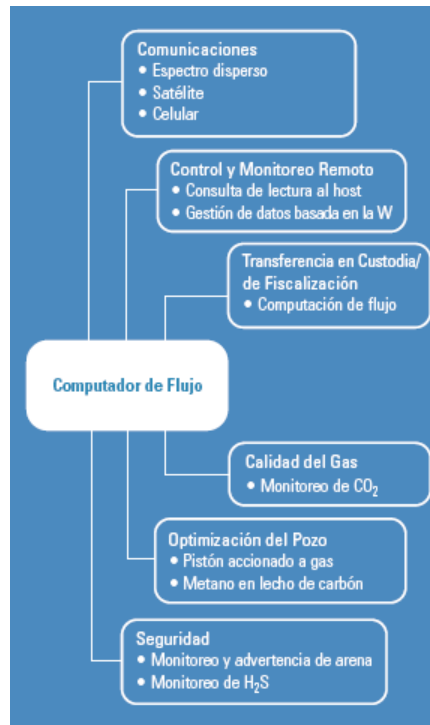
En el desarrollo del diseño se comenzó por determinar principalmente el tipo de comunicaciones, desde todos los puntos de los sensores multivariables hasta la recepción en el cuarto de control donde se instala una caseta en la que se ubica el computador de flujo.

Figura 31. Componentes principales de un computador de flujo.



Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

Figura 32. Evolución de la computación de flujo



Fuente: Seminario en Instrumentación industrial y control automático de procesos. Neiva 2006.

2.5.1. I/O y Comunicaciones

El ROC809 permite hasta seis puertos de comunicación.

Tres puertos de comunicación están incorporados:

- Interfaz Local Del Operador - LOI.
- Ethernet - Comm1.
- EIA-232 (RS-232) - Comm2.

El conector estándar portuario local EIA-232 (RS-232D) del interfaz del operador (LOI) RJ-45 proporciona un acoplamiento directo entre el ROC809 y un ordenador personal. Se pueden instalar hasta tres módulos adicionales de la comunicación para proporcionar los puertos para comunicarse con un ordenador huésped u otros dispositivos. El ROC809 acomoda tres módulos en cualquier combinación de los tipos siguientes:

- EIA-232 (RS-232) para que punto señale comunicaciones seriales asincrónicas.
- EIA-422/EIA-485 (RS-422/RS-485) para las comunicaciones seriales asincrónicas, EIA-422 para el punto al punto, EIA-485 para de varios puntos, 2 y 4-wire.
- Interfaz multi-Variable del sensor (MVS) (hasta dos módulos por unidad de ROC); cada módulo puede comunicarse con hasta seis sensores y puede proporcionar la energía para hasta cinco sensores.
- Módem de marcado manual para las comunicaciones sobre una red de teléfono.

Los módulos óptimamente aislados de I/O se pueden agregar para satisfacer una variedad amplia de los requisitos del campo I/O (máximo de nueve módulos).

Los módulos de I/O incluyen:

- Entradas Análogas (AI).
- Salidas Análogas (AO).
- Entradas Discretas (DI).
- Salidas Discretas (DO).
- Salidas de Relees Digitales (DOR).
- CIERVO Inputs / Outputs.
- Entradas del pulso velocidad alta o baja (del PI)

- Entradas de RTD (RTD).
- Entradas del termopar (T/C) - tipo de J y de K.

2.5.2. Software

Figura 33. Especificaciones ROC809

ROC809 Remote Operations Controller Specifications	
<p>PROCESSOR 32-bit microprocessor based on the Motorola MPC862 Quad Integrated Communications Controller (PowerQUICC™) PowerPC processor running at 50 MHz.</p> <p>PROCESSOR MEMORY Boot Flash: 256 KB for system initialization and diagnostics. Flash: 4 MB for firmware image. SRAM: 1 MB for Historical Data Logs and configuration. Synchronous DRAM: 8 MB for firmware execution and execution memory.</p> <p>I/O MODULES Analog Input-12: Four channels. 12 bits of resolution. Analog Output: Four channels. Discrete Input: Eight channels. Discrete Output: Five channels. Digital Relay Output: Five channels. HART Input/Output: Four channels, each capable of communications with up to five HART devices when in input multi-drop mode. Pulse Input: Two channels – high speed or low speed. User-selectable per channel. RTD Input: Two channels. J and K Type Thermocouple Input: Five channels – User-selectable per channel.</p> <p>EIA-232 (RS-232) PORT ON CPU Type: Single. 57,600 bps Maximum Data Rate.</p> <p>ETHERNET PORT ON CPU Type: 10BASE-T twisted pair. IEEE multi-segment 10 MB/second baseband Ethernet. Maximum Segment: 100 m (330 ft).</p> <p>LOI PORT ON CPU Type: EIA-232D (RS-232D) Standard. 57,600 bps maximum data rate.</p> <p>BOARD TEMPERATURE ACCURACY 1% typical, 2% maximum.</p>	<p>POWER REQUIREMENTS Base system draws 70 mA typical at 12 V dc, or 35 mA Typical at 24 V dc (power module, backplane, and CPU). 12 V dc Module Recommended Voltage Range: 11.5 to 14.5 V dc. 12 V dc Module Maximum Voltage Range: 11.25 to 16 V dc. 24 V dc Module Operating Input Range (+): 20 to 30 V dc.</p> <p>BATTERY BACKUP User-replaceable. Type: Sanyo 3 V CR2430 lithium. Normal Use Life: 10 years while power is applied to unit. Backup Life: 1 year minimum while jumper is disengaged and no power is applied to unit. Shelf Life: 10 years.</p> <p>VOLTAGE MONITOR ACCURACY Typical: 0.75% typical. Maximum: 1%.</p> <p>TIME FUNCTIONS Clock Type: 32 KHz crystal oscillator with regulated supply, battery-backed. Year/Month/Day and Hour/Minute/Second, with Daylight Savings Time control. Clock Accuracy: 0.01%. Watchdog Timer: Hardware monitor expires after 3 seconds and resets the processor.</p> <p>MATERIALS Case: Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Plastic. Wire Channel Covers: Polypropylene Plastic. Modules: Thermoplastic Polyester, solvent-resistant.</p> <p>ENCLOSURE US Government Patent: 6771513.</p> <p>WIRING Size 12 American Wire Gauge (AWG) or smaller for terminal blocks.</p> <p>DIN RAILS Size: 35.</p> <p>DIMENSIONS 241 mm H by 244 mm W by 174 mm D (9.5 in. H by 9.6 in. W by 6.85 in. D), allow an additional 19 mm (0.75 in.) for cables.</p>

Fuente: Archivos PETROBRAS UN-COL DPSU

Un ordenador personal que funciona software de ROCLINK 800 configura el ROC809 y puede extraer datos y supervisar su operación. El software proporciona la seguridad para el acceso que controla a las funciones en software de ROCLINK 800. Las contraseñas restringen la conexión a la comunicación a ROCLINK 800 y al regulador ROC809.

2.6. MANTENIMIENTO

Aunque los controladores programables se han diseñado de una forma que minimizan el mantenimiento y maximizan la operación sin problemas, hay algunos aspectos de mantenimiento que deben tomarse en cuenta, una vez que el sistema se ha instalado y está operando.

Algunas medidas de mantenimiento, si se hacen periódicamente pueden minimizar las posibilidades de un mal funcionamiento del sistema.

2.6.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento del sistema incluye solamente algunos procedimientos básicos que pueden reducir la posibilidad de falla de los componentes del sistema. Sin embargo, dependiendo del ambiente en el cual está ubicado el computador de flujo, el mantenimiento preventivo requerido puede ser más frecuente en unos sitios que en otros. Las siguientes medidas preventivas deben ser tomadas en cuenta:

2.6.1.1 Tablero cuarto control

Se realiza bajo rutina de limpieza de tableros de control ubicados en el cuarto de control de la estación RC3.

Las siguientes medidas preventivas deben ser tomadas en cuenta:

- Cualquier filtro que haya sido instalado en el armario debe limpiarse o reemplazarse periódicamente. Esta práctica puede asegurar que una circulación de aire limpio esté presente dentro del armario.
El mantenimiento del filtro no se debe hacer hasta que el mantenimiento de la máquina no se haga, pero debe ser verificado periódicamente con una frecuencia que depende de la cantidad de polvo que haya en el área.
El personal técnico eléctrico del campo RC3, podrá realizar la respectiva limpieza del filtro bajo la orden de inspección de tableros eléctricos, esta rutina se realizara con una periodicidad semanal.
- No se debe permitir que el polvo se acumule sobre los componentes del computador de flujo. Si se deja que el polvo se deposite en los sitios donde se produce calor, esto puede causar un mal funcionamiento del sistema.
Se debe dejar cerrada la puerta del tablero eléctrico, y realizar inspección semanal de esto.
- Las conexiones de los módulos de E/S deben ser verificadas periódicamente para asegurar que todos los conectores, bases, terminales desnudos y las conexiones del módulo están haciendo buenos contactos, y que el módulo esté instalado seguramente. Este tipo de chequeo debe ser realizado en situaciones en las cuales el sistema PC está localizado en áreas que experimentan vibración constante que puede aflojar las conexiones de los terminales.

- Debe tenerse cuidado de no ubicar un equipo productor de ruido muy cerca del computador de flujo. Mayor a 106 Decibeles.
- El personal que hace el mantenimiento de los equipos debe estar seguro de que los artículos innecesarios sean mantenidos lejos del interior del equipo en el armario.

2.6.1.2 Sensor multivariable MVS-205.

Se creo el plan de mantenimiento preventivo 4053, con tiempo de ejecución, semestral y anual, sujeto a lanzamiento bajo rutina de tiempo.

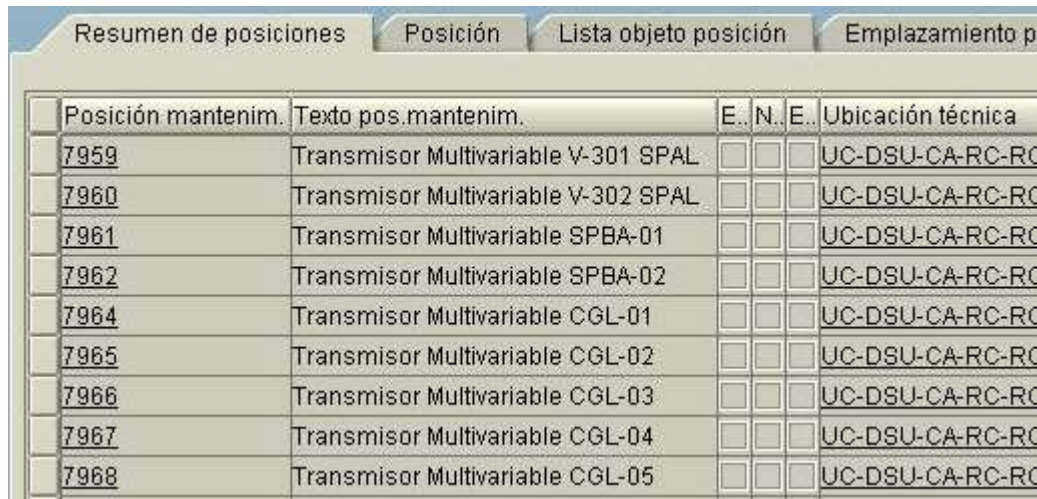
Figura 34. Plan mantenimiento preventivo 4053

Ciclo	Unidad	Texto ciclo mantenimiento	Offset
6 MES		Mantenimiento Semestral	0
12 MES		Mantenimiento Anual	0

Del Autor

Ubicando cada uno de los equipos montados en el sistema en una sola rutina de mantenimiento.

Figura 35. Sensores en plan mantenimiento 4053.



Resumen de posiciones	Posición	Lista objeto posición	Emplazamiento p
Posición mantenim.	Texto pos.mantenim.	E.. N.. E..	Ubicación técnica
7959	Transmisor Multivariable V-301 SPAL	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UC-DSU-CA-RC-RC
7960	Transmisor Multivariable V-302 SPAL	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UC-DSU-CA-RC-RC
7961	Transmisor Multivariable SPBA-01	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UC-DSU-CA-RC-RC
7962	Transmisor Multivariable SPBA-02	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UC-DSU-CA-RC-RC
7964	Transmisor Multivariable CGL-01	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UC-DSU-CA-RC-RC
7965	Transmisor Multivariable CGL-02	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UC-DSU-CA-RC-RC
7966	Transmisor Multivariable CGL-03	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UC-DSU-CA-RC-RC
7967	Transmisor Multivariable CGL-04	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UC-DSU-CA-RC-RC
7968	Transmisor Multivariable CGL-05	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UC-DSU-CA-RC-RC

Del Autor

A los equipos se les desarrollo una rutina de mantenimiento, verificando y teniendo en cuenta las condiciones de cada uno de los sensores en el puesto de trabajo y generalizando las actividades que realizan los equipos padres, en la estación.

Se toman unas hojas de ruta de operaciones de mantenimiento basado en los instrumentos del campo, se toman algunas rutinas se genera la hoja de ruta 1114 para los sensores multivariables FISHER MVS205.

A continuación en la figura siguiente nos muestra las operaciones descritas como instrucción para el mantenimiento preventivo de los sensores. (Figura 36).

Figura 36. Hoja de ruta 1114 (Plan 4053)

GrHRuta 1114 Mantenimiento Transmisores Multivariable ContGrpoHR 1							
Resumen general operación							
Op.	SOp	PuesTrab	Ce.	Ctrl	Descripción operación	T.	Tbjo.
0010		INST	B012	PM01	Diligenciar Los Respectivos Permisos De	<input checked="" type="checkbox"/>	
0020		INST	B012	PM01	Coordinar Con Operador Aislamiento De La	<input checked="" type="checkbox"/>	
0030		INST	B012	PM01	Desmontar Transmisor Multivariable	<input type="checkbox"/>	
0040		INST	B012	PM01	Montaje Banco Calibración Equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	
0050		INST	B012	PM01	Prueba Condiciones Técnicas Operacionale	<input checked="" type="checkbox"/>	
0060		INST	B012	PM01	Calibración Transmisor Multivariable	<input type="checkbox"/>	
0070		INST	B012	PM01	Limpieza Transmisor Multivariable	<input type="checkbox"/>	
0080		INST	B012	PM01	Actualizar Placa De Calibración	<input type="checkbox"/>	
0090		INST	B012	PM01	Montar Transmisor Multivariable	<input type="checkbox"/>	
0100		INST	B012	PM01	Realizar Pruebas Funcionales	<input type="checkbox"/>	
0110		INST	B012	PM01	Aceptación Operador De Estación	<input type="checkbox"/>	
0120		INST	B012	PM01	Limpieza Del Area De Trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>	
0130		INST	B012	PM01	Permisos De Trabajo	<input type="checkbox"/>	1,0
0140		INST	B012	PM01	Retiro De Materiales	<input type="checkbox"/>	1,0
0150		INST	B012	PM01	Transporte	<input type="checkbox"/>	2,0
0160		INST	B012	PM01	Ejecución de OT Herramienta en mano	<input type="checkbox"/>	6,0
0170		INST	B012	PM01	Cierre De La Orden De Trabajo	<input type="checkbox"/>	0,4

Del Autor

Se crearon 17 operaciones como instrucciones para el mantenimiento de los sensores multivariables, con un tiempo de mantenimiento planeado de 10 hrs con dos personas.

De las operaciones técnicas están.

Operación 0030: *Desmontar Transmisor Multivariable*, para esta operación el técnico instrumentista deberá verificar que el equipo padre (Equipo determinado para medición) este debidamente aislado, mecánica, eléctrica y operativamente si es necesario, para poder realizarlo, paso siguiente, deberá demarcar el sitio de trabajo y instalar tarjeta de señalización de “equipo fuera de servicio”.

Operación 0040: *Montaje Banco Calibración Equipo*, Una vez se tiene el sensor, se deberá llevar al banco de pruebas y mantenimiento de instrumentos, ubicado en el taller de instrumentación del campo RC3.

Operación 0050: *Prueba Condiciones Técnicas Operacionales*, En esta operación se verifica las condiciones externas e internas del sensor, se verifica el conexionado de los cables, las condiciones de la carcasa protectora, determinación de conectividad entre el cableado, estado de conectores.

Operación 0060: *Calibración Transmisor Multivariable*, Para esta operación se requiere conocer por parte del operador de estación si las condiciones del transmisor se han ido variando, se determina mediante conceptos promedios de operación por parte del personal de confiabilidad y disponibilidad del campo.

Para calibrar el sensor utilizamos el comunicador interfase variable de campo Hart 375 o el FLUKE 744, determinamos valores en cada una de las variables y visualizamos en el display del equipo verificando que correctamente la lectura es la debida.

3. ESTUDIO ECONÓMICO

En esta etapa se presenta en análisis presupuestal para la implementación del proyecto, del cual la empresa analiza los factores de inversión que van a redundar en mayor productividad.

Dentro de la propuesta se presentan las siguientes cifras como objeto de estudio

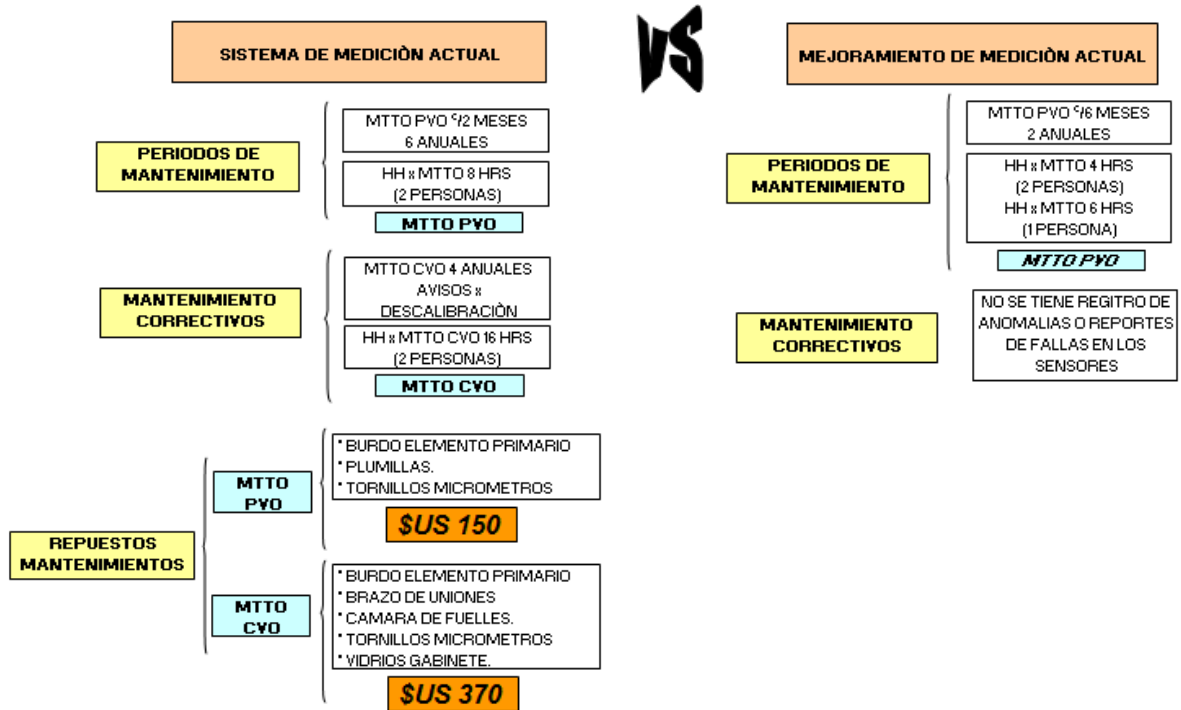
- Ingeniería de detalle.
- Reporte manejo del programa.
- Prealistamiento, alistamiento y pruebas.

Estos valores son ajenos al costo de materiales y de software, es decir no se puede entrar en detalle de todas las especificaciones del contrato.

A partir de esto se evidencia que PETROBRAS invierte en procedimientos de mejora, buscando la efectividad en los procesos productivos.

Sin embargo, es importante aclarar que estas cifras fueron estudiadas y que los costos se presentan de manera general, ya que esto se considera información confidencial de la empresa

Figura 37. Comparación Sistema Medición Actual & Mejorado



Del Autor

Tabla 5. Cuadro Económico.

MATERIAL	DESCRIPCION BREVE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
NA	Sistema Medición de gas Río Ceibas	1	\$ 90.374.970	\$ 90.374.970
30417	Transmisor, Multivariable	11	\$ 4.700.209	\$ 51.702.299
NA	Ingeniería de detalle	1	\$ 28.989.000	\$ 28.989.000
30712	Indicador de temperatura RTD	11	\$ 1.863.146	\$ 20.494.606
30718	Programa Delta V	1	\$ 47.202.747	\$ 47.202.747
30931	Computador de Flujo	1	\$ 13.288.736	\$ 13.288.736
30717	Reporte manejo programa	1	\$ 3.252.788	\$ 3.252.788
NA	Personal diario presupuesto mano de obra	90	\$ 1.600.000	\$ 144.000.000
23580	Prealistamiento, alistamiento y pruebas	1	\$ 5.456.000	\$ 5.456.000
			TOTAL	\$ 404.761.146
			total sass	\$ 181.697.788

4. CONCLUSIONES

- Al finalizar el proyecto podemos decir que la viabilidad será a corto tiempo, y que la confiabilidad aumenta a medida que los operadores conozcan más el nuevo sistema de medición.
- El factor de campo aumento los últimos 4 meses un 15%, es decir la tasa de perdidas disminuye.
Esto a raíz que sin el mejoramiento del sistema de medición se presentaba un factor de campo de 0.65% subiendo a un aproximado 0.81% donde 1 es el factor ideal requerido por el ministerio de energía.
- La tecnología de flujo ROC 809 en donde se conectan las señales de los sensores MVS205 permiten tener una base de memoria donde se puede llevar un historial diario, mensual y anual de la operación y el manejo del gas permitiendo impresiones y visualización de los registros.
- La información se aprecia en tiempo real.
- La aplicación de la nueva mejora en automatización en el sistema de medición de gas demuestra que las propuestas, permiten innovar los procesos operativos, haciéndolos mas eficaces para una mayor productividad.
Es decir, que mejorando los sistemas de control, medición y las formas de trabajo, sin mucha intervención humana aumentan los recursos físicos y lo más importante los económicos.
- Ahora tenemos un sistema confiable, preciso y controlable, dándole un poco mas de libertad en el control y supervisión del mismo.

- Para el final del proyecto podemos concluir que el sistema es viable ya que esta supliendo una necesidad de la empresa en el mejoramiento del sistema de medición que era crítico e indispensable.
- Para nosotros es un logro profesional porque resolvimos un problema industrial dándole credibilidad a nuestra profesión, dándole iniciativa y carácter a la ingeniería mecatrónica.

5. GLOSARIO

- **EQUIPO:** de acuerdo a la norma 62 de la Guía Técnica Colombiana del ICONTEC, es “la unidad compleja, de orden superior, integrada por conjuntos, componentes y piezas, agrupadas para formar un sistema funcional”.
- **EQUIPO CRÍTICO:** es el equipo cuya falla detendrá el proceso de producción o pondrá en riesgo vidas humanas y la seguridad industrial de la planta, cuyo mantenimiento debe ser priorizado.
- **EQUIPO DE RESERVA:** de acuerdo al ICONTEC, Guía Técnica Colombiana 62, es “la calificación de un sistema operacional paralelo, define el elemento listo para ser utilizado, permanentemente en situación de parada, en espera de que se produzca la avería de otra entidad en mantenimiento”.
- **INSPECCIÓN O MANTENIMIENTO DE RUTINA:** asistencia determinada por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, realizado normalmente utilizando los sentidos humanos y sin causar la indisponibilidad del equipo. Esta diligencia puede ser desarrollada por los operarios, a partir de la programación hecha por el departamento de mantenimiento.
- **ITEM:** es el sistema que se analiza, un producto completo o un elemento del sistema, el cual tiene dos posibilidades: que funcione o que no funcione.
- **IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO:** La importancia del mantenimiento en la industria radica en:
 - Asegura la disponibilidad de los equipos.

- Apoya el aseguramiento de la calidad.
- Maximiza la productividad de la inversión, en función de:
 - Tiempo productivo y vida útil.
 - Garantía de la producción.
 - Seguridad de servicios y defensa del capital.
 - Controla las eficiencias de la empresa, y hace conciencia de que el planeamiento y la organización son los medios más efectivos de lograrlo.
 - Ahorro de energía.
- **MANTENIBILIDAD:** la mantenibilidad es la probabilidad de poder realizar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación precisado y bajo las condiciones planeadas, en otras palabras es el tiempo promedio necesario para reparar un ítem.

La mantenibilidad está definida en la norma GTC 62, del ICONTEC, esta definida en términos de:

“... en unas condiciones dadas de utilización, la aptitud de un dispositivo para ser mantenido o reestablecido al estado en el que pueda cumplir su función requerida, cuando el mantenimiento se cumple en las condiciones dadas, con los procedimientos y medios prescritos”.

- **MANTENIMIENTO:** de acuerdo a la definición del Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC), el mantenimiento esta definido como “el conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar, o restituir un elemento a las condiciones que le permitan desarrollar su función”.

- **MANTENIMIENTO POR AVERIA O CORRECTIVO:** “mantenimiento efectuado a una entidad cuando la avería ya se ha producido, restituyéndole a una condición admisible de utilización.

El mantenimiento puede, o no, estar planificado”, teniendo en cuenta la norma GTC 62 del ICONTEC.

Entre los problemas fundamentales del mantenimiento correctivo están que las reparaciones se hacen en ocasiones de prisa y en malas condiciones, los recambios “bajo pedido” y se corre el riesgo de sufrir accidentes.

- **MANTENIMIENTO PLANIFICADO:** “mantenimiento organizado y efectuado con previsión, control” y uso de registros usados para el cumplimiento de un procedimiento determinado.

Funciones del Mantenimiento Planificado:

- Evaluar la situación actual del equipo.
 - Eliminar deterioro y corregir debilidades.
 - Desarrollar un sistema de gestión de información, un plan de mantenimiento periódico y un sistema de mantenimiento predictivo.
 - Evaluar el sistema de mantenimiento planificado.
- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP):** de acuerdo con el INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, GTC 62 es un:

“...Mantenimiento que consiste en realizar ciertas reparaciones, o cambios de componentes o piezas según intervalos de tiempo, o según determinados criterios, prefijados para reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una entidad. Siempre se debe planificar”.

Se trata de operaciones como reparaciones o cambios de elementos o piezas, que se realizan a determinados intervalos de tiempo, para evitar que se produzcan fallos en un equipo, con el fin de aumentar su confiabilidad y su vida eficaz al mínimo costo, además de minimizar la degradación del funcionamiento del equipo.

En una etapa más avanzada, se incluyen otras gestiones repetitivas de mantenimiento, como lubricación, pintura, y limpieza, además del uso de equipo protector para la planta y los trabajadores.

Este tipo de mantenimiento no solo tiene que ver con la preservación, calidad y economía, si no que su aplicación implica dentro de una empresa todo un sistema de ordenamiento, que aporta muchos beneficios tanto a nivel de planta como administrativo, mediante el desarrollo de recursos como órdenes de trabajo, la planeación de las reparaciones y el tiempo de ejecución de estas, la elaboración de un mejor control de inventarios y manejo de almacenes de manera económica.

Todos estos beneficios que se podrían adquirir mediante el mantenimiento preventivo toman tiempo si se arranca desde cero, ya que implica una planeación muy detallada y un conocimiento minucioso de la planta.

- **ORDEN DE TRABAJO:** “instrucción escrita, la cual, define el trabajo que debe llevarse a cabo por la organización del mantenimiento” de acuerdo con ICONTEC, GTC 62; específica de la tarea a realizar, que incluye detalles de las refacciones, personal, herramientas, etc., a ser realizadas por la organización de mantenimiento.

- **PLAN DE MANTENIMIENTO:** técnica detallada de las actividades y tareas de mantenimiento que requiere un ítem, incluyendo los intervalos con que deben efectuarse.
- **SISTEMA OPERACIONAL:** equipos para ejecutar un oficio determinado dentro de una instalación industrial o de cualquier naturaleza.
- **SOLICITUD DE TRABAJO:** “documento en el que se solicita la realización de un determinado trabajo o que indica la existencia de una condición no admisible o anormal para su corrección” teniendo en cuenta lo enunciado por la norma GTC 62 del ICONTEC.
- **UNIDAD DE PROCESO O SERVICIO:** conjunto de sistemas operacionales para la generación de un producto final o servicio, requerido por los clientes de una organización.

6. BIBLIOGRAFIA

Manual de Operaciones Estación RC3 Campo Río Ceibas, Capitulo 3.

**Seminario en instrumentación industrial y control automatico de procesos.
EFIC. Neiva 2006**

**Archivos Eléctronicos de Petrobras. Presencia Internacional.
Archivos Internos.**

Sensor Multivariable MVS205 (versión ATX), Datasheet)

FLUKE 744, Documenting Process Calibrator, Manual de operación.

7. ANEXOS

7.1 FORMATO PRUEBAS VERIFICACIÓN

ENTRADA GAS POZO RC 001

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO		
1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.		
	SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTATICA	TAG: UT65003022
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2257754
RANGO CALIBRACION: 14.2 - 114.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 114.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	39.2	64.2	89.2	114.2	89.2	64.2	39.2	14.2
Medido	14.21	39.09	64.32	89.15	114.19	89.15	64.32	39.09	14.21
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

ENTRADA GAS POZO RC 001

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENC	TAG: UT65003022
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2257754
RANGO CALIBRACION: 0 - 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 250		INH20

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.13	62.53	124.95	187.52	249.9	187.52	124.9	62.53	0.13
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

ENTRADA GAS POZO RC 001

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--


Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65003022
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2257754
RANGO CALIBRACION: 0 - 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	-0.1	49.9	99.94	149.8	199.8	149.8	99.94	49.95	-0.1
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

SEPARADOR DE PRODUCCION V - 301

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65003011
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2257750
RANGO CALIBRACION: 0 - 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.19	50.04	100.01	149.9	199.9	149.9	100.01	50.10	0.09
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRODUCCION V - 301

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65003011
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2257750
RANGO CALIBRACION: 14.2 – 114.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 114.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	39.2	64.2	89.2	114.2	89.2	64.2	39.2	14.2
Medido	14.21	39.09	64.3	89.15	114.19	89.15	64.32	39.09	14.21
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRODUCCION V - 301

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENC	TAG: UT65003011
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2257750
RANGO CALIBRACION: 0 - 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 250		INH2O

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.13	62.53	124.9	187.52	249.9	187.52	124.9	62.53	0.14
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRODUCCION V - 302

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENC	TAG: UT65003021
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2266844
RANGO CALIBRACION: 0 - 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 250		INH2O

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	-0.07	62.6	125.2	187.5	249.9	187.5	125.1	62.6	-0.05
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRODUCCION V - 302

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---


Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65003021
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2266844
RANGO CALIBRACION: 14.2 – 114.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 114.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	39.2	64.2	89.2	114.2	89.2	64.2	39.2	14.2
Medido	14.19	39.39	64.44	89.45	114.6	89.45	64.42	39.38	14.2
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRODUCCION V - 302

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---


Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65003021
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2266844
RANGO CALIBRACION: 0 - 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.007	49.95	99.92	149.85	199.63	149.87	99.92	49.9	0.05
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRUEBA V - 303

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---


Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65003031
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2258880
RANGO CALIBRACION: 0 - 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.29	50.12	99.94	150.1	200.3	150.13	99.94	50.4	0.29
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRUEBA V - 303

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---


Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65003031
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2258880
RANGO CALIBRACION: 14.2 – 114.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 114.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	39.2	64.2	89.2	114.2	89.2	64.2	39.2	14.2
Medido	14.18	29.19	64.26	89.25	114.27	89.21	64.23	39.19	14.18
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRUEBA V - 303

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENC	TAG: UT65003031
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2258880
RANGO CALIBRACION: 0 - 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 250		INH2O

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.34	62.7	125.6	187.51	249.86	187.52	125.55	62.7	0.29
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRUEBA V - 304

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---


Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENC	TAG: UT65003041
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2261783
RANGO CALIBRACION: 0 - 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 250		INH2O

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.59	62.61	125.32	187.54	249.8	187.5	125.23	62.6	0.45
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRUEBA V - 304

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---


Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65003041
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2261783
RANGO CALIBRACION: 14.2 – 114.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 114.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.32	39.2	64.2	89.2	114.2	89.2	64.2	39.2	14.2
Medido	14.1	39.13	64.27	89.21	114.2	89.23	64.27	39.13	14.1
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

SEPARADOR DE PRUEBA V - 304

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65003041
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2261783
RANGO CALIBRACION: 0 - 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.14	49.94	99.66	150.04	200.02	150.04	99.66	49.94	0.14
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

GAS CONSUMO

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65001131
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2258584
RANGO CALIBRACION: 0 - 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 - 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.1	50.01	100.24	150.01	199.93	150.01	100.23	50.01	0.1
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

GAS CONSUMO

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENC	TAG: UT65001131
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2258584
RANGO CALIBRACION: 0 - 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 250		INH2O

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.34	62.63	125.1	187.59	250.19	187.57	125.1	62.58	0.24
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

GAS CONSUMO

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65001131
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2258584
RANGO CALIBRACION: 14.2 – 114.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 114.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	39.2	64.2	89.2	114.2	89.2	64.2	39.2	14.2
Medido	14.23	39.18	64.15	89.13	114.24	89.16	64.17	39.19	14.23
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N 1

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--


Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENC	TAG: UT65000011
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2180811
RANGO CALIBRACION: 0 - 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 250		INH2O

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.01	62.50	124.98	187.6	249.9	187.54	124.99	62.50	0.01
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

COMPRESOR. N1

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65000011
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2180811
RANGO CALIBRACION: 14.2 - 1514.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 1514.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	389.2	764.2	1139.2	1514.2	1139.2	764.2	389.2	14.2
Medido	14.07	389.7	763.37	1140.3	1516.6	1140.4	763.4	389.71	14.1
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

COMPRESOR. N1

<p>PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO</p> <p>1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)</p> <p>2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.</p> <p>3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.</p> <p>4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.</p> <p>5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.</p>
--

 <p>SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>	<p>FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS</p>
---	---

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65000011
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2180811
RANGO CALIBRACION: 0 – 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.1	50.02	100.03	150.08	199.93	150.08	100.02	50.06	0.1
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

COMPRESOR. N2

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENCIAL	TAG: UT65000021
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2192817
RANGO CALIBRACION: 0 – 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 250		INH2O

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.11	62.58	125.17	187.57	250.01	187.5	125.16	62.58	0.11
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N2

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65000021
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2192817
RANGO CALIBRACION: 14.2 – 1514.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 1514.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	389.2	764.2	1139.2	1514.2	1139.2	764.2	389.2	14.2
Medido	14.5	386.93	764.61	1138.78	1515.1	1138.87	764.5	387.5	14.34
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N2

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--


Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65000021
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2192817
RANGO CALIBRACION: 0 – 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.14	50.10	99.9	150.01	199.88	149.98	99.9	50.10	0.12
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

COMPRESOR. N3

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65000031
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2159985
RANGO CALIBRACION: 0 – 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.10	49.85	100.02	150.0	200.25	150.01	100.01	49.98	0.11
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N3

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65000031
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2159985
RANGO CALIBRACION: 14.2 – 1514.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 1514.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	389.2	764.2	1139.2	1514.2	1139.2	764.2	389.2	14.2
Medido	14.23	389.67	763.42	1138.51	1514.13	1138.45	763.54	389.4	14.31
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N3

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENCIAL	TAG: UT65000031
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2159985
RANGO CALIBRACION: 0 – 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 250		INH2O

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.02	62.49	125.23	187.58	250.01	187.56	125.23	62.49	0.02
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N4

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65000041
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2156605
RANGO CALIBRACION: 14.2 – 1514.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 1514.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	389.2	764.2	1139.2	1514.2	1139.2	764.2	389.2	14.2
Medido	14.02	389.03	764.34	1138.79	1514.51	1138.78	764.23	389.02	14.12
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

<p>REALIZO:</p> <p>JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.</p>

COMPRESOR. N4

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENCIAL	TAG: UT65000041
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2156605
RANGO CALIBRACION: 0 - 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 250		INH2O

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.072	62.48	125.21	187.5	250.07	187.51	125.12	62.45	0.03
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N4

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO

1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)
2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.
3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.
4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.
5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65000041
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2156605
RANGO CALIBRACION: 0 – 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 200		GRADOS FAHRENHEIT


Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.1	50.06	100.09	150.14	199.99	150.12	99.96	50.07	0.12
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO:

JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ
Ingeniero en confiabilidad
SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N5

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	TEMPERATURA	TAG: UT65000051
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2193930
RANGO CALIBRACION: 0 – 200		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 200		GRADOS FAHRENHEIT

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	50	100	150	200	150	100	50	0
Medido	0.12	49.99	99.98	150.03	200.12	149.99	99.97	49.99	0.12
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N5

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO

1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica)
2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración.
3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable.
4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación.
5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN DIFERENCIAL	TAG: UT65000051
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2193930
RANGO CALIBRACION: 0 – 250		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 0 – 250		INH2O


Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	0	62.5	125	187.5	250	187.5	125	62.5	0
Medido	0.01	62.51	124.99	187.48	250.07	187.6	124.98	62.45	0.03
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO:

JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ
Ingeniero en confiabilidad
SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

COMPRESOR. N5

PROCEDIMIENTO VERIFICACION Y CALIBRACION MVS REMOTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación de calibración actual contra patrón. (Si aplica) 2. Evaluar criterio de aceptación. Si no se acepta, es necesario realizar calibración. 3. Realizar calibración de la variable en sensor multivariable. 4. Verificación de la calibración. Evaluar criterio de aceptación. 5. Se debe calibrar la variable hasta que el criterio de aceptación se valide.

 SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.	FORMATO VERIFICACION Y ACEPTACION CALIBRACION MVS
--	--

Cliente: PETROBRAS RÍO CEIBAS		Fecha Junio 12 de 2006
Variable	PRESIÓN ESTÁTICA	TAG: UT65000051
Tipo de entrega	En laboratorio	En campo X
IDENTIFICACION		
Equipo: MVS REMOTO 205		S/N: 2193930
RANGO CALIBRACION: 14.2 – 1514.2		UNIDADES:
RANGO VERIFICACION: 14.2 – 1514.2		PSIA

Verificación Variable									
Aplicado									
Medido									
APLICA CALIBRACION: SI: LA VERIFICACION INICIAL NO SE REALIZA YA QUE HACE PARTE DE LABORES DE ARRANQUE DEL SISTEMA									
Verificación Variable luego de la calibración									
Aplicado	14.2	389.2	764.2	1139.2	1514.2	1139.2	764.2	389.2	14.2
Medido	14.57	389.2	764.43	1138.9	1515.1	1138.9	764.46	389.1	14.43
Criterio de aceptación: 0.25 % LECTURA DE PLENA ESCALA									

REALIZO: JAVIER MAURICIO MADRIGAL RAMIREZ Ingeniero en confiabilidad SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.
