

Recibido 1 de septiembre de 2022  
Aceptado 30 de diciembre de 2022  
[www.unipaz.edu.co](http://www.unipaz.edu.co)

## Estudio de fallas en el control de velocidad en equipos de compresión a gas

### Study of speed control failures in gas compression equipment

Paola Niño Terraza<sup>†a</sup>

**Resumen:** El regulador es un mecanismo capaz de regular automáticamente la velocidad o potencia de un motor y que realiza esta función mucho mejor que un mando manual. Los reguladores de velocidad de regulación constante se utilizan en aquellos motores que deben mantener una velocidad constante a la vez que debe mantener una carga variable. El control de velocidad integrado en motores a combustión interna a gas natural, el Actu-COM R8 está diseñado para brindar un servicio confiable a largo plazo en entornos exigentes ambientes físicos, sin representar riesgo ambiental y humano. Está diseñado como mejor opción de cambio para una serie de motores de gas competitivos e integrados donde se busca un nivel reducido de mantenimiento y / o control mejorado. La implementación de un control de velocidad nuevo para los motores a combustión interna, como actualización del gobernador PG-PL de Woodward tipo mecánico a un gobernador electrónico, marca la diferencia en su operación fácil y segura. La actividad de lubricación y ajuste de velocidad al gobernador por parte del operador se puede resaltar que los riesgos ergonómicos y físicos que son (exposición a temperatura, atrapamiento, trabajo a desnivel) bajan en 100% en el riesgo presentado en el área por la actividad con la implementación del nuevo gobernador. El objetivo de este documento es realizar análisis de fallas más frecuentes en el control de velocidad, teniendo en cuenta, costos, consumo, eficacia y resultados. Para recolección de datos se tuvo presente el grupo de mantenimiento, personal de operaciones, supervisores, el representante legal del equipo, base de datos y libros. El resultado final del artículo es la identificación de todas las fallas posibles, buscando estrategias que permitan eliminar los efectos de la falla.

**Palabras claves:** Control de velocidad, motor, compresión a gas, mantenimiento, fallas.

**Abstract:** The regulator is a mechanism capable of automatically regulating the speed or power of an engine and that performs this function much better than a manual control. Constant regulation speed governors are used on those motors that must maintain a constant speed while maintaining a variable load. The integrated speed control in natural gas internal combustion engines, the Actu-COM R8 is designed to provide long-term reliable service in demanding physical environments, without representing environmental and human risk. It is designed as the best exchange option for a number of competitive and integrated gas engines where a reduced level of maintenance and/or improved control is sought. Implementing a new speed control for internal combustion engines, such as upgrading from the Woodward PG-PL mechanical governor to an electronic governor, makes all the difference in safe and easy operation. The activity of lubrication and speed adjustment to the governor by the operator can be highlighted that the ergonomic and physical risks that are (exposure to temperature, entrapment, uneven work) decrease by 100% in the risk presented in the area by the activity with the implementation of the new governor. The objective of this document is to analyze the most frequent failures in speed control, taking into account costs, consumption, efficiency and results. For data collection, the maintenance group, operations personnel, supervisors, the legal representative of the team, database and books were taken into account. The final result of the article is the identification of all possible faults, looking for strategies to eliminate the effects of the fault.

**Key words:** Speed control, engine, gas compression, maintenance, faults.

a. Escuela de Ciencias – Instituto Universitario de la Paz - UNIPAZ

† Paola.terrazza@unipaz.edu.co

## INTRODUCCIÓN

El rápido aumento en el uso de nuevas tecnologías y la automatización en la industria ha provocado impactos en las líneas de producción y fabricación, así como cambios en la red eléctrica, uno de los pasos más transformadores del mundo. La migración de la tecnología industrial se basa en los últimos años al utilizar controladores de velocidad para controlar motores eléctricos, sus aplicaciones incluyen bombas, ventiladores, compresores, transportadores, motores, etc., convirtiéndose en el equipo esencial para asegurar el proceso de producción continuo (Velez, 2016).

Por lo tanto, con el desarrollo del tiempo, el uso reguladores de velocidad en compresores a gas se ha convertido en una herramienta fundamental en la industria, por lo que su uso claramente tiene implicaciones en la gestión de operación y mantenimiento. (prevención, y tratamiento) que en la mayoría de los casos son realizados por los fabricantes y distribuidores de equipos, y esto es una gran desventaja para las empresas que se ocupan de este tema económico porque el costo de cuidado y mantenimiento de los equipos de aire comprimido realizado por los fabricantes es muy elevado y por tanto aumentan los costes de producción industrial.

Desde la perspectiva del análisis ambiental, el riesgo es la posibilidad de daño o pérdida, y esta posibilidad se presenta en la mayoría de las actividades humanas. El daño o pérdida es una posible consecuencia negativa de un evento peligroso. El riesgo de eventos determina la probabilidad general de un evento y la gravedad de sus posibles consecuencias. Los riesgos no siempre se pueden evitar, pero se pueden minimizar.

El mantenimiento se ha convertido en un elemento básico en las organizaciones de hoy, porque los modelos de producción modernos requieren un alto nivel de confiabilidad de sus activos, particularmente de sus máquinas. Gracias a esta fiabilidad de las máquinas, las empresas pueden

proporcionar a los clientes productos de alta calidad en el plazo acordado, satisfaciendo así con éxito las necesidades demandadas por los clientes (García, 2015). Debido a la confiabilidad de los activos, el establecimiento de un buen sistema o plan de mantenimiento es de mayor importancia en las empresas, teniendo en cuenta las características y desempeño de los activos en la organización.

Actualmente, las empresas presentan algunas falencias a la hora de realizar mantenimientos de diversa índole (preventivo, correctivo y predictivo), debido a la falta de un adecuado monitoreo de los equipos, por ello, el objetivo de este artículo es realizar análisis de fallas con mayor frecuencia, buscando estrategias. eliminar los efectos de la falla, porque no todas las empresas utilizan adecuadamente la gestión del mantenimiento, o mejor dicho, no cuentan con el conocimiento suficiente de los equipos, en este caso el gobernador en el compresor de aire, que les permita a los conductores buscar soluciones a los problemas que se presentan cada día. Este tipo de equipo representa a la industria.

El mantenimiento ha dejado de ser un factor importante en las organizaciones, pero se ha convertido en un factor importante para el desarrollo de las operaciones diarias y el óptimo desempeño de la empresa. La importancia de contar con un buen sistema de mantenimiento en la organización se basa no solo en su implementación, sino en la presencia del personal adecuado que sea capaz de realizar esta importante función para mantener los equipos en buenas condiciones (Montalvo, 2017). En la medida de lo posible, con un alto grado de confianza, de manera que brinde apoyo a toda la organización para lograr sus objetivos y permitir que la organización crezca aún más.

Debido al valor que recibe este equipo durante la fabricación o el servicio, es esencial utilizar un enfoque de mantenimiento para garantizar un funcionamiento óptimo del equipo y mantener altos niveles de producción. Además, los costes de

mantenimiento son un grave problema en las empresas, según las grandes empresas: “El mantenimiento es el coste controlable más importante de una planta, y en muchas empresas suele ser superior al beneficio neto anual” (Recinos, 2008). Mientras que el mantenimiento preventivo, cuando se hace bien, ahorra un 25 % después de esta característica, su ROI se reducirá. Estas deficiencias son el resultado de un mantenimiento programado basado en tiempo y supuestos.

El mantenimiento preventivo ha recibido atención como la forma más fácil de lograr ahorros que no se logran con las técnicas tradicionales, y este se enfoca en enfocar el trabajo en las causas de la falla, el dispositivo, no sus síntomas o efectos, el objetivo es extender la vida útil del dispositivo Predictivo el mantenimiento depende de pruebas y análisis no destructivos o invasivos, tales como: vibración, medición de temperatura, prueba de penetración, tinta fluorescente, partículas magnéticas, ultrasonido, etc. (Morales, 2019). Estas pruebas permiten conocer el estado o condición de la máquina para predecir cómo se comportará. La ejecución de bucles se basa principalmente en la inspección del operador, utilizando sus sentidos y experiencia para buscar posibles fallas.

Lo anterior contribuye a una adecuada planificación y dirección del mantenimiento, logrando la mejora continua, ya que se toman en consideración los criterios económicos relevantes para la empresa (EDUCAREX, 2019). En la gestión de mantenimiento se debe contener información sobre la vida útil de los equipos físicos, y esta debe ser consistente con el objetivo, que es reducir los costos de operación, y de esta manera se asegura que se mantenga la funcionalidad de los equipos. Ha sido desarrollado en perfecto estado.

Por esta razón, es necesario visualizar y comprender las etapas mínimas requeridas para implementar adecuadamente la gestión del mantenimiento en la empresa. Además, se proponen objetivos y beneficios adicionales para cada etapa, con el uso de herramientas de gestión para apoyar e implementar el aprendizaje conceptual y funcional en cada etapa ilustrada.

## **Tipos de Mantenimiento**

### **• Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo es el modelo más popular entre las PYMES, y aunque es el modelo tradicional utilizado, la adopción de programas de mantenimiento preventivo ha estado en proceso desde hace algún tiempo, los resultados son que sus efectos a largo plazo son más efectivos (Torra, 2017). El mantenimiento correctivo se basa en la intervención en caso de problema, que se manifiesta en la avería de un equipo o instalación, es decir, una parada brusca de la producción.

### **• Mantenimiento Preventivo**

Este tipo de mantenimiento nació de la necesidad de superar las limitaciones del mantenimiento correctivo. A diferencia del pasado, las partes o componentes del sistema que pueden causar problemas se reemplazan por un ciclo determinado, que está determinado por indicadores estadísticos. Así, un ítem puede ser reemplazado después de cierto tiempo preprogramado, o cuando ocurre un error, si ocurre antes. El mantenimiento preventivo generalmente incluye una serie típica de actividades: limpieza y reparaciones periódicas, mantenimiento y protección de equipos de factores ambientales, control de lubricación y reparación y reemplazo de puntos.

### **• Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo es una serie de pruebas no destructivas que monitorean el rendimiento del equipo para detectar señales de advertencia de que ciertas partes del equipo no funcionan correctamente (Roldan, Ríos, & Isaza, 2014). Gracias a este tipo de mantenimiento, en cuanto se detecta la avería, se puede planificar inmediatamente la reparación correspondiente sin afectar al proceso productivo y alargando la vida útil de la máquina.

## Compresores de velocidad variable

El compresor está equipado con un actuador de velocidad variable (también conocido como actuador de velocidad variable o actuador de velocidad ajustable) que utiliza un sistema inteligente que puede cambiar la velocidad del motor según las necesidades del usuario (Guataneme, 2015). Controla la velocidad (RPM) del motor para adaptarse a la demanda, cambiando así el consumo de energía. Cuando cae la demanda, el sistema de aire comprimido reduce la velocidad del motor y también reduce el consumo de energía.

## Estudios de fallas en maquinaria

El análisis de fallas de máquinas es fundamental para el desarrollo de operaciones de mantenimiento industrial. Este tipo de investigación nos permite asegurar la más alta calidad de materiales y equipos, aumentando así la productividad empresarial, evitando futuros problemas por desgaste. El análisis de fallas es el estudio de las fallas que ocurren en las máquinas, para determinar sus causas y las medidas que se pueden tomar para mejorar las operaciones y prevenir accidentes a la propiedad y las personas. Esta forma de trabajar supone un importante ahorro de costes en sectores como la construcción o la industria.

## Determinación de frecuencias de mantenimiento

La limpieza periódica y general de edificios, instalaciones y equipos debe estar claramente definida y establecida de acuerdo con las necesidades, estándares y condiciones ambientales. El período de lubricación para varios dispositivos debe establecerse de acuerdo con los parámetros de control (Torra, 2017): horas de trabajo (horas), kilómetros recorridos, desgaste de los componentes de control, nivel de alarma de vibración. Las condiciones de reemplazo y/o adaptación también deben considerarse en el plan anual de mantenimiento preventivo. Otros factores que influyen en la determinación de la frecuencia de mantenimiento son:

- Edad (tiempo de uso), estado general, valor del equipo, costo de repuestos y piezas mayores.
- Equipo débil durante el ajuste general y balanceo.

- Propenso a daños (vibración, sobretensión, uso anormal).
- La severidad del servicio al que fue sometido.
- Condiciones de fricción y desgaste.

## Equipos Críticos

Fallas que provoquen paradas generales, interferencias, cuellos de botella, daños a equipos u otras instalaciones, y retrasos o interrupciones en las operaciones de una empresa o de la organización de los centros operativos de otra empresa. Aquellos que dejan de brindar servicio a los clientes afectan directamente el proceso de producción y, por lo tanto, crean problemas de cumplimiento del cliente.

## Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento se refieren a los costos incurridos como resultado de la reparación de ese defecto específico, momento en el cual el grupo de trabajo, naturalmente, debe tener en cuenta el personal necesario y las piezas de repuesto.

## Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana

La seguridad ambiental y humana se refiere a si este incidente específico resultará en una inseguridad tanto para el medio ambiente como para el operador (EDUCAREX, 2019). Ejemplos: fugas de petróleo crudo, fugas de gotas de aceite lubricante del equipo del proceso de producción, fugas de gas contaminado, etc.

## MÉTODOS

Se ha determinado que el tipo de investigación más adecuado es la investigación descriptiva, ya que permite la visualización literal de la información aprendida de los ancestros antes de que sea comunicada perceptivamente. Según (Tamayo & Tamayo, 2006) esta investigación permite registrar, analizar e interpretar la naturaleza real de los fenómenos de investigación para centrarse en los descubrimientos sobre cómo funcionan las personas, los grupos o las cosas en el mundo.

La investigación descriptiva se basa en hechos reales, cuya característica principal es la interpretación precisa.

Esta investigación sigue un enfoque cualitativo, cuyo objetivo es describir las características del fenómeno que se estudia para comprender su naturaleza. Al mismo tiempo, realiza investigaciones cuantitativas mediante el análisis de datos. Las fuentes de información utilizadas incluyeron todos los documentos bibliográficos físicos y digitales que identificaron el objetivo principal del estudio y describieron los conocimientos, conceptos, métodos y estrategias existentes producidos por uno o más autores.

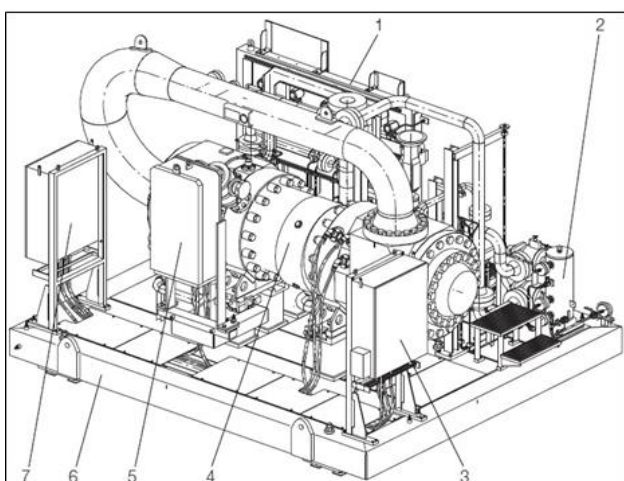
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Recopilación de información y revisión bibliográfica sobre los equipos de compresión a gas y los controles de velocidad

#### • Compresores

Los compresores, comprimen el gas de proceso de acuerdo con las leyes de la mecánica de fluidos. La energía mecánica transmitida por el motor durante las etapas del compresor fluye al gas de proceso a través de la brida de succión. Después de que la presión aumenta gradualmente en las diferentes etapas del compresor, el gas de proceso ingresa al proceso aguas abajo a través de la brida de descarga.

Figura 1. Componentes unidad de compresión (Morales, 2019)



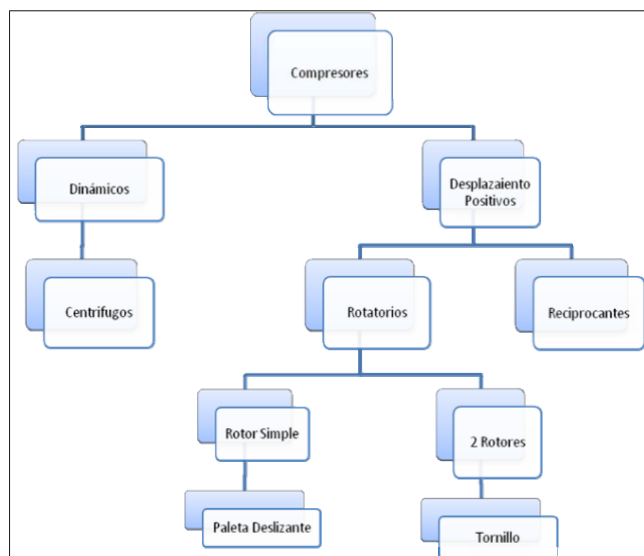
1. Rack de tubería gas refrigerante
2. Filtro de gas refrigerante
3. Caja de conexiones (corriente) cojinetes magnéticos
4. Motor-compresor
5. Caja de conexiones motor
6. Frame principal
7. Caja de conexiones (señales) cojinetes magnéticos

## Tipos de Compresores

En la industria existen muchos tipos de compresores, divididos según el principio de funcionamiento en dos grandes grupos:

- a. Compresor de flujo continuo o dinámico.
- b. Compresores de flujo activo o intermitente.

Figura 2. Tipos de compresores (Recinos, 2008) .



- Compresores centrífugos. En los compresores centrífugos, la presión se crea aumentando la velocidad del gas que pasa a través del impulsor y luego recuperándolo de manera controlada para producir el caudal y la presión requeridos. Estos compresores son generalmente homogéneos, a menos que los caudales sean muy elevados o las necesidades del proceso requieran algo más.

- Compresores de desplazamiento positivo. Tienen una capacidad constante y tienen una distribución de presión variable. La capacidad varía según la velocidad o la succión de la válvula de vacío. Además, solo hay un ligero cambio en el flujo en una amplia gama de presiones.

- Compresores reciprocantes. Los compresores Reciprocantes funcionan según el principio adiabático, en el que el gas se introduce en el cilindro a través de las válvulas de admisión, se mantiene y comprime dentro del cilindro y sale por

las válvulas de escape, en contra de la presión de descarga. Estos compresores rara vez se utilizan como una sola unidad a menos que el proceso requiera un funcionamiento intermitente.

- Compresores de tornillo. Lo principal de lo que consta un compresor de tornillo es un par de rotores de lóbulos helicoidales con una rejilla fija. Los rotores están instalados en una carcasa de hierro fundido con una entrada de gas en un extremo y una salida en el otro. Durante la rotación de los rotores, se suministran vacíos entre las cavidades del colector de admisión y un aumento de volumen provoca una disminución de la presión, llenando estos espacios con gas. Al mismo tiempo, el aceite comprimido se inyecta mediante aire comprimido en el aire de admisión; No hay bomba de aceite.

#### · Descripción del proceso

a. El gas de la línea principal del sistema de recuperación ingresa al separador de entrada con un rango de presión de 12.7 a 14.7 psi y su función específica es retener partículas de agua en estado líquido, residuos de aceite e impurezas que pueden llevar con el líquido.

b. Después de pasar por el separador de entrada, el gas ingresa al sistema de fábrica del compresor, comenzando por el filtro de succión donde se separarán las gotas de líquido, luego el gas pasa por el filtro de succión para atrapar las impurezas antes de ingresar al compresor.

c. El gas y el aceite salen por la salida del compresor y van al separador de aire-aceite donde se separan estos fluidos. El aceite y el gas van por separado al enfriador de aire para bajar su temperatura y continuar el proceso. El aceite debe enfriarse para que no pierda el lubricante y el sello en el compresor, mientras que el gas debe ingresar al sistema de drenaje a temperaturas inferiores a 140 grados Fahrenheit.

d. Cada etapa, aceite y gas, se enfría por separado en un enfriador de aire, donde se puede restaurar la viscosidad del aceite para una mayor lubricación del compresor, enfriando así la corriente de aire, parte del agua en la gasolina y una pequeña parte de la gasolina separada.

e. La eliminación parcial de la humedad del condensado se realiza mediante un scrubber, lo que nos permite reducir la carga de los tamices moleculares, ya que, como veremos más adelante, el gas que se utiliza para regenerar los tamices se recicla y se incorpora a el tubo de succión. caudal, para no desperdiciar gas. Sin embargo, debido al alto contenido de agua, este gas renovable puede provocar la transferencia de humedad en el proceso.

f. El aire comprimido se filtra a través de filtros instalados para eliminar todas las partículas líquidas, ya sea aceite del compresor o condensado, de la corriente de aire. Después de pasar por los filtros, el aire comprimido ingresa al secador de tamiz molecular, donde se seca para ser transportado a la planta de gasolina a una presión de 150 psi y un punto de rocío de -40°C.

· Controles de velocidad. Una forma de controlar estos motores es utilizar un convertidor de frecuencia, también conocido como inversor. Este sistema permite cambiar la frecuencia de funcionamiento del motor y, en consecuencia, su velocidad. Este método consiste en rectificar la señal de CA a una frecuencia fija, luego filtrarla y convertirla en una señal de CC. Mediante el uso del método PWM (\*modulación de ancho de pulso) y la aplicación de electrónica de potencia, se genera un voltaje de corriente alterna con una frecuencia controlada menor o mayor que la red eléctrica. El gobernador es un dispositivo capaz de ajustar automáticamente la velocidad o potencia del motor y realiza esta función mucho mejor que el control manual. Los reguladores de velocidad de regulación continua se utilizan en motores que deben mantener una velocidad constante mientras mantienen una carga variable.

## Identificación de posibles fallas en el control de velocidad en equipos de compresión a gas

En el caso de la Estación de Regulación y Medición de Compresión a gas, los riesgos son diversos, y se pueden dividir en varios niveles:

- Fugas.
- Incendio o conato de incendio.
- Explosión.
- Daños al equipo.
- Daños humanos.

Estos son los principales peligros potenciales que pueden afectar directa o indirectamente los factores ambientales y residenciales, por otro lado, cuando el compresor falla, es importante determinar la razón para evitar que este problema vuelva a ocurrir. Es muy importante. Por ello, enumera los principales errores que pueden cometer los compresores, cómo identificarlos y posibles soluciones. A continuación se relacionan las posibles fallas que involucran el control de velocidad en equipos de compresión a gas:

a. Retorno de Líquido. Este problema es uno de los más comunes y ocurre durante el ciclo de vida de un dispositivo. Esto sucede cuando hay un sobrecalentamiento del aire absorbente del compresor que tiende a cero. Esta succión "húmeda" puede quitar la película lubricante de las partes móviles del compresor y provocar su falla mecánica gracias a la acción de limpieza del refrigerante.

Si el líquido pasa a través de los canales de aceite internos del cilindro, puede eliminar tanto el aceite lubricante como el del pistón, lo que provoca rayaduras y sobrecalentamiento. Esta condición puede causar contaminación dentro del dispositivo.

b. Golpe de líquido. Este problema es uno de los más comunes y ocurre durante el ciclo de vida de un dispositivo. Esto sucede cuando hay un sobrecalentamiento del aire absorbente del compresor que tiende a cero. Esta succión

"húmeda" puede quitar la película lubricante de las partes móviles del compresor y provocar su falla mecánica gracias a la acción de limpieza del refrigerante.

Si el líquido pasa a través de los canales de aceite internos del cilindro, puede eliminar tanto el aceite lubricante como el del pistón, lo que provoca rayaduras y sobrecalentamiento. Esta condición puede causar contaminación dentro del dispositivo.

c. Problemas con la lubricación. La falta de lubricantes en áreas críticas está asociada con el desgaste excesivo de las piezas. Los problemas que comúnmente afectan la lubricación son:

- Dilución del aceite. Quizás el problema de lubricación más común es la dilución del aceite. Dado que el aceite tiene una alta susceptibilidad al refrigerante, durante un tiempo de inactividad prolongado, el aceite puede diluirse con el refrigerante, lo que hace que pierda muchas de sus propiedades lubricantes.

- Pérdida de aceite. Hay muchas razones para la pérdida de aceite del compresor, que incluyen: ciclo corto, alta espuma de aceite, tiempo de funcionamiento prolongado con poca carga. La pérdida de aceite impide que el cigüeñal reciba la lubricación o refrigeración necesaria, lo que provoca mucho calor y desgaste en los orificios de biela.

- Viscosidad del aceite. El compresor se sobrecalienta y el aceite resultante aumenta haciendo que el aceite pierda su viscosidad, lo que dificulta la correcta lubricación de las partes móviles.

- Contaminación del sistema. Estos son daños relacionados con el desgaste excesivo debido a daños mecánicos o sobrecalentamiento del motor. Algunos de los contaminantes más comunes que se encuentran en los sistemas de enfriamiento son: humedad, óxido, suciedad y otros.

- Humedad. La humedad es causada por el aire que ingresa al sistema cuando se conectan las líneas de

refrigerante. Otra forma en que ocurre esta condición es mediante el uso de aceite refrigerante procesado incorrectamente que se usa en lugar del aceite del compresor.

- Suciedad. Materias extrañas como suciedad, soldadura o productos químicos se combinan con el aire para crear un desequilibrio que descompone las partículas de aceite. Estos factores, junto con el calor de las altas temperaturas de descarga y las temperaturas de fricción del sistema, pueden conducir a la formación de ácidos, lodos o una combinación de ambos.
- Un punto de caliente o quemado. Esta falla se encuentra entre las bobinas o entre la bobina y tierra. Para solucionarlo, el manual recomienda verificar si el voltaje parpadea, se abulta o se cae.
- Terminales en corto circuito. Esto ocurre cuando hay una ruptura o pérdida de aislamiento entre las terminales y el cuerpo del compresor. Generalmente son causados por un apriete excesivo de las tuercas terminales.

Figura 3. Causas comunes de las fallas en equipos de compresión a gas (Torra, 2017).

CAUSA	NO. DE ACCIDENTES	% DEL TOTAL	DAÑOS A LA PROPIEDAD \$USD	% DEL TOTAL	MUERTES	ACCIDENTES
Corrosión interna	0	0,00	\$ 0	0,00	0	0
Corrosión externa	3	3,09	\$31 000	0,28	1	2
Daños por fuerzas externas	66	68,04	\$8 957 046	81,79	6	24
Construcción/errores de operación	5	5,15	\$1 027 127	9,38	0	4
Accidentes causados por operación	6	6,19	\$90 000	0,82	1	8
Otros	17	17,53	\$845 500	7,72	8	5
Total	97		\$10 950 673		16	43

### Desarrollo de estrategias para la eliminación de las fallas encontradas en el control de velocidad en equipos de compresión a gas

Una vez que el compresor está en funcionamiento, se debe desarrollar un estricto plan de mantenimiento preventivo para extender su vida útil y reducir los tiempos de inactividad innecesarios, es importante crear una hoja de

seguimiento que incluya un registro periódico de la operación del sistema. El requisito de monitorear el desempeño del equipo durante todo el año con el fin de detectar mal funcionamiento inminente, así como en caso de mal funcionamiento, esta información puede usarse para reconstruir la secuencia de eventos que pueden causar problemas.

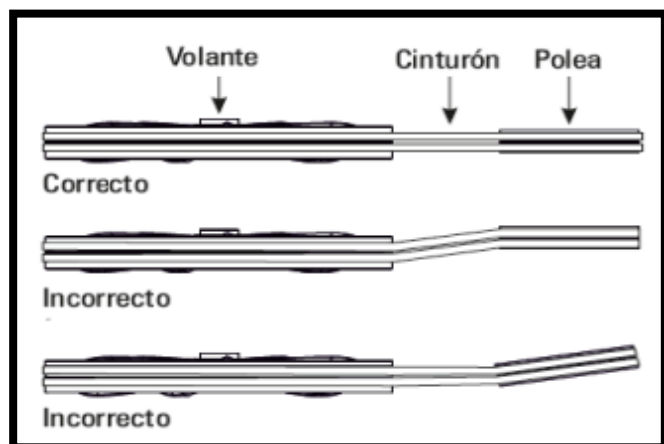
En base a las fallas identificadas se desarrolla las siguientes estrategias para eliminación de estas:

- Cambio del aceite. Cada fabricante recomienda un lubricante específico, por lo que se recomienda usar el aceite mencionado anteriormente u otro aceite con propiedades similares, ya que después de investigar mucho, aseguran que con este lubricante, la vida útil de las piezas de configuración del compresor será mejor. El aceite debe cambiarse cada 3 meses o cada 500 horas de trabajo.
- Condensado en unidad. La condensación no suele estar presente en el funcionamiento del compresor, cuando se produce debido a la alta humedad relativa del aire y cuando la temperatura en el cilindro durante la aspiración es inferior a la temperatura del aire en el aire, entonces se produce la condensación. Si se produce condensación en el aceite de la máquina, debe instalar un filtro adicional.
- Cambio del filtro de admisión. El filtro de entrada debe limpiarse una vez a la semana, y esto se hace soplando el filtro con aire comprimido desde el interior del filtro hacia el exterior, no usando una presión superior a 40 psi. Para reemplazar el filtro de entrada, abra las abrazaderas, retire el filtro de entrada de saturación y reemplácelo por uno nuevo, luego abra las abrazaderas. Reemplace el elemento del filtro cada tres meses o cada 600 horas
- Ajuste de banda: El ajuste en la banda se realiza para evitar desgaste prematuro o desliz en la banda. La tensión de la correa debe verificarse semanalmente, lo que se puede hacer rápidamente



observando un ligero arco en el lado flojo de la correa mientras la unidad está funcionando, si la correa está correctamente ajustada. Exactamente o hay una diferencia en la tensión de la correa entre 1 cm y un máximo de 2 cm o 3/8 a 1/2.

Figura 4. Ajuste Correcto de la Banda (Guataneme, 2015).



- Cambio de rodamiento. El motor eléctrico y el cigüeñal (montado en fábrica) poseen rodamientos auto lubricado. La duración o vida útil de un rodamiento está definido por el número de horas de giro a una velocidad constante, por esto su frecuencia de cambio será establecida por el fabricante del rodamiento empleado. El motor eléctrico y el cigüeñal (instalado de fábrica) contienen cojinetes auto lubricantes. El tiempo o vida útil del rodamiento está determinado por el número de horas de giro a velocidad constante, por lo que la frecuencia de cambio de rodamientos la establecerá el fabricante del rodamiento utilizado.

- Detección de fugas. Se deben revisar todas las señales de escape del sistema para detectar fugas de aire alrededor de las conexiones, válvulas, accesorios, mangueras y accesorios, utilizando una solución jabonosa cada tres meses o cada 500 horas.

- Análisis de vibraciones. Mediante el análisis de vibraciones, es posible predecir fallas en los cojinetes causadas por el desgaste de componentes como las ranuras y los elementos rodantes de los compresores alternativos; Sin embargo, no se puede esperar que la jaula del rodamiento se

quiebre o agriete cuando se utiliza esta técnica, lo que provocaría daños repentinos e inminentes en la máquina.

## CONCLUSIONES

El compresor es el corazón del sistema y el que más energía eléctrica consume en el dispositivo. Es muy importante hacer el dimensionamiento correctamente y una vez que el sistema esté funcionando, mantenerlo nivelado, para evitar problemas por exceso de presión, sobrecalentamiento, fuga de refrigerante u operar el compresor con una alta relación de compresión. Lo anterior, combinado o individualmente, conduce a una pérdida de eficiencia del sistema y la consiguiente falla del compresor.

El regulador es un mecanismo capaz de regular automáticamente la velocidad o potencia de un motor y que realiza esta función mucho mejor que un mando manual. Los reguladores de velocidad de regulación constante se utilizan en aquellos motores que deben mantener una velocidad constante a la vez que debe mantener una carga variable.

Se recomienda que, luego de determinar el daño grave, la dirección de logística proceda a la reparación del daño mencionado, ya que a pesar de que la aplicación del mantenimiento orientado a grados es en aras de la confiabilidad, la posibilidad de falla permanece oculta. por lo que tener repuestos en stock reduce el tiempo de mantenimiento en caso de mal funcionamiento.

El personal involucrado en el proceso debe recibir capacitación en mantenimiento centrada en la confiabilidad por parte de trabajadores, supervisores, gerentes y gerentes; Desde la documentación de errores del operador hasta la gestión de recursos y la corrección de fallas críticas en cuestiones de gestión y liderazgo.

Los compresores con fuentes de alimentación de velocidad controlada electrónicamente brindan una excelente oportunidad para mantener constante el aire comprimido en un rango de

presión extremadamente estrecho. Un inversor, que regula la velocidad de un motor de inducción convencional, es un ejemplo de tal solución. La capacidad del compresor se puede personalizar de acuerdo con los requisitos de aire específicos.

## REFERENCIAS

CESSGAS. (2021). Análisis y evaluación de riesgos.

EDUCAREX. (2019). Guía de prevención de riesgos por el uso del aire comprimido y máquinas portátiles neumáticas.

Guataneme, A. (2015). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo al compresor de aire doble tornillo humedecido de la empresa Los Coches Megacentro, Bogotá.

García, M. (2015). Propuesta para la creación de un plan de mantenimiento basado en el análisis modal de falla y efecto (AMEF- AMFE), aplicable a empresas de impresión y artes gráficas, Bogotá.

Gasca, C., & Veloza, C. (2016). Optimización al mantenimiento de las estaciones de servicio de la empresa surpetroil s.a.s, Bogota.

J. Sanz y C. Valdés. (2018). Determinación de modos de fallo y sus efectos en máquinas de la industria petroquímica.

Montalvo, A. (2017). Mantenimiento centrado en confiabilidad para el control de fallas en motocompresores reciprocantes, México.

Morales, C. (2019). Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa imprenta "Morales" de la ciudad de Ambato, Ecuador.

Recinos, E. (2008). Procedimientos de diagnóstico y corrección de averías en sistemas electrónicos de inyección automotriz

computarizados (gasolina), sin equipo costoso de diagnóstico., España.

Roldan, J., Ríos, I., & Isaza, M. (2014). Diseño de gestión de mantenimiento para sistemas de compresión y vacío para empresas en Colombia.

Suárez, A. (2019). Resolución de Fallas Recurrentes de Alto Impacto en Componentes de Compresores Reciprocantes Complejos.

Tamayo y Tamayo, M. (2006). El Proceso de La Investigación Científica.

Torra, D. (2017). Manual de operación de la estación de compresión de gas de la Sabana, Bucaramanga.

Valdivieso, J. (s.f.). Análisis de confiabilidad en los equipos de bombeo de aguas residuales, Cuenca.

Velez, H. (2016). Estudio de causas de falla en variadores de frecuencia bajo ambientes industriales, Bogotá.