

**PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO (PGM) PARA ESTACIONES COM-
PRESORAS DE GAS NATURAL**

MIGUEL ANGEL ARIAS COPETE

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA
2006**

PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO (PGM) PARA ESTACIONES COMPRESORAS DE GAS NATURAL

MIGUEL ANGEL ARIAS COPETE

Monografía presentada para optar el título de
Especialista en Ingeniería del Gas

Director de Monografía

ALVARO RUIZ RODRIGUEZ
Ingeniero de Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA**

2006

AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo y colaboración recibida, agradezco a:

La Universidad Industrial de Santander

La Escuela de Ingeniería de Petróleos

Ingeniero Álvaro Ruiz (Director de Monografía)

Uniwhale de Colombia E.U.

A Dios, mis Padres, mi Esposa, mis hermosos Hijos
y el resto de mi familia por el gran apoyo
que me dieron para culminar todos mis
logros profesionales y mis metas.

MIGUEL ANGEL

RESUMEN

TÍTULO: MANUAL DE OPERACIÓN GENERAL PARA ESTACIONES COMPRESORAS DE GAS NATURAL*

AUTOR: MIGUEL ÁNGEL ARIAS COPETE**

PALABRAS CLAVES: Manual, Operación, Estaciones Compresoras, Gas Natural, Motores Caterpillar, Compresores Ariel, Seguridad.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:

Este Manual de Operación ha sido desarrollado específicamente para ser utilizado como una guía para los operadores de las estaciones compresoras de gas natural con el objeto de realizar la correcta operación de las estaciones compresoras describiendo los principales procedimientos operacionales que se llevan a cabo en la misma.

Se realiza una descripción técnica de las unidades compresoras de las estaciones compresoras de Hato Nuevo, Norean y Vasconia, con el fin de que el operador conozca en su totalidad los equipos presentes y su respectivo funcionamiento.

Se analizan los parámetros de diseño bajo los cuales operan cada una de las estaciones compresoras de gas natural para con ello garantizar el transporte a través de los diferentes gasoductos en todo el país y cumplir con los respectivos destinatarios.

Se enumeran los factores de seguridad a tener en cuenta cuando se necesite arrancar, operar o sacar de operación cualquiera de las estaciones compresoras dependiendo de las condiciones de operación del gasoducto.

Se realiza una descripción clara de los equipos principales que se utilizan en las estaciones compresoras de gas natural.

Se revisan las especificaciones y localización de las válvulas de seguridad en las estaciones compresoras.

Se describen las funciones principales del operador de una estación compresora de gas natural.

* Monografía.

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela Ingeniería de Petróleos. Asesor: Ing. Álvaro Ruiz.

SUMMARY

TITLE: GENERAL MAINTENANCE PROGRAM FOR NATURAL GAS COMPRESSION STATIONS *

AUTHOR: MIGUEL ANGEL ARIAS COPETE**

KEY WORDS: Types of Maintenance, Four cycle motors, Compressors, Instrumentation, Security

DESCRIPTION OF CONTENTS:

The General Program for Maintenance of Natural Gas Compression stations are joint activities that are carried out by the motor compressor, instruments and installations. Its purpose is maximum work efficiency, allowing for a high safety rate, avoiding inevitable and unforeseen stoppages. Adequate maintenance tends to prolong the useful life of the equipment, and will obtain the acceptable rudimentary life of the equipment during more time and to reduce the number of stoppages that can cause serious problems in the flow of gas for the operating company, senders and may overflow into the rest of the country.

The fundamental objectives of the general maintenance program (GPM) are: avoid reduce compression stoppages, diminish the gravity of the unavoidable stoppages of the station and surrounding network, having strict control of each maintenance program, avoiding useless delays that on occasion are traumatic to the gas pipe link and its senders, avoid incidents and increase the safety for the workers, take care of the production equipment in a secure and pre-established manner, to balance the cost of maintenance with profit and ultimately to reach or prolong the useful life of the equipment

* Monographic.

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela Ingeniería de Petróleos. Asesor: Ing. Álvaro Ruiz.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO (PGM)	2
1.1 OBJETIVO DEL PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO	2
1.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO	3
1.2.2 Mantenimiento Predictivo	3
1.2.2.1 Ventajas del Mantenimiento Predictivo	3
1.2.3 Mantenimiento Preventivo	4
1.2.3.1 Ventajas de Mantenimiento Preventivo	5
1.2.3.2 Fases del Mantenimiento Preventivo	5
1.2.4 Mantenimiento correctivo	6
1.2.4.1 No Planificado	6
1.2.4.2 Planificado	6
Mantenimiento programado	

1.2.5	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MOTORES A GAS	7
2.	Esquema de los elementos del motor	8
2.1	Cilindro, pistón, cilindrada, calibre y carrera	8
2.1.1	Punto muerto superior	9
2.1.1.1	Punto muerto inferior	10
2.1.1.2	Carrera	10
2.1.1.3	Tiempo	10
2.1.1.4	MOTOR DE CUATRO TIEMPOS	11
2.2	Admisión	11
2.2.1	Compresión	11
2.2.2	Combustión (expansión)	11
2.2.3	Escape	12
2.2.4	INSPECCIÓN VISUAL DEL EQUIPO	12
	Examinar el motor para ver si hay fugas o conexiones flojas	
2.3	Diariamente Semanal	12

2.3.1	Mensual y bimensual	12
2.3.1.1	Cada seis meses	13
2.3.1.2		15
	Anualmente	
2.3.1.3		16
	Cada dos años	
2.3.1.4		17
	Inspección general (overhaul)	
2.3.1.5		18
	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE COMPRESORES	
2.3.1.6		19
	FACTORES INCLUIDOS EN EL RENDIMIENTO VOLUMETRICO REAL	
2.3.1.7		19
	El volumen de desplazamiento	
3.		21
	El espacio muerto	
3.1		22
	COMPONENTES DE UN COMPRESOR	
3.1.1		23
	Actividades del programa general de mantenimiento	
3.1.2		24
	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA INSTRUMENTOS	
3.2		26
	SISTEMA DE MEDICIÓN EQUIPOS USADOS	
3.2.1		27
	Gas succión	
4.		28
	Transmisor de Temperatura (TT 01)	

4.1	Transmisor de Presión (PT 01)	28
4.1.1	Computador de Flujo	28
4.1.1.1	GAS DESCARGA	28
4.1.1.2	Transmisor de Temperatura (TT 02)	30
4.1.1.3	Transmisor de Presión (PT 02)	33
4.2	Spoolpiece y Transductores Ultrásónicos	34
4.2.1	Computador de Flujo	34
4.2.2	GAS COMBUSTIBLE	36
4.2.3	Transmisor de Temperatura (TT 03)	37
4.2.3.1	Transmisor de Presión (PT 03)	38
4.3	Spoolpiece y Transductores Ultrásónicos	38
4.3.1	Computador de Flujo	38
4.3.2	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO OBRAS CIVILES Y ELECTRICAS	41
4.3.3	SEGURIDAD INDUSTRIAL	41
4.3.4		43

COMPRESIÓN A GAS

5.		45
	Procedimientos de paro/etiquetado antes de comenzar el trabajo	
6.	Detección de gas	51
6.1	Apertura de tanques, recipientes y tuberías	52
6.1.1	FACTORES DE RIESGOS EN LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN COMPRESORA DE GAS NATURAL	52
6.1.2	Riesgos físicos	53
6.1.3	Ergonómicos	53
6.2	Riesgos químicos	55
6.2.1	Riesgos biológicos	55
6.2.2	EL RESPONSABLE DE LA SEGURIDAD DEBERÁ TENER EN CUENTA LOS SIGUIENTES PUNTOS EN EL SITIO DE TRABAJO	55
6.2.3	Equipos de protección personal	55
6.2.4	Orden y aseo	56
6.3	Permisos de trabajo	57
6.3.1	CONCLUSIONES	57
6.3.2	RECOMENDACIONES	57

6.3.3 BIBLIOGRAFIA

58

ANEXO

LISTA DE FIGURAS

		pág.
Figura 1.	Esquema de los elementos del motor	8
Figura 2.	Cilindro, piston, cilindrada, calibre y carrera	9
Figura 3.	Esquema general del compresor	22
Figura 4.	Rendimiento volumétrico real	23
Figura 5.	Compresión politrópica	25
Figura 6.	Transmisor de Temperatura (TT 01)	29
Figura 7.	Transmisor de Presión (PT 01)	30
Figura 8.	Spoolpiece y transductores Ultrásónicos	32
Figura 9.	Computador de flujo	33
Figura 10.	Transmisor de Temperatura (TT 02)	34
Figura 11.	Transmisor de Presión (PT 02)	36
Figura 12.	Spoolpiece y Ultrásónico	37
Figura 13.	Computador de flujo	38
Figura 14.	Transmisor de temperatura (TT 03)	39
Figura 15.	Transmisor de Presión (PT 03)	41
Figura 16.	Spoolpiece y transductores Ultrásónicos	42
Figura 17.	Computador de flujo	43
Figura 18.	Instalaciones estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.	45
	Instalaciones eléctricas e hidráulicas estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.	

Figura 19.	Shelter, subestación eléctrica y caseta del cromatógrafo Uniwhale de Colombia E.U.	46
Figura 20.	Malla perimetral de las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.	47
Figura 21.	Almacenamiento de agua en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.	48
Figura 22.	Instalaciones estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.	48
Figura 23.	Instalaciones estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.	49
Figura 24.		50

LISTA DE ANEXOS

		pág.
ANEXO A	PROGRAMA DETALLADO DE MANTENIMIENTO EN UN CUADRO EN EXCEL	62

INTRODUCCION

La función de la estación compresora de gas es, elevar la presión de descarga del fluido en la línea, con el fin de suministrar la energía necesaria para su transporte. Para esto la estación Compresora de gas natural cuenta con una línea de succión donde el fluido inicia su recorrido, pasando luego por unos medidores de flujo computarizados que son los encargados de medir y almacenar minuto a minuto toda la información referente a la corriente de entrada datos de presión, temperatura y caudal. El gas continúa hacia los compresores pasando antes por los scrubbers o filtros de la unidad de compresión, que se encargan de extraer el posible contenido de líquido. Finalmente, el gas sale a una mayor presión por la línea de descarga pasando por los medidores de flujo de esta línea.

La estación debe tener un suministro de potencia para la puesta en marcha de los compresores, un motor por cada compresor, un ventilador para el sistema de enfriamiento, un sistema de válvulas que regulan el paso de gas tanto para el funcionamiento de los compresores como para el sostenimiento de la presión de trabajo deseada, un pequeño compresor para el accionamiento de dichas válvulas, filtros que se encargan de extraer las impurezas que puedan contener el gas para cumplir con los requerimientos del mercado y toda la instrumentación necesaria para el control del proceso.

Además dentro de la estación compresora hay tanques de almacenamiento para los lubricantes y refrigerantes que son utilizados en los motores, y para los condensados drenados en la operación.

1. PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO (PGM)

El programa general de mantenimiento para estaciones compresoras de gas natural es un conjunto de actividades que se llevan a cabo en un motor, compresor, instrumentos e instalaciones, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, con un alto grado de seguridad, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas.

1.1 OBJETIVOS DEL PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO

- Evitar, reducir fallas sobre los bienes de la estación compresora
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paradas de unidades.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

1.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

1.2.2 Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

1.2.2.1 Ventajas del Mantenimiento Predictivo

- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.

- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

1.2 3 Mantenimiento Preventivo

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado - MPP .

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

1.2.3.1 Ventajas del Mantenimiento Preventivo

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

1.2.3.2 Fases del Mantenimiento Preventivo

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.

- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

1.2.4 Mantenimiento correctivo

1.2.4.1 No Planificado

Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no planificadamente, al contrario del caso de Mantenimiento Preventivo.

Esta forma de Mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

El ejemplo de este tipo de Mantenimiento Correctivo No Planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañado.

1.2.4.2 Planificado

El Mantenimiento Correctivo Planificado consiste la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos técnicos necesario para efectuarlo

1.2.5 Mantenimiento programado

Esta denominación cubre el mantenimiento de una serie de compresores pertenecientes a una sola unidad de producción, una planta. Tal planta es sacada de servicio periódicamente, mediante programa y sus equipos sometidos a inspección y reparación, según un programa individual para cada compresor.

Estos síntomas o indicadores, sirven para determinar cuándo es oportuno sacar de servicio un determinado equipo para evitar costosas fallas imprevistas. Este fenómeno dio nacimiento al tipo de mantenimiento denominado preventivo.

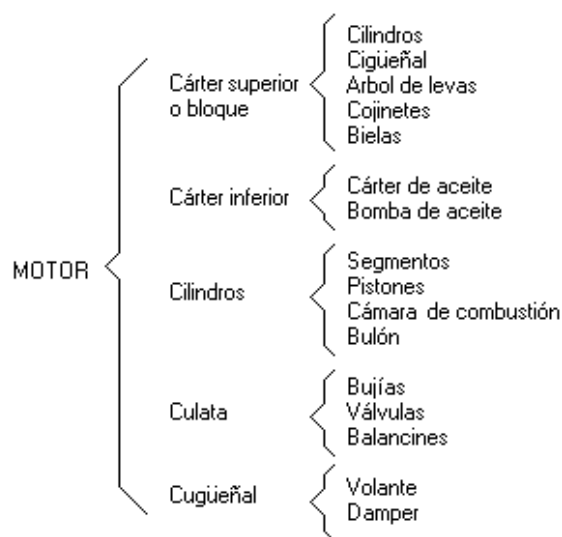
Es necesario anotar que casi todos los tipos de mantenimiento descritos, conllevan algún aspecto preventivo. Las diferencias básicas consisten en que el mantenimiento preventivo, técnicamente establecido, supone una programación que incluye preparación de manuales de inspección, determinación de frecuencias de inspecciones y si éstas han de hacerse con el equipo en funcionamiento o en reposo, así como la conformación y capacitación del grupo de trabajo, aplicación de un control de costos y la optimización de los recursos de repuestos.

2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MOTORES A GAS

Un motor de combustión interna basa su funcionamiento en principios termodinámicos, es una máquina destinada a transformar la energía calórica en energía mecánica (trabajo) En el proceso la mezcla de aire con gas, se quema a muy alta velocidad en la cámara de combustión que está ubicada en la parte superior del cilindro.

2.1 Esquema de los elementos del motor

Figura 1. Esquema de los elementos del motor



Cuadro 1.

Tomada de los manuales generales de Caterpillar

2.1.1 Cilindro, pistón, cilindrada, calibre y carrera

La explosión debe producirse en un punto adecuado del recorrido del pistón, para que la onda expansiva se aproveche al máximo.

La explosión tiene lugar en el cilindro, en el que se desliza un émbolo o pistón que tiene forma de vaso invertido. Sobre su superficie superior actúa la presión de la onda expansiva producida por la explosión.

El pistón ajusta dentro del cilindro con holgura de forma que minimice el rozamiento, pero esto produciría la fuga de gases, para evitarla, en unas hendiduras D de la falda E del pistón (figura 2), se instalan unos semianillos flexibles (acerados) denominados segmentos. Hay dos tipos de segmentos, a saber: de compresión A y B y de engrase C (al primer segmento de compresión A, se suele denominar de fuego). Se suelen colocar dos o tres de compresión y uno o dos de engrase.

Figura 2. Cilindro, pistón, cilindrada, calibre y carrera

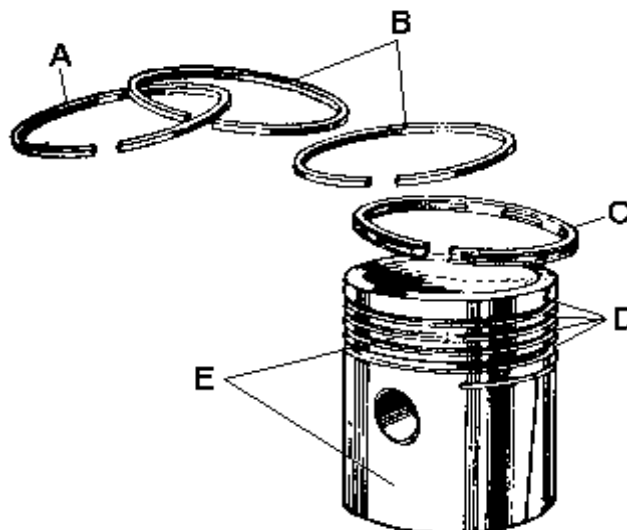


Fig. 2. Detalle de los segmentos y el pistón.

Tomada de los manuales generales de Caterpillar

El pistón se desplaza en el interior del cilindro desde su punto muerto superior (P.M.S.), que es el más elevado que alcanza, al punto muerto inferior (P.M.I.) que es el más bajo de su recorrido. A esa distancia, se denomina carrera. Al diámetro, interior, del cilindro se denomina calibre. Estos datos, se expresan en milímetros.

Esta combustión hace que, al subir la temperatura de los gases, estos se expandan y empujen el pistón o émbolo hacia abajo. Por medio de un mecanismo de biela - manivela, esta última es la unión al cigüeñal, hace que el impulso del pistón sea transmitido y se produzca trabajo mecánico. Para el mejor entendimiento de este funcionamiento existen unos términos básicos que son los siguientes:

2.1.1.1 Punto muerto superior

PMS indica el límite superior del recorrido del pistón dentro del cilindro.

2.1.1.2 Punto muerto inferior

PMI es el punto más bajo del recorrido del pistón dentro del cilindro.

2.1.1.3 Carrera

Es la distancia lineal que recorre el pistón dentro del cilindro, de otra forma, es la distancia que existe entre el PMI y el PMS. Una carrera completa del pistón hacia arriba y otra hacia abajo corresponde a una revolución del cigüeñal.

2.1.1.4 Tiempo

Carrera hacia arriba o hacia abajo del pistón, dentro del cilindro, donde cumple con una función determinada.

2.2 MOTOR DE CUATRO TIEMPOS

Se conoce con este nombre debido a que cada subida y/o bajada del pistón dentro del cilindro corresponde a un tiempo del motor, los cuatro tiempos son: admisión, compresión expansión y escape.

2.2.1 Admisión

El pistón se desplaza desde el PMS hasta el PMI mientras que la mezcla aire combustible entra a la cámara de combustión, gracias a la apertura de la o las válvulas de admisión.

2.2.2 Compresión

Al finalizar la admisión el pistón empieza su recorrido hacia arriba, la válvula de admisión que se encontraba abierta se cierra y debido a que la mezcla no tiene ninguna opción de escape, es comprimida.

2.2.3 Combustión (expansión)

Es también mal llamado explosión, este nombre no se debe dar porque no existe tal, lo que sucede es una ignición progresiva de la mezcla debido a la chispa que se genera por la bujía en los motores a gasolina; gracias a esta combustión los gases generados se expanden y empujan de nuevo el pistón hacia el PMI. En los motores Diesel la combustión no se genera por chispa si no por el alto grado de compresión al que se llega, lo que se traduce en alto grado de temperatura. Este empuje hacia abajo es el que hace girar el cigüeñal.

2.2.4 Escape

Nuevamente el pistón vuelve a su recorrido hacia arriba, empujando los residuos de la combustión que gracias a la apertura de la o las válvulas de escape salen del motor; aquí se inicia el ciclo nuevamente abriendo la válvula de admisión.

2.3 INSPECCIÓN VISUAL DEL EQUIPO

2.3.1 Examinar el motor para ver si hay fugas o conexiones flojas

Se recomienda hacer una inspección alrededor del motor para asegurar que la instalación está limpia y que las fugas son mínimas. Esto debe tomar solamente unos pocos

minutos. Tomando el tiempo para hacer estas comprobaciones se pueden evitar accidentes y reparaciones costosas y el equipo podrá estar listo para funcionar cuando se necesite.

Para que obtenga máxima vida útil de su motor o motores, haga una inspección cuidadosa antes de arrancar el motor.

Examinar:

- Motor
- Sistema de enfriamiento
- Postenfriador y
- Generador (si tiene) para ver si hay tierra o basura.

Vea si hay fugas de aceite o refrigerante, si faltan pernos., si hay correas desgastadas, conexiones flojas o acumulación de basura. Remueva la acumulación de basura y mande a hacer las reparaciones necesarias.

2.3.1.1 Diariamente

- Verifique el nivel de aceite del recipiente o sumidero o cárter, y adicione si es necesario. Al agregar aceite, mientras funciona el grupo motor y compresor, rellenar únicamente hasta la marca del nivel del aceite que el grupo necesita para funcionar. Si se agrega demasiado aceite, vaciar para dejarlo al nivel de la marca de funcionamiento. Si el aceite supera esa marca, no solo se desperdicia aceite sino que además se provoca el atascamiento de los segmentos, exceso

de carbón en las lumbreras, desgaste rápido de los segmentos y cilindros, pérdida de potencia y fugas de aceite por los ejes y sellos de estanqueidad.

- También verifique la calidad del aceite. El aceite debe cambiarse cuando la inspección determine la presencia de residuo o lodo en cantidades de peligro, o dilución, o acidez en exceso.

Nota: si va a cambiar el aceite, debe hacerse inmediatamente después de un periodo de operación, mientras el aceite está aun caliente y fluye libremente. Limpie completamente el sumidero de aceite de la máquina siempre que cambie aceite.

- Comprobar el nivel de aceite en la bomba de lubricación para verificar que el nivel de aceite en el tanque de referencia mantiene el nivel adecuado al funcionar debidamente la válvula de flotador del compartimiento de la bomba de lubricación.
- Observar por las mirillas del lubricador, el chorro de lubricación, para comprobar que cada bomba funciona debidamente.
- Verifique el filtro o filtros de aceite lubricante. Es una excelente idea instalar indicadores de presión en ambos lados del filtro. Cuando la pérdida de presión excede entre diez y doce libras por pulgada cuadrada, los elementos del filtro deben ser cambiados.
- Verifique el nivel de agua en el tanque de balance, si existe. Cuando hay bomba del agua, inspeccione los sellos de la bomba para detectar escapes, o reemplace y empaque de nuevo si es necesario. Si son frecuentes las adiciones de agua, verifique el sistema entero para detectar fugas.

- Verifique el sistema de combustible para detectar escapes.
- Verifique el aceite lubricante del gobernador de la máquina. Adicione o reemplace en caso necesario. Consulte el folleto del gobernador, en la sección del catálogo relacionada con el equipo auxiliar.

2.3.1.2 Semanal

- Verifique y limpie los elementos del filtro de entrada. Esto es necesario a intervalos más frecuentes cuando las condiciones de polvo en el aire son extremas.
- Verifique las chumaceras de cigüeñal y los mecanismos de control con el fin de comprobar que es libre el movimiento de todas las partes.
- Verifique las bujías y calíbreles si es necesario (mantener el entre hierro adecuado). La experiencia permitirá definir si es necesario una rutina semanal. Al utilizar un encendido mediante magneto, ajustar el entrehierro de la bujía en 0.015 pulgadas. Al funcionar con el sistema de encendido mediante descarga del condensador (Altronic o equivalente), ajustar el entrehierro de la bujía a 0.030 pulgadas. El condensador aumenta considerablemente la vida útil de las bujías.
- Verifique la lubricación de chumaceras exteriores, cuando se usan. Consulte el catálogo de equipo auxiliar.
- Verificar la presión de gas combustible y ajustarla, si fuera necesario. Después de ajustar la presión del combustible, para que el grupo motor y compresor fun-

cione normalmente, sólo se tendrá que ajustar de nuevo, si las cargas varían de forma apreciable.

- Desocupar o drenar el líquido acumulado en el tanque volumétrico de gas combustible.
- Verificar el nivel del agua en el radiador o enfriador.

2.3.1.3 Mensual y bimensual

- Entre 1400 y 1600 horas de operación
- Verifique el gobernador y el mecanismo de acople para conocer si hay partes sueltas o gastadas. Drene, sople y complete el nivel con nuevo aceite. Consulte el catálogo del gobernador.
- Verifique y ajuste la tensión del mecanismo de acople y cadenas motrices de sobre - velocidad del gobernador, si es necesario.
- Verifique el engrane de accionamiento del gobernador. También inspeccione los elementos motrices de magneto, y de las bombas de aceite lubricante y agua de enfriamiento. Ajuste la tensión de las cadenas de estos equipos si es necesario.
- Remueva las tapas de cubiertas laterales e inspeccione ejes para detectar levas gastadas. Verifique si hay rodamientos sueltos o gastados o pines de pasadores.

- Remueva las mallas de los respiradores del cárter y limpie completamente con un solvente.
- Remueva las tapas de las válvulas de combustible en la cabeza del cilindro de fuerza y verifique si hay pase de gas de admisión y si las tolerancias en las válvulas son aceptables. Vaciar la cámara de barrido de gases para eliminar el aceite lubricante que se ha acumulado en la cámara.
- Verifique magnetos para confirmar que los tiempos de chispa de bujías son los correctos.
- Revisar filtros de aire, mensual y cada vez que ocurran tormentas intensas que arrastran mucho polvo.
- Revisar el nivel de agua en el sistema de refrigeración y mantener apretado el tapón que impida la salida de la presión. Sustituirlo al presentar fugas.

2.3.1.4 Cada seis meses

- Probar todos los dispositivos de seguridad para verificar que el ajuste y funcionamiento de motor y compresor es adecuado.
- Revisar y sustituir las bujías si fuere necesario.
- Revisar y apretar todas las tuercas, pernos y tornillos que están al descubierto.

- Revisar y limpiar las válvulas del compresor; sustituir las piezas gastadas o rotas.

2.3.1.5 Anualmente

- Sustituir bujías y cables.
- Revisar magneto en un taller autorizado.
- Revisar el regulador y sustituir las piezas gastadas.
- Limpiar e inspeccionar las bombas de lubricación y sustituir las piezas gastadas.
- Limpiar las tapas provistas, de conductos de ventilación del cárter y los depósitos de combustible.
- Limpiar cuidadosamente toda la suciedad acumulada en el radiador y comprobar que no hay fugas.
- Revisar las correas de accionamiento del ventilador del sistema de refrigeración y sustituirlas si están gastadas.
- Desocupar y lavar el cárter.
- Desmontar la culata. Revisar las lumbreras de aspiración y escape y eliminar el carbón depositado en las lumbreras.

- Revisar la empaquetadura a presión, de la barra del pistón del compresor.

2.3.1.6 Cada dos años

- Revisar y si fuera necesario, sustituir los segmentos de los anillos gastados del pistón y limpiar con cuidado el pistón y las ranuras de anillos.
- Revisar y sustituir si es necesario el cojinete de la cruceta.
- Revisar los tubos del enfriador y limpiar la suciedad acumulada.

2.3.1.7 Inspección general (overhaul)

La inspección general de la máquina no se considera del todo necesaria en la medida que la operación de la máquina es normal y satisfactoria, en forma continua. De verdad, un trabajo innecesario, hecho en forma apresurada o en condiciones inapropiadas, frecuentemente resulta en desajustes y otras dificultades de operación que no hubieran aparecido si el motor no se hubiera desmontado.

La inspección general debe considerarse cuando el funcionamiento general de la máquina, según el registro de operación, se ha deteriorado o cuando las condiciones anormales de operación indican su necesidad. Algunos renglones a considerar, a este respecto, son los siguientes: exceso de consumo de aceite lubricante; temperatura de escape anormal o presencia de humo a cargas normales; presión anormal en forma

continua o temperatura Golpeteo u otros ruidos anormales que puedan indicar desgaste o partes sueltas.

En vista de la variedad de condiciones de operación, es imposible predeterminedar el periodo exacto entre inspecciones generales para cualquier instalación o planta en particular. Para máquinas de trabajo liviano u operación intermitente o bajas velocidades de operación, puede pasar un periodo de varios años entre antes de que la inspección total sea necesaria; en caso de trabajo continuo o velocidades de operación más altas, inspecciones más frecuentes serán necesarias. En condiciones extremas de operación, o en casos de utilizarse combustible de calidad deficiente, o lubricantes, o medios de enfriamiento, los trabajos de inspección general pueden ser requeridos a intervalos de duración de menos de un año.

Remueva las cabezas de cilindros y límpielos completamente. Verifique los vástagos de las válvulas, guías y resortes. Pula las cabezas de las válvulas y asientos. Limpie cualquier incrustación o depósitos los cuales pueden aparecer en las entradas y salida de agua de enfriamiento, y en las ventanas de admisión y escape.

Remueva los ensambles de pistón y biela, límpielos completamente e inspecciones para detectar desgaste excesivo o roturas. Verifique las chumaceras de los pasadores para detectar si hay desgaste o falla del babbit. Reemplace las tapas de chumaceras por piezas nuevas en caso que observe la remoción de área de babbit en más de 25% en cada tapa de mitades. Remueva y verifique la adecuada tolerancia de los pines de los pistones. Examine los bujes de los pines de pistones. Verifique con cuidado los pernos de bielas. Reemplace anillos de pistón por anillos nuevos si están desgastados o arqueados (consulte el catálogo respecto a los anillos del motor).

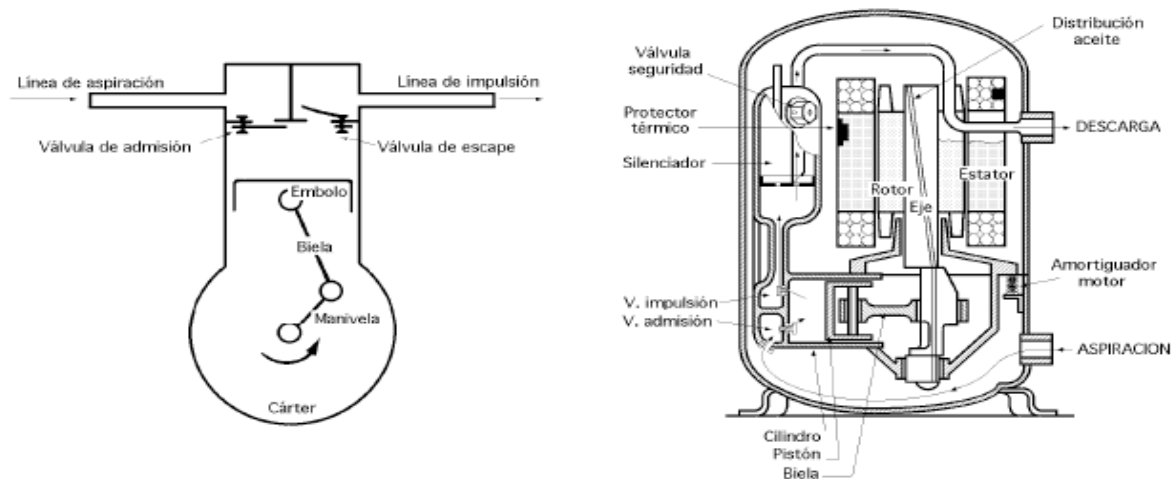
3. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE COMPRESORES

Los compresores son máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión.

En esta última característica precisamente, se distinguen de las soplantes y ventiladores que manejan grandes cantidades de fluidos compresibles (aire por ejemplo) sin modificar sensiblemente su presión, con funciones similares a las bombas de fluidos incompresibles.

Un compresor admite gas o vapor a una presión p_1 dada, descargándolo a una presión p_2 superior, Fig 3.1. La energía necesaria para efectuar este trabajo la proporciona un motor eléctrico o una turbina de vapor.

Figura 3. Esquema general del compresor



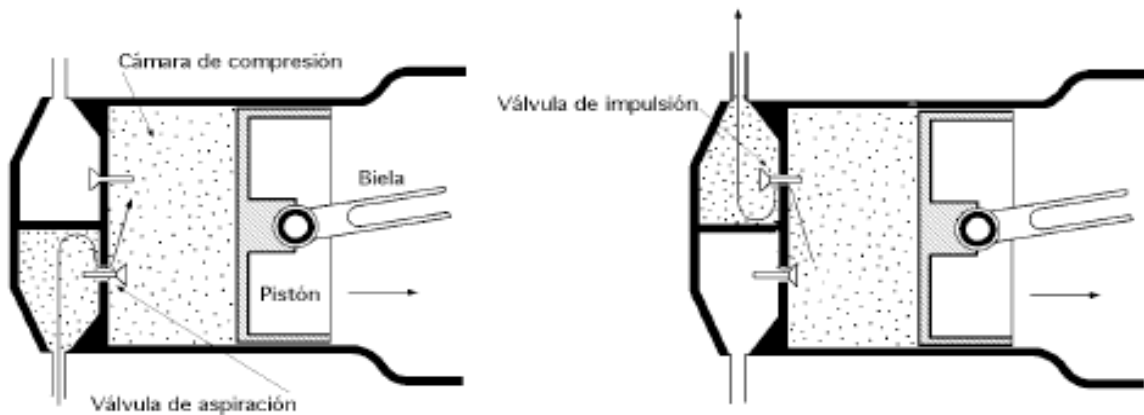
Tomada de los manuales generales de Ariel

Campo de utilización: Los compresores alternativos tienen una amplia gama de volúmenes desplazados en el intervalo, $0 \div 1000 \text{ m}^3/\text{h}$, entrando en competencia con los de paletas, tornillo, etc.

3.1 FACTORES INCLUIDOS EN EL RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO REAL

El ciclo teórico de trabajo de un compresor ideal se entiende fácilmente mediante el estudio de un compresor monofásico de pistón funcionando sin pérdidas y que el gas comprimido sea perfecto. Con esto se da por hecho que el pistón se mueve ajustado herméticamente al cilindro, e incluso se considera que el paso del aire hacia y desde el cilindro tiene lugar sin resistencias en válvulas y conductos, es decir, sin cambio de presión.

Figura 4. Rendimiento Volumétrico Real



Tomada de los manuales generales de Ariel

3.1.1 El volumen de desplazamiento

Es el volumen barrido en la unidad de tiempo por la cara o caras del pistón de la primera etapa; en el caso de doble efecto, hay que tener en cuenta el vástago del pistón. El volumen desplazado VD por un compresor es el volumen de la cilindrada de la máquina multiplicado por el número de revoluciones de la misma.

En el caso de ser un compresor de más de una etapa, el volumen engendrado viene indicado por la primera etapa.

3.1.2. El espacio muerto

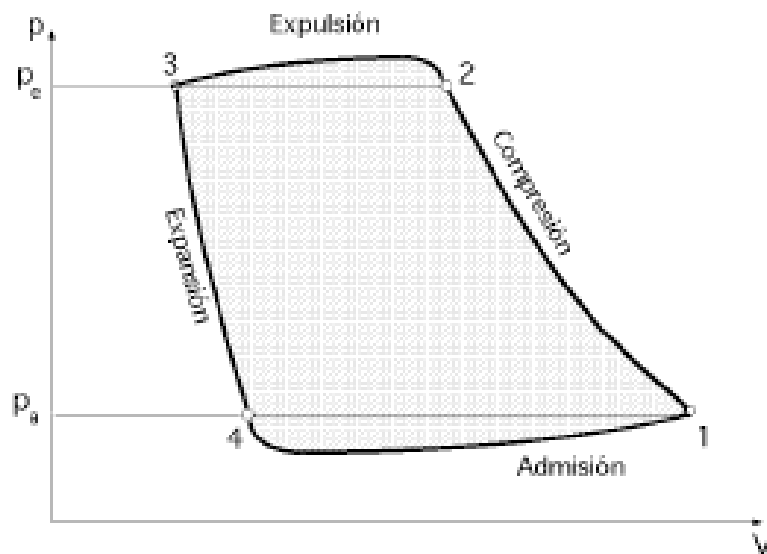
O volumen nocivo corresponde al volumen residual entre el pistón y el fondo del cilindro y las lumbreras de las válvulas, cuando el pistón está en su punto muerto, estimándose entre un 3% , 10% de la carrera, de acuerdo con el modelo de compresor.

La eficiencia de la compresión es una medida de las pérdidas que resultan de la divergencia entre el ciclo real o indicado y el ciclo teórico (isentrópico) de compresión.

Estas pérdidas son debidas a que tanto el fluido como el compresor, no son ideales sino reales, es decir con imperfecciones y limitaciones tales como:

- Rozamiento interno a causa de no ser el fluido un gas perfecto y a causa también de las turbulencias
- Retraso en la apertura de las válvulas de admisión y escape
- Efecto pared del cilindro
- Compresión politrópica

Figura 5. Compresión politrópica



Tomada de los manuales generales de Ariel

Los factores que determinan el valor del rendimiento de la compresión y del rendimiento volumétrico real del compresor, son los mismos. El diagrama del ciclo ideal de compresión se fija teóricamente y el del ciclo real de compresión se obtiene en el banco de ensayos mediante un sensor introducido en el volumen muerto del compresor, que transmite la presión reinante, que se registra en combinación con el movimiento del pistón, dando lugar al diagrama (p,v) interno de la máquina).

3.2 COMPONENTES DE UN COMPRESOR

Los componentes principales de la carcasa son el cárter, el cigüeñal y los cojinetes, las bielas, sistema de accionamiento por cadena, crucetas y guías, y piezas de separación. Hay un pasaje de aceite forjado a todo lo largo del cárter. Orificios taladrados alimentan el aceite lubricante a los engranajes de funcionamiento.

Cubiertas de los extremos, una cubierta superior y las cubiertas laterales de las guías de crucetas, todas desmontables, permite fácil acceso para la inspección y extracción de los componentes internos. La cubierta superior está hecha de aluminio para fácil manipulación. La limpieza absoluta, incluido el uso de trapos libres de pelusas, es indispensable durante cualquier trabajo de mantenimiento en el compresor. Cada vez que se quiten las cubiertas de acceso, mantener la carcasa cubierta para impedir la entrada de polvo, excepto cuando se trabaje en su interior. Todo componente extraído de la máquina debe protegerse contra objetos que puedan caer sobre el mismo y dañar las superficies de trabajo.

Cada vez que se desmantele la máquina, inspeccionar cuidadosamente las empaquetaduras ubicadas en lugares no presurizados antes de reutilizarlas, si están dañadas se deben cambiar. Las empaquetaduras ubicadas en lugares presurizados se deben cambiar. Aplicar siempre un lubricante antiadhesivo a ambos lados de las empaquetaduras para poder extraerlas fácilmente en el futuro. Vaciar y lavar el cárter, durante los recondicionamientos mayores.

3.2.1 Las actividades del programa general de mantenimiento comprenden:

- Extracción de válvulas, desarmado y armado. Mantenimiento de la válvula. Ajuste del perno del bonete de la válvula.,
- Extracción del descargador del extremo del cabezal de la cavidad de espacio libre de volumen variable. Desarmado. Mantenimiento. Ajuste.
- Extracción, desarmado, armado, e instalación de pistón y vástago. Inspeccionar la desviación del vástago del pistón.
- Extracción, determinación del desgaste e instalación de los anillos. Bandas de desgaste.
- Extracción de empaquetadura de presión del vástago del pistón. Desarmado y armado según el tipo de anillo.
- Extracción e instalación del cojinete del muñón del cigüeñal, cruceta y el buje de la biela.
- Cigüeñal, dispersor de aceite lubricante, piñón de cadena de la bomba de aceite lubricante, piñón de la cadena de lubricador a presión.

4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA INSTRUMENTOS

4.1 SISTEMA DE MEDICION EQUIPOS USADOS

- Peso muerto Ashcroft
- Multicalibrador Diamond
- Manómetro Digital IN-H2O Meriam Instruments
- Osciloscopio Fluke
- Multímetro Digital
- Comunicador Hart

4.1.1 Gas succión

4.1.1.1 Transmisor de Temperatura (TT 01)

Figura 6. Transmisor de Temperatura (TT 01)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Bimensual.

- Congelamiento del valor actual de la variable en el PLC
- Verificación del estado actual del transmisor
- Voltaje de alimentación
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Verificación del rango de variable de proceso
- Verificación de los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable
- Calcular el porcentaje de error entre el valor nominal y el valor leído
- Si alguno de los porcentajes de error es igual o mayor al 0.5% se procede a realizar calibración del instrumento
- Si se realiza calibración del instrumento se toman las lecturas de la variable para los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable, se calcula

nuevamente el porcentaje de error, si alguno de estos es igual o mayor al 0,5% se realiza una nueva calibración

- Se verifica el lazo de corriente con respecto a la variable medida, si es necesario se realizan los ajustes necesarios
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Limpieza general
- Se descongela el valor de la variable en el PLC

4.1.1.2 Transmisor de Presión (PT 01)

Figura 7. Transmisor de Presión (PT 01)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Bimensual

- Congelamiento del valor actual de la variable en el PLC

- Verificación del estado actual del transmisor
- Voltaje de alimentación
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Verificación del rango de variable de proceso
- Verificación de los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable
- Calcular el porcentaje de error entre el valor nominal y el valor leído
- Si alguno de los porcentajes de error es igual o mayor al 0.5% se procede a realizar calibración del instrumento
- Si se realiza calibración del instrumento se toman las lecturas de la variable para los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable, se calcula nuevamente el porcentaje de error, si alguno de estos es igual o mayor al 0,5% se realiza una nueva calibración
- Se verifica el lazo de corriente con respecto a la variable medida, si es necesario se realizan los ajustes necesarios
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Limpieza general
- Se descongela el valor de la variable en el PLC

Figura 8. Spoolpiece y Transductores Ultrasónicos



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Anual y Semestral respectivamente

- Extracción y limpieza de los transductores ultrasónicos
- Verificación del estado de las paredes internas del Spoolpiece
- Verificación y limpieza de las conexiones eléctricas
- Introducción de los transductores dentro del Spoolpiece
- Verificación de los valores de los Amplificadores de señal
- Limpieza de los conectores de los Amplificadores
- Limpieza general

4.1.2.3 Computador de Flujo

Figura 9. Computador de Flujo



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Bimensual

- Congelamiento de las variables de proceso en el PLC
- Verificación de los valores de programación
- Verificación de los valores de autodiagnóstico
- Verificación de las entradas análogas de presión y temperatura
- Verificación de la salida análoga
- Limpieza de conexiones eléctricas
- Realizar las correcciones necesarias
- Verificación de datos actuales de proceso
- Limpieza general

4.2 GAS DESCARGA

4.2.1 Transmisor de Temperatura (TT 02)

Figura 10. Transmisor de Temperatura ((TT 02)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Bimensual

- Congelamiento del valor actual de la variable en el PLC
- Verificación del estado actual del transmisor
- Voltaje de alimentación
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Verificación del rango de variable de proceso

- Verificación de los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable
- Calcular el porcentaje de error entre el valor nominal y el valor leído
- Si alguno de los porcentajes de error es igual o mayor al 0.5% se procede a realizar calibración del instrumento
- Si se realiza calibración del instrumento se toman las lecturas de la variable para los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable, se calcula nuevamente el porcentaje de error, si alguno de estos es igual o mayor al 0,5% se realiza una nueva calibración
- Se verifica el lazo de corriente con respecto a la variable medida, si es necesario se realizan los ajustes necesarios
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Limpieza general
- Se descongela el valor de la variable en el PLC

4.2.2 Transmisor de Presión (PT 02)

Figura 11. Transmisor de Presión (PT 02)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Bimensual

- Congelamiento del valor actual de la variable en el PLC
- Verificación del estado actual del transmisor
- Voltaje de alimentación
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Verificación del rango de variable de proceso

- Verificación de los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable
- Calcular el porcentaje de error entre el valor nominal y el valor leído
- Si alguno de los porcentajes de error es igual o mayor al 0.5% se procede a realizar calibración del instrumento
- Si se realiza calibración del instrumento se toman las lecturas de la variable para los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable, se calcula nuevamente el porcentaje de error, si alguno de estos es igual o mayor al 0,5% se realiza una nueva calibración
- Se verifica el lazo de corriente con respecto a la variable medida, si es necesario se realizan los ajustes necesarios
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Limpieza general
- Se descongela el valor de la variable en el PLC

4.2.3 Spoolpiece y Transductores Ultrasónicos

Figura 12. Spoolpiece y Transductores Ultrasónicos



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Anual y Semestral respectivamente

- Extracción y limpieza de los transductores ultrasónicos
- Verificación del estado de las paredes internas del Spoolpiece
- Verificación y limpieza de las conexiones eléctricas
- Introducción de los transductores dentro del Spoolpiece
- Verificación de los valores de los Amplificadores de señal
- Limpieza de los conectores de los Amplificadores
- Limpieza general

4.2.3.1 Computador de Flujo

Figura 13. Computador de Flujo



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Bimensual

- Congelamiento de las variables de proceso en el PLC
- Verificación de los valores de programación
- Verificación de los valores de autodiagnóstico
- Verificación de las entradas análogas de presión y temperatura
- Verificación de la salida análoga
- Limpieza de conexiones eléctricas
- Realizar las correcciones necesarias
- Verificación de datos actuales de proceso
- Limpieza general

4.3 GAS COMBUSTIBLE

4.3.1 Transmisor de Temperatura (TT 03)

Figura 14. Transmisor de Temperatura (TT 03)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Bimensual

- Congelamiento del valor actual de la variable en el PLC
- Verificación del estado actual del transmisor
- Voltaje de alimentación
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Verificación del rango de variable de proceso
- Verificación de los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable
- Calcular el porcentaje de error entre el valor nominal y el valor leído
- Si alguno de los porcentajes de error es igual o mayor al 0.5% se procede a realizar calibración del instrumento
- Si se realiza calibración del instrumento se toman las lecturas de la variable para los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable, se calcula nuevamente el porcentaje de error, si alguno de estos es igual o mayor al 0,5% se realiza una nueva calibración
- Se verifica el lazo de corriente con respecto a la variable medida, si es necesario se realizan los ajustes necesarios
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Limpieza general
- Se descongela el valor de la variable en el PLC

4.3.2 Transmisor de Presión (PT 03)

Figura 15. Transmisor de Presión (PT 03)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Bimensual

- Congelamiento del valor actual de la variable en el PLC
- Verificación del estado actual del transmisor
- Voltaje de alimentación
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Verificación del rango de variable de proceso
- Verificación de los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable

- Calcular el porcentaje de error entre el valor nominal y el valor leído
- Si alguno de los porcentajes de error es igual o mayor al 0.5% se procede a realizar calibración del instrumento
- Si se realiza calibración del instrumento se toman las lecturas de la variable para los porcentajes: 0%, 50%, 100%, 80%, 20% del rango de la variable, se calcula nuevamente el porcentaje de error, si alguno de estos es igual o mayor al 0,5% se realiza una nueva calibración
- Se verifica el lazo de corriente con respecto a la variable medida, si es necesario se realizan los ajustes necesarios
- Lectura del valor inicial de la variable de proceso
- Limpieza general
- Se descongela el valor de la variable en el PLC

4.3.3 Spoolpiece y Transductores Ultrasónicos

Figura 16. Spoolpiece y Transductores Ultrasónicos



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U

Periodicidad Anual y Semestral respectivamente

- Extracción y limpieza de los transductores ultrasónicos
- Verificación del estado de las paredes internas del Spoolpiece
- Verificación y limpieza de las conexiones eléctricas
- Introducción de los transductores dentro del Spoolpiece
- Verificación de los valores de los Amplificadores de señal
- Limpieza de los conectores de los Amplificadores
- Limpieza general

4.3.4 Computador de Flujo

Figura 17. Computador de Flujo



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Periodicidad Bimensual

- Congelamiento de las variables de proceso en el PLC
- Verificación de los valores de programación
- Verificación de los valores de autodiagnóstico
- Verificación de las entradas análogas de presión y temperatura
- Verificación de la salida análoga
- Limpieza de conexiones eléctricas
- Realizar las correcciones necesarias
- Verificación de datos actuales de proceso
- Limpieza general

5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO OBRAS CIVILES Y ELECTRICAS

En edificaciones y zonas internas de la estación (Ver fig. 18), el programa de mantenimiento con periodicidad semestral consiste en:

- La inspección de pintura exterior e interior de la edificación
- La inspección de las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, aire acondicionado, cimientos y placas de concreto
- Inspección de cunetas, descoles, drenaje, rejillas, cajas

Figura 18. Instalaciones estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

En las Instalaciones eléctricas e hidráulicas (Ver fig. 19), el programa de mantenimiento con periodicidad mensual consiste en:

- Ajustar cables y tomas; verificar fugas y pérdidas de corriente,
- Limpiar externamente, las instalaciones sanitarias,

- Alternar el uso de equipos de aire acondicionado para prevenir sobrecargas.
- En cimientos y placas, llenar excavaciones para evitar desestabilización.

Figura 19. Instalaciones eléctricas e hidráulicas de las estaciones compresoras Uniw-hale de Colombia E.U.



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniw-hale de Colombia E.U.

Shelter de Compresores, subestación eléctrica, caseta del higrómetro y cromatógrafo el programa de mantenimiento con periodicidad semestral consiste en :

- Pintura exterior – interior
- Revisión instalaciones eléctricas
- Revisión drenaje aguas lluvias
- Revisión de canales y bajantes
- Revisión del alumbrado interno
- Revisión estructura civil
- Revisión estructura metálica

Figura 20. Shelter, subestación eléctrica y caseta del cromatógrafo de Uniwhale de Colombia E.U.



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Malla perimetral el programa de mantenimiento con periodicidad semestral consiste en:

- Inspección de la pintura, anclajes, la malla de alambre, de púas, puertas, portones , bases de concreto y andenes.

Figura 21. Malla perimetral de las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Tanque de Almacenamiento de agua el programa de mantenimiento con periodicidad semestral consiste en:

- Inspección de estructura de concreto
- Inspección eléctrica (Hidroflow)
- Inspección mecánica Hidroflow
- Inspección interior del tanque

Figura 22. Almacenamiento de agua en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

En el rack de tuberías, codos y accesorios, el programa de mantenimiento con periodicidad semestral consiste en :

- Inspección visual del estado de tuberías, codos y accesorios
- Pintura de tubería y accesorios
- Medición de espesores de tubería y accesorios según NIVEL II en ultrasonido norma SNT-TC 1ª de la ASNT

Figura 23. Rack de tuberías en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

En las zonas verdes el programa de mantenimiento con periodicidad mensual consiste en:

- Poda del césped
- Siembra de árboles frutales y ornamentales
-

Figura 24. Zonas internas de las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

6. SEGURIDAD INDUSTRIAL

- Antes de usted comience cualquier trabajo, asegúrese de que comprende cómo trabaja una pieza o cómo un trabajo debe ser hecho. Si usted no está seguro, pregúntele al líder de la estación, Jefe de mantenimiento o Supervisor de Estaciones.
- Se prohíbe la remoción de las cubiertas de la maquinaria mientras se está operando normalmente.
- Las cubiertas o guardas removidas de la maquinaria con el objeto de hacer reparaciones deberán reemplazarse antes de comenzar la operación normal.
- Las reparaciones, ajustes y mantenimiento de partes móviles no resguardadas mientras estén operando es un acto inseguro y únicamente deberá hacerse si es absolutamente necesario para realizar una función específica tal como el observar las partes en movimiento. Esta función requiere procedimientos específicos de seguridad en el trabajo.
- Los procedimientos adecuados de paro/etiquetado deberán adherirse y los cierres y etiquetas no deberán quitarse hasta que todas las reparaciones estén completas.
- El equipo rotativo que comienza automáticamente deberá tener señales de advertencia que indiquen: “este equipo arranca automáticamente”

6.1 COMPRESORES A GAS

Verificar la posición de las válvulas de succión, descarga, desviación y respiradoras antes de comenzar y cargar el compresor. No asuma que el operador anterior dejó las válvulas en la(s) posición (es) apropiada(s).

Verifique los niveles de fluido en los limpiadores de succión y asegúrese que las otras personas están fuera de la unidad.

Asegúrese durante el periodo de calentamiento antes de que las válvulas de succión se abran y antes de que el motor se cargue que ningún aire pueda ser atraído dentro del cilindro de succión a través de la ventilación abierta o válvulas abocinadas o a través de tapas de válvulas, pernos. Etc., faltantes. Atraer aire dentro de un compresor puede resultar en una mezcla explosiva, que cuando se comprime a una presión suficientemente alta puede resultar en una mezcla explosiva, que cuando se comprime a una presión suficientemente alta puede resultar en auto-ignición y detonación

6.1.1 Procedimientos de paro/etiquetado antes de comenzar el trabajo

Las otras directivas son:

- No deje herramientas en los pasillos o la vibración podría ocasionar su caída.
- Limpie derrames y fugas de aceite lo antes posible. Repare las fugas lo antes posible.

- Asegúrese de reemplazar y sujetar firmemente todos los resguardos en sus posiciones adecuadas después que un trabajo se complete.
- Verifique para estar seguro que la vibración no ocasiona desgaste excesivo en líneas, abrazaderas, etc., o no está aflojando soldaduras o pernos.
- Reemplace todos los medidores o indicadores rotos.
- Asegúrese que el patín del compresor está correctamente conectado a tierra.
- Asegúrese que todas las válvulas de alivio y que los otros dispositivos de seguridad funcionan adecuadamente.

6.1.2 Detección de gas

Todo el personal de Operación usará los detectores de gas portátiles para verificar la presencia de gas cuando entre al shelter de compresores. Además como parte del procedimiento, los detectores de gas portátiles se usarán para verificar escapes de gas en todas las tuberías de gas natural y los componentes del compresor.

6.1.3 Apertura de tanques, recipientes y tuberías

La apertura de equipos con el objeto de reparar o inspeccionar requiere precauciones especiales, tales como:

- Aísle todas las líneas de entrada y salida cerrando válvulas y tapando, o instalando tapas con mango. Todo el equipo eléctrico y la instrumentación deberán ser aislados.
- Cerciórese que todas las fuentes de ignición estén extinguidas o eliminadas antes de ventilar o abrir el equipo.
- Cuando drene un recipiente, asegúrese una ventilación adecuada para evitar la caída del recipiente
- Asegúrese que toda la presión está fuera del equipo antes de que se comience el trabajo.
- Las herramientas, iluminación e instrumentos eléctricos usados en atmósferas que contienen vapores inflamables deberán ser a prueba de explosión o intrínsecamente seguros
- Una vez abierto, el equipo deberá controlarse para asegurar que las condiciones de trabajo seguras se mantienen.
- El corte, soldadura, quemado deberían requerir cumplimiento con los procedimientos de trabajo de cuidado peligroso

6.2 FACTORES DE RIESGOS EN LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN COMPRESORA DE GAS NATURAL

6.2.1 Riesgos físicos

El ruido producido por los motores, el cual se mitiga identificando los sitios de más alto riesgo, por medio de un estudio de ruido, nos arroja las medidas que se deben tomar al respecto y que constituyen la única manera de evitar trastornos al organismo; los cuales son los siguientes: En el caso de que los 3 compresores con sus accesorios se encuentren a 1000 RPM, y que el operador que se encuentre a 1 m. del patio de compresores, realizando alguna actividad, deberá estar expuesto por un lapso de 30 minutos como máximo y será reemplazado por otro operador con el mismo tiempo y utilizarán doble protección auditiva: Copa y tapones auditivos.

6.2.2 Ergonómicos

Producidos por fuerzas mal realizadas o por la no utilización de los elementos de protección adecuados para cada actividad.

6.2.3 Riesgos químicos

Exposición a productos químicos: producidos por la mala manipulación del refrigerante permazone extra, el cual debe manejarse con respirador, guantes protectores, ropa

adecuada y en caso de tener contacto físico proceder de acuerdo a la hoja de seguridad del material

Radiación: producido por la excesiva exposición a los rayos solares, para este caso se recomienda la utilización del casco protector y ropa adecuada para altas temperaturas, de igual manera si el trabajo que se realiza es por largos períodos de tiempo se recomienda acondicionar el área con el fin de obtener sombra.

6.2.4 Riegos biológicos

Contacto con agentes biológicos procedentes de las aguas de uso industrial destinada para la estación compresora; para este caso se debe realizar un tratamiento químico al agua con el fin de evitar contaminarse.

Picaduras de mosquitos transmisores de enfermedades propias de la región, para este caso se recomienda que todos los operarios se encuentren vacunados

Picadura de serpientes; se recomienda tener en el botiquín suero antiofídico

6.3 EL RESPONSABLE DE LA SEGURIDAD DEBERÁ TENER EN CUENTA LOS SIGUIENTES PUNTOS EN EL SITIO DE TRABAJO

6.3.1 Equipos de protección personal

Se debe usar los elementos de protección personal requeridos en cada área de trabajo, siguiendo las instrucciones para su correcto uso, mantenerlos limpios y en buen estado.

6.3.2 Orden y aseo

Mantenga y entregue limpios y en orden al personal de turno siguiente, el área de trabajo, así como los equipos y herramientas que se utilicen; deposite las basuras y residuos en los recipientes apropiados e identificados para tal fin.

Resbalones, caídas y tropezones: Mantenga el lugar de trabajo en orden y limpie cualquier derrame de inmediato; use las rutas y pasarelas destinado para el paso de operadores, evitando cortar camino y usando siempre los pasamanos; usar botas con suela antideslizantes; mantenga en buen estado los pisos, evitando desniveles u obstrucciones.

6.3.3 Permisos de trabajo

Para el caso de las estaciones compresoras de gas natural, se deben tener en cuenta dos tipos de permiso de trabajo; en caliente y en frío:

Permiso para trabajo en caliente: trabajos que involucren fuentes de ignición, como soldadura, oxi-corte, esmerilado, trabajos con electricidad (arcos eléctricos, chispas. Llamas, chispas mecánicas) o superficies de alta temperatura.

Permiso de trabajos en frío: se usa para trabajos que no sean en caliente pero que tengan el potencial de causar accidentes en las áreas de procesos. Ej.: pruebas de presión, manejo de sustancias químicas, levantamiento de cargas, trabajos en altura, trabajos en los equipos de compresión.

CONCLUSIONES

El Programa General de Mantenimiento (PGM) de Estaciones Compresoras Gas Natural donde involucre equipos, infraestructuras, herramientas, instrumentos, etc. representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario a quien esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener unos trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.

El PGM representa una estrategia importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.

En el PGM, el análisis de aceite realizado al motor es la mejor herramienta de mantenimiento predictivo desde le punto de vista costo beneficio

RECOMENDACIONES

El PGM debe ser aplicado por todo el personal de manera integral a cada una de las actividades involucradas en la operación de una estación compresora de gas natural.

El PGM no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.

Cada unidad de compresión deben ser controlados independientemente , ya que todos poseen diferentes tendencias.

Hay que tener bien claro que el aceite del motor debe considerarse como un componente mas de la máquina y no como un producto desechable, sino como un producto durable.

BIBLIOGRAFÍA

LATORRE, LEONARDO, Memorias especialización en Ingeniería de gas

Manual General Ariel, edition 2002.

Manual de seguridad industrial de Unihale de Colombia

Manual General Caterpillar, edition 1998.

www.arielcorp.com

www.cat.com