

Diseño de modelo optimizado para el mantenimiento de equipos y procesos industriales aplicado al mantenimiento productivo total

AVILÉS-FERRERA, José Josías*†, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos, AMBRIZ-COLÍN, Fernando, FLORES-PÉREZ, José Manuel, CANO-RAMÍREZ, Jaime

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato. Carretera Valle de Santiago - Huamimaro Km. 1.2, 20 de Noviembre, 38400 Valle de Santiago, Gto.

Recibido Enero 15, 2017; Aceptado Marzo 10, 2017

Resumen

En el presente trabajo se realiza la propuesta de el diseño de un modelo optimizado para el mantenimiento de equipos y procesos industriales desarrollado en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato (UTSOE). Este proyecto consistió en investigar, diseñar y desarrollar un sistema integral que proporcione una mejor solución a los problemas que se enfrentan en la industria manufacturera, los cuales son debido a los procesos mal documentados y formatos de mantenimiento que no son eficientes. Se desarrolló el modelo de un sistema integral de mantenimiento de máquinas, equipos y procesos industriales, mediante la información recabada en diferentes medios de información tales como: libros, sitios de internet, revistas, artículos, etc. Se desarrolló una propuesta de procedimientos de mantenimiento y se crearon los formatos necesarios para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y así mejorar la metodología y la documentación para el mantenimiento a equipos y máquinas industriales.

Modelo, procedimientos, mantenimiento, formatos, metodologías

Abstract

In the present work, it realized the proposal of the design of an optimized model for the maintenance of equipment and industrial processes developed in the Technological University of the Southwest of Guanajuato (UTSOE). This project consisted of investigating, designing and developing a comprehensive system that provides a better solution to the problems faced in the manufacturing industry, which are due to poorly documented processes and maintenance formats that are not efficient. The model of an integral system for maintenance of machines, equipment and industrial processes was developed. Through the information gathered in different media such as books, internet sites, magazines, articles, etc. A proposal of maintenance procedures was developed and the necessary formats were created to carry out the maintenance activities and thus to improve the methodology and the documentation for the maintenance to equipment and industrial machines.

Model, procedures, maintenance, formats, methodologies

Citación: AVILÉS-FERRERA, José Josías, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos, AMBRIZ-COLÍN, Fernando, FLORES-PÉREZ, José Manuel, CANO-RAMÍREZ, Jaime. Diseño de modelo optimizado para el mantenimiento de equipos y procesos industriales aplicado al mantenimiento productivo total. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2017. 1-1:49-55.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: jjavilesfe@utsoe.edu.mx

Introducción

La industria moderna, tan competitiva como lo es hoy en día, debido a la globalización y a la economía, requiere de procesos bien definidos que garanticen productos de alta calidad, en el menor tiempo posible y a un bajo costo. Por lo que es necesaria la buena administración de sus procesos, recursos y de su tiempo. Esto conlleva a establecer planes de operación y mantenimiento en un tiempo bien definido, cuidando en todo momento que sus recursos materiales y humanos se encuentren en óptimas condiciones. Si estos fallaran sería catastrófico para la empresa ya que esto provocaría retrasos en sus tiempos de producción y entrega de su producto, una elevación en los costos de producción e incluso hasta su extinción en el mercado por lo que el impacto que tendría en la sociedad y la economía sería enorme.

Por lo descrito anteriormente, es importante que existan medios y métodos que ayuden a evaluar los procesos y procedimientos de operación, así como diagnosticar de forma óptima las máquinas y equipos de tal manera que garanticen que se encuentran en excelentes condiciones de operación. En la actualidad, existen métodos que ayudan a mantener y solucionar estos problemas mediante el empleo de técnicas predictivas y oportunas, tales como el mantenimiento correctivo y preventivo.

Sin embargo, las fallas de los equipos por una mala operación o deterioro de los mismos, a pesar de la existencia de un buen plan de mantenimiento preventivo, pueden llegar a provocar el retraso en la producción, incrementar los costos debido a un mayor consumo energético y hasta el paro completo de una línea de producción o una planta.

Objetivos

Objetivo General

El objetivo principal de este proyecto es: Diseñar un modelo que sea óptimo para la administración, documentación y mantenimiento de equipos y procesos industriales.

Objetivos específicos

- Desarrollar nuevas técnicas para la predicción de fallas de máquinas y equipos industriales.
- Desarrollar nuevas metodologías para la evaluación y diagnóstico de máquinas y equipos industriales.
- Implementar nuevos procesos que hacen eficiente y óptimo el uso de la energía.
- Generar procesos industriales óptimos por medio del manejo adecuado de las TIC's.
- Desarrollar nuevos modelos y mejores algoritmos que permitan al usuario tomar decisiones más rápidas y precisas con base en la exactitud de la información.

Por lo anterior, se investigó, diseño y se desarrolló un sistema integral que proporcione una mejor solución a los problemas que se enfrenta la industria manufacturera de la región del bajío, en particular del estado de Guanajuato.

Marco Teórico

El mantenimiento es una profesión que se dedica a la conservación de equipo de producción, para asegurar que éste se encuentre constantemente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de confiabilidad y que sea seguro de operar, (Díaz, 2010). Se define mantenimiento como: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.

Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes. Es el conjunto de actividades que se realizan a un sistema, equipo o componente para asegurar que continúe desempeñando las funciones deseadas dentro de un contexto operacional determinado, (Rey, 2000).

En términos generales, por mantenimiento se designa al conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual él mismo pueda desplegar la función requerida o las que venía desplegando hasta el momento en que se dañó, (Villanueva, 2006).

El Mantenimiento Productivo Total (TPM - Total Productive Maintenance) surgió en el Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta (JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción "Just in Time", la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios, (Navarro, 1997).

El T.P.M. se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, previniendo las pérdidas en todas las operaciones de la empresa: Producción, Mantenimiento, Dirección, Ingeniería, Proveedores y el Resto de departamentos. Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado y son: Mejora Focalizada, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planeado, Capacitación, Control Inicial, Mejoramiento para la Calidad, TPM en los departamentos de apoyo y Seguridad, Higiene y Medio Ambiente. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva.

Las seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamientos de las operaciones en un equipo.

El crecimiento del TPM puede dividirse en las siguientes cuatro fases de desarrollo:

- Fase 1: Mantenimiento de averías.
- Fase 2: Mantenimiento preventivo.
- Fase 3: Mantenimiento productivo.
- Fase 4: TPM

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual es mejorar cada vez más la competitividad supone elevar en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y costo de producción e involucra a la empresa en el TPM conjuntamente con el Mantenimiento de Calidad Total (TQM.- Total Quality Management), (Cruz, 1997).

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.

AVILÉS-FERRERA, José Josías, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos, AMBRIZ-COLÍN, Fernando, FLORES-PÉREZ, José Manuel, CANO-RAMÍREZ, Jaime. Diseño de modelo optimizado para el mantenimiento de equipos y procesos industriales aplicado al mantenimiento productivo total. Revista de Operaciones Tecnológicas.

- Formación y entrenamiento del personal.
La implementación está conformada por un total de cinco fases:
- Mantenimiento Autónomo. Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos.
- Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías y fallos. Se realiza mediante medidas de prevención vía rediseño-mejora o establecimiento de pautas para que no ocurran.
- Mantenimiento planificado. Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones.
- Prevención de Mantenimiento. Mediante los desarrollos de ingeniería de los equipos, con el objetivo de reducir las probabilidades de averías, facilitar y reducir los costos de mantenimiento. El objetivo es lograr un equipo de fácil operación y mantenimiento, así como la reducción del periodo entre la fase de diseño y la operación estable del equipo y la elevación en los niveles de fiabilidad, economía y seguridad, reduciendo los niveles y riesgos de contaminación.
- Mantenimiento predictivo. Consiste en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan, de tal forma que puedan programarse los paros para reparaciones en los momentos oportunos.

Entre los beneficios de su aplicación tenemos:

- a. Reducción de paros,
- b. Ahorro en los costos de mantenimiento
- c. Alargamiento de vida de los equipos
- d. Reducción de daños provocados por averías
- e. Reducción en el número de accidentes
- f. Más eficiencia y calidad en el funcionamiento de la planta
- g. Mejoras de relaciones con los clientes, al disminuir o eliminar los retrasos

Metodología de Investigación

El modelo optimizado para el mantenimiento de equipos y procesos industriales, que a continuación se muestra, es toda la parte administrativa de los procesos de mantenimiento en la industria. En éste modelo se generaron formatos tales como: alta y baja de los equipos, plan de mantenimiento, orden de trabajo, bitácora, etc., que se muestran y describen a continuación.

Procedimiento de Altas y Bajas

El formato para el procedimiento de alta y baja de máquinas y/o equipos industriales, contiene la información para que el encargado de llevar a cabo este levantamiento de equipos tenga los pasos a seguir.

Procedimiento de Alta/Baja de Máquinas y/o Equipo Industrial	
Nº	Actividades
1	El usuario llenara el formato T-01 correspondiente al alta/baja de máquinas y/o equipos Industriales.
2	El usuario llenara el formato T-09 correspondiente al alta/baja de accesorios relacionados con la máquina y/o equipo Industrial.
3	El usuario llenara el formato T-10 correspondiente al alta/baja de herramientas relacionados con la máquina y/o equipo Industrial.
4	El usuario llenara el formato T-11 correspondiente al alta/baja de equipo relacionados con la máquina y/o equipo Industrial.
5	El usuario llenara el formato T-12 correspondiente al alta/baja de proveedor relacionados con la máquina y/o equipo Industrial.

Tabla 1 Procedimiento de alta y baja de máquinas y/o equipos industriales

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento Alta/baja de accesorios	
N°	Actividades
1	El usuario llenará el formato T-09 correspondiente a la alta/baja de accesorios

Tabla 2 Procedimiento de alta y baja de accesorios

Fuente: *Elaboración propia*

Procedimiento Alta/baja de herramientas	
N°	Actividades
1	El usuario llenará el formato T-10 correspondiente a la alta/baja de herramientas

Tabla 3 Procedimiento de alta y baja de herramientas

Fuente: *Elaboración propia*

Procedimiento Alta/baja de proveedores	
N°	Actividades
1	El usuario llenará el formato T-12 correspondiente a la alta/baja de proveedores

Tabla 4 Procedimiento de alta y baja de proveedores

Fuente: *Elaboración propia*

Procedimiento Alta/baja de usuario	
N°	Actividades
1	El usuario llenará el formato T-13 correspondiente a la alta/baja de usuario

Tabla 5 Procedimiento de alta y baja de usuario

Fuente: *Elaboración propia*

Procedimiento del Plan de Mantenimiento

En la tabla 6, contiene el procedimiento del plan de mantenimiento, en el cual contiene todas las indicaciones que el encargado debe llevar acabo para realizar una actividad de mantenimiento a un equipo o máquina industrial.

Procedimiento del Plan de Mantenimiento	
N°	Actividades
1	El usuario llenara el formato T-08 correspondiente al plan de mantenimiento programando las fechas y tipo de mantenimiento que recibirá el equipo.
2	El usuario llenara el formato T-02 correspondiente a la solicitud de mantenimiento de acuerdo a las actividades programadas en el formato T-08.
3	El usuario complementará el formato T-08 de acuerdo a la solicitud de mantenimiento del formato T-02, cuando las actividades no hayan sido programadas
4	El usuario llenará el formato T-03 correspondiente a la orden de mantenimiento

5	El usuario llenará el formato T-04 correspondiente al reporte de mantenimiento
6	El usuario llenará el formato T-05 correspondiente al informe de mantenimiento
7	El usuario llenará el formato T-06 correspondiente al historial del equipo
8	El usuario llenará el formato T-07 correspondiente a la bitácora.
9	Cuando el usuario decida que el equipo no puede ser reparado se procede a la baja del mismo llenando el formato T-01 correspondiente a la alta/ baja de máquinas y/o equipos industriales.

Tabla 6 Procedimiento del plan de mantenimiento

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 7, se muestra el formato de Alta/Baja de máquinas y/o equipos industriales. Este formato ayudará a tener un mejor control del inventario de las máquinas y/o equipos de la planta.

Alta /Baja de máquinas y/o equipos industriales			F-01
Equipo:		Clave:	
Marca :	Usuario:		
Modelo:	Fecha de alta:	Fecha de Baja:	
N° Serie:	Ubicación:		
Descripción:			
Características:			
Accesorios:			
Proveedor:			
Documentos			
Clave	Nombre	Descripción	
_____ Nombre y firma de quien lo elabora			

Tabla 7 Formato de Alta/Baja de máquinas y/o equipos industriales

En la Tabla 8 se muestra el formato de la Orden de Mantenimiento, esta orden servirá para tener un control del mantenimiento de los equipos.

ORDEN DE MANTENIMIENTO		F-03
Equipo:	Usuario:	
Área:	Fecha de inicio:	
Tipo de mantenimiento:	Fecha de terminación:	
Descripción:		
Accesorios:		
Herramientas:		
Equipo de seguridad:		
Información:		
Responsable:	Actividades:	
Asistente:	Actividades:	
Responsable:	Actividades:	
Asistente:	Actividades:	
_____ Nombre y firma del Jefe		_____ Nombre y firma del responsable

Tabla 8 Orden de trabajo para llevar a cabo las actividades de mantenimiento

En la Tabla 9 se muestra el formato del reporte de mantenimiento. Este reporte indicará cuales son las características de los equipos, su diagnóstico y mantenimiento.

Reporte de Mantenimiento		F-04
Equipo:	Fecha:	Hora:
Usuario:		
Diagnóstico:		
Actividades:		
Observaciones:		
Recomendaciones:		
Estado del equipo:		
_____ Nombre y firma responsable		_____ Nombre y Firma del Jefe

Tabla 9 Formato de reporte de mantenimiento

En la tabla 10, se muestra el formato del informe de mantenimiento. En este informe se describirá la condición actual del equipo, su historial y mantenimiento.

INFORME DE MANTENIMIENTO		F-05
Equipo:		
Usuario:		
Fecha:	Hora:	
Falla:		
Responsable:	Fecha:	Hora:
Actividades:		
Observaciones:		
Estado actual del equipo:		
_____ Nombre y firma del encargado		_____ Nombre y firma del Jefe

Tabla 10 Formato del informe de mantenimiento

En la Tabla 11 se muestra el formato del Plan de mantenimiento. Este formato sirve para programar los mantenimientos preventivos de los equipos de la planta.

PLAN DE MANTENIMIENTO									F-08
Equipo	Fecha de Inicio	Hora de inicio	Fecha de Terminación	Hora de Terminación	Tipo de Mantenimiento	Actividades	Recursos P/A/H/E	Observaciones	Estado

Tabla 11 Formato del Plan de mantenimiento

Resultados

Al llevar a cabo este diseño de modelo optimizado para el mantenimiento de equipos y procesos industriales, se realizó una comparación con los sistemas actuales con los que operan las empresas actuales para llevar a cabo el mantenimiento a los diferentes equipos y maquinas industriales. En tabla de la Tabla 12, se muestra la comparación entre los modelos actuales de mantenimiento y el modelo propuesto.

Modelos	MODELO DE MANTENIMIENTO ACTUAL	PROPUESTA DE MODELO OPTIMIZADO DE MANTENIMIENTO
Formatos	Número inadecuado de formatos (Muchos, Ninguno)	Número adecuado de formatos.
Información de los equipos en los formatos	Contienen poca información de los equipos.	Contiene toda la información necesaria de los equipos.
Control de formatos	No se tiene un buen control de formatos	Se tiene un buen control de formatos
Mejor administración de los procesos mantenimiento	No tiene muy buena administración de los procesos de mantenimiento.	Se tiene mejor administración de los procesos de mantenimiento.

Figura 6 Comparación del modelo propuesto con modelos actuales

Conclusiones

Mediante la investigación desarrollado en diferentes medios, se pudo llevar a cabo el diseño de modelo optimizado para el mantenimiento de equipos y procesos industriales, el cual contiene toda la parte administrativa de los procesos de mantenimiento. Estos formatos llevados a cabo contienen toda la información relevante para realizar los diferentes tipos de mantenimiento, además de que se tiene formatos para controlar la alta y baja de los equipos, como también se realizó los formatos para mejorar el control de los proveedores que en un futuro se ocupen para realizar una compra de refacciones, equipo, etc.

Con la comparación que se llevó cabo del modelo que se propone en un futuro se podrá aplicar en la industria manufacturera y tal vez los tiempo para llevar acabo labores de mantenimiento se reduzcan drásticamente, este es el objetivo principal de este modelo propuesto de mantenimiento a equipos industriales.

Referencias

Cruz Rabelo, E. M., (1997). *Ingeniería de Mantenimiento*. Nueva Librería

Díaz Navarro, J., (2010). *Técnicas de mantenimiento Industrial*. Mexico. CECSA

Navarro Elola, L., (1997). *Gestión Integral de Mantenimiento*. Marcombo

Rey Sacristan, F., (2000). *TPM*. Mexico: Alfaomega

Villanueva, D., (2006). *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. Continental