

DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN EL ANALISIS *FMECA* Y MONITOREO MEDIANTE EL SOFTWARE AM PARA UN SISTEMA GEMI CMD BOMBAS

JUAN FELIPE RÍOS PUERTA. jriospu2@eafit.edu.co
JULIÁN GARCÉS GÓMEZ. jgarcesg@eafit.edu.co
Departamento de Ingeniería Mecánica

ÁREA DE ÉNFASIS

MANTENIMIENTO DE SISTEMAS TECNICOS

ASESOR PRINCIPAL

ESP. ING. JHON HARVY HENAO MARTINEZ

COASESOR

PHD. ING. LUIS ALBERTO MORA GUTIERREZ

SECTOR BENEFICIADO

GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEMI UNIVERSIDAD EAFIT

RESUMEN

El propósito de este proyecto es realizar un plan de mantenimiento preventivo basado en tareas proactivas en el sistema GCB¹, de igual forma desarrollar una metodología completa de análisis de fallas *FMECA*² para los sistemas de bombeo buscando como objetivo final su implementación en un software de

mantenimiento, en este caso el Software AM³.

ABSTRACT

The purpose of this project is to realize a plan of preventive maintenance based on proactive tasks in the system GCB, of equal form to develop a complete methodology of analysis of faults *FMECA* for the systems of pumping looking as final objective the implementation in a software of

¹ GCB - GEMI CMD Bombas.

² *FMECA Failure Mode, Effects Causes and Criticality Analysis* – Análisis de los Modos, los Efectos, las Causas y las Criticidades de las Fallas.

³ Administrador de Mantenimiento.

maintenance, in this case the Software AM.

PALABRAS CLAVE

Tareas proactivas, *FMECA*, software de mantenimiento.

KEY WORDS

Proactive tasks, FMECA, software of maintenance.

INTRODUCCIÓN

El análisis *FMECA* es desarrollado en un sistema de bombeo que consta de seis bombas y motores de iguales características en paralelo. Cada equipo consta además de sus respectivas protecciones, elementos de arranque y paradas, una red hidráulica y un sistema automatizado de monitoreo continuo.

Ilustración 1 Sistema de bombeo.



La solución se desarrolla mediante la inspección e identificación de

las áreas o ensambles en las cuales es más probable que se den fallas del sistema mediante herramientas de mantenimiento preventivo, tareas preactivas y mediciones del *RPN*⁴.

El estudio evalúa tres aspectos del sistema de bombeo y su operación los cuales se pueden definir como las condiciones anticipadas de operación y la falla más probable, el efecto de falla en el rendimiento, y por último, la severidad de la falla en el mecanismo evaluando la probabilidad de la falla mediante una jerarquización de cada una de las tareas a realizar en los diferentes elementos o equipos, con el fin de priorizar los esfuerzos en los equipos que más lo requieran de acuerdo con su grado de criticidad (*RPN*). (MORA,2005,188).

En la aplicación final del trabajo se realiza un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de bombeo mediante la programación de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el sistema mencionado, con el fin de detectar condiciones o estados inadecuados de esos elementos, que pueden ocasionar circunstancialmente paros en el sistema o deterioro grave de las bombas, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado del

⁴ *RPN Risk Priority Number* – Número de Prioridad de Riesgo.

sistema de bombeo para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo (MORA,2005,231).

ANÁLISIS FMECA

El análisis de los modos, los efectos, las causas y las criticidades de las fallas es una técnica empleada para cuantificar y clasificar las fallas críticas en el diseño del producto o el proceso. Comprende la identificación de todas las características funcionales y secundarias. Así mismo, se estima la probabilidad y la severidad de la falla (DUFFUAA,1996,270).

El *FMECA* es una técnica de ingeniería usada para definir, identificar y eliminar fallas conocidas o potenciales, problemas, errores, y otras fallas del sistema como procesos, diseños o servicios antes de que alcancen a llegar al consumidor (OMDAHL, 1998,27).

Las etapas de desarrollo del procedimiento *FMECA* son:

- Describir las funciones: primaria y secundarias de los equipos.
- Establecer todas las fallas funcionales reales y potenciales conocidas.
- Describir los modos de fallas.

- Evaluar las consecuencias y los efectos de cada modo de falla, con su falla y su función.
- Medir el *RPN* mediante la evaluación de la severidad, la probabilidad de ocurrencia y la posibilidad de detección.
- Establecer las acciones correctivas o planeadas.
- Realizar las tareas Proactivas.
- Medir nuevamente el *RPN* y replantear las acciones.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos, con el fin de detectar condiciones o estados inadecuados de esos elementos, que pueden ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo (PATTON,1995,17-37).

La metodología de desarrollo del plan de mantenimiento sigue los siguientes pasos.

- Definición de la máquina, mecanismo con sus partes y si es el caso componentes.
- Instructivo de las acciones a tomar.
- Frecuencia de las acciones preventivas.
- Tiempo de ejecución de cada acción.
- Jerarquización de las acciones según el nivel de mantenimiento preventivo.
- Programación de las acciones de mantenimiento preventivo (HENAO, 2005,20).

PROCESO DE DESARROLLO

Basados en la teoría expuesta anteriormente se obtuvieron 108 modos de falla en los cuales se realizó en cálculo del RPN dando como resultado unas acciones modificativas enfocadas en el elemento de sujeción entre la bomba y el motor. Luego de esto se volvió a calcular el RPN y con base en este se obtuvieron las acciones preventivas; estas acciones se ingresaron en el software AM dando como resultado el plan de mantenimiento preventivo para el sistema de bombeo.

RESULTADO

El análisis *FMECA* muestra que los modos de falla más críticos son aquellos que requieren acciones modificativas debido a que tienen defectos de diseño o montaje del

sistema. Estos modos de falla se centran en los elementos relacionados con el acople que existe entre el motor y la bomba.

TABLA 1
Modos de falla eliminados o que disminuye su ocurrencia debido a las acciones modificativas propuestas

Descripción del modo de falla	Condición
Motor desalineado con la bomba	Eliminado
Eje torcido del acople	Eliminado
Eje torcido del motor	Eliminado
La bomba ha perdido eficiencia	Disminuye
Velocidad del sistema muy baja	Disminuye
Se esta sobrecalentando el motor	Disminuye
Velocidad del sistema muy baja	Disminuye
Sello de la bomba defectuoso	Disminuye
Motor desalineado con la bomba	Eliminado
Eje torcido	Eliminado
Acople desalineado	Eliminado
Falla de potencia	Disminuye
Motor desalineado con la bomba	Eliminado
El eje de acople esta torcido	Eliminado
El sello esta defectuoso	Disminuye
Bomba pegada	Disminuye

CONCLUSIONES

El Análisis de los Modos, los Efectos, las Causas y las Criticidades de las Fallas (*FMECA*) es una metodología que permite identificar los modos de falla potenciales para un equipo, máquina y proceso.

El *FMECA* permite determinar el riesgo mediante el cálculo del *RPN* asociado a los modos de falla presentados en los equipos, máquinas y procesos industriales;

además permite realizar una jerarquización para alinear las fallas en términos de su importancia y para identificar y realizar acciones correctivas, preventivas, modificativas y preventivas con el fin de proponer tareas y acciones de mantenimiento que permitan aumentar la confiabilidad en el sistema de bombeo.

En el sistema de bombeo, la aplicación de la metodología *FMECA* permite jerarquizar y atacar las fallas más críticas eliminando y disminuyendo las más ocurrentes mediante la ejecución de tareas modificativas que permiten un mejor cumplimiento de las funciones del equipo objeto de estudio.

El propósito del mantenimiento preventivo desarrollado para el sistema de bombeo es evitar que las fallas y sus consecuencias aumenten debido a una mala planeación de mantenimiento. Para hacer esto se proponen inspecciones y mantenimientos planeados cuyo fin es que los seis sistemas de bombeo puedan operar de manera normal, sin interrupciones, el mayor tiempo posible. Un adecuado mantenimiento preventivo de los sistemas de bombeo evitará también que los costos del proyecto se eleven.

Las principales ventajas que provee un software de

mantenimiento para la administración del mantenimiento de equipos, máquinas y procesos industriales son: la consulta remota de información de tareas planadas de mantenimiento, así como la ejecución de órdenes de trabajo de tareas correctivas o modificativas desde cualquier lugar, así como la facilidad de elaborar rutinas que incluyan diagramas explicativos sobre procesos de mantenimiento.

Otra ventaja significativa del Software de mantenimiento es que permite llevar un control amplio de los equipos mediante el seguimiento de las ordenes de trabajo, la realización de un historial detallado que contenga descripción y tipo de fallas, reparaciones, acciones de mantenimiento, tiempos muertos, tiempos de reparación, costos de la reparación y frecuencias de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

DUFFUAA.S.O. Sistemas de mantenimiento "Plantación y control". Primera edición. Editorial Limusa, S.A. 2000. ISBN: 968-18-5918-9.

HENAO. Jhon Harvy. Mora Gutiérrez, Luis Alberto (Director). Modos de fallas y análisis de efectos (FMEA) aplicado al sistema de bombeo GEMI. Monografía de Postgrado en Mantenimiento Industrial. Universidad EAFIT. Colombia. 2006.

_____. Presentación
Power Point “Mantenimiento
Preventivo”. En: Acciones
Preventivas. Asignatura de
especialización en mantenimiento
industrial de la universidad EAFIT.
Julio-Noviembre. 2005.

MORA, Luis Alberto.
Mantenimiento estratégico para
empresas industriales o de
servicios. Editorial AMG. Colombia.
2005. ISBN: 95833-8218-3.

OMDAHL, T. P. Reliability
availability and maintainability
dictionary. Milwaukee: ASQC
Quality Press. Ed. 1988. ISBN:
0873890450

PATTON, Joseph D. Jr. Preventive
Maintenance. The International
Society for Measurement and
Control. Instrument Society of
America. Second Edition. USA.
1995. ISBN: 1-55617-533-7