

Título: Propuesta de procedimiento para determinar la política de mantenimiento a partir de análisis de criticidad del equipamiento productivo de los centrales azucareros.

Title: Procedure proposal for determining the maintenance policy out of the criticality analysis of productive equipment in sugar mills.

AUTORES

MSc. Ing. Aramis Alfonso Llanes: Profesor Auxiliar, Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo.

UCLV. Cuba. e-mail: aramisll@fce.uclv.edu.cu

Dr. Ing. Hugo Granela Martín: Profesor Titular, Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo.

UCLV. Cuba. e-mail: hurgan@uclv.edu.cu

MSc. Ing. Kely Hernández Pascual: Profesora Auxiliar, Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo.

UCLV. Cuba. e-mail: khernandez@fce.uclv.edu.cu

RESUMEN

En el trabajo se expone un procedimiento que basado en el nivel de criticidad del equipamiento productivo de los centrales azucareros, definido a partir de la selección de las principales variables que caracterizan su entorno, permite determinar la política de mantenimiento más recomendable; todo ello enfocado a lograr un mejoramiento considerable en la gestión del mantenimiento de los mismos. La propuesta destaca la inserción de elementos novedosos a la hora de evaluar algunas de las variables utilizadas y un grupo de acepciones para el caso de los entornos de producción continua, quedando demostrado la posibilidad de determinar la variante de mantenimiento más adecuada para cada equipo de la empresa azucarera combinando la clasificación de sus fallos y su nivel de criticidad.

Palabras claves: Mantenimiento, análisis de criticidad, tipos de mantenimiento.

ABSTRACT

The paper outlines a procedure based on the level of criticality of the productive equipment in sugar mills, a proposal defined by the selection of the main variables that characterize its environment, determines the maintenance strategy recommended, all focused to achieve a significant improvement in the management of maintaining them. The proposal stresses the insertion of innovative methods to assess some of the variables used and a group of meanings in the case of continuous production environments, being demonstrated the possibility to determine the most appropriate maintenance variant for each equipment in the sugar mill combining the classification of their failures and their criticality level.

Key Words: Maintenance, criticality analysis, types of maintenance.

INTRODUCCIÓN

Ante las nuevas reglas de producción y la importancia que se le concede a la actividad integral de mantenimiento para el logro de esta, varios autores^{2,4,7,8} han coincidido que, en principio, no es justificable pensar que todo el equipamiento de una industria azucarera debe estar sujeta a un único tipo de mantenimiento. Cada equipo ocupa una posición diferente en el proceso industrial, y tiene unas características propias que lo hacen diferente del resto, incluso de otros equipos similares.

Por todo lo anterior es evidente que en el proceso de mejoramiento del desempeño de la actividad de mantenimiento se hace necesario disponer de un procedimiento de toma de decisiones que, basado en una serie de variables características del contexto operacional del equipamiento, permita determinar qué política de mantenimiento debe emplearse en la reparación de cada equipo, de manera que se garantice un adecuado desempeño del proceso productivo, constituyendo éste el objetivo principal del presente artículo.

DESARROLLO

No basta con conocer los diferentes tipos y filosofías de mantenimiento que existen, también es necesario saber aplicarlos consecuente y racionalmente al sistema en su conjunto, con el objetivo de decidir sobre el tipo de mantenimiento más apropiado en cada caso. Para tomar esta decisión se han presentado disímiles propuestas, las mismas pueden dividirse en dos tendencias fundamentales, la primera está relacionada a la presentación de metodologías que, considerando varios factores, permiten decidir directamente la política de mantenimiento a seguir en cada situación específica, mientras que ha tomado mucho auge una segunda estrategia consistente en la determinación del nivel de criticidad de cada activo dentro del proceso productivo para luego, en función de éste, asignar la política de mantenimiento que resulte pertinente.

Procedimiento para la determinación de la política de mantenimiento

Siguiendo una de las tendencias más utilizadas en la actualidad para estos fines se ha decidido establecer el procedimiento mediante la realización de tres pasos fundamentales: 1) Clasificación del equipamiento, 2) Clasificación de los fallos y, 3) Propuesta de variantes de mantenimiento. A continuación se desarrollará cada uno de estos pasos.

A) Clasificación del equipamiento

Evaluada todas las variantes de clasificación expuestas en la literatura especializada sobre el tema^{2,6,7,8} se decidió asumir la codificación en tres clases, denominadas: Clase "A", Clase "B" y Clase "C"; alta, mediana y baja criticidad, respectivamente.

Para alcanzar la clasificación de cada equipo se propone un algoritmo que alcanza este objetivo en dependencia del valor de cada una de las variables contenidas en el mismo (ver figura 1), variables que van a caracterizar el entorno operacional en que se desempeña el equipamiento estudiado. La selección de las variables de decisión se ha realizado considerando las propuestas presentadas en la

literatura^{1,3,5,10}, los resultados alcanzados en estudios prácticos realizados por los autores del presente trabajo, y la consulta a expertos, introduciendo determinadas acepciones para líneas de producción continua, muy frecuentes estas en las empresas productoras de azúcar.

A continuación se definen las variables consideradas en el algoritmo de decisión, así como los posibles efectos que ante un fallo del equipamiento se pueden presentar en cada una de ellas.

Seguridad: capacidad del fallo del equipo de ocasionar daño a las personas que se encuentran en la zona donde opera el equipo o en general al medio ambiente.

Nivel 1: el fallo del equipo provoca efectos graves sobre los operarios y/o sobre el medio ambiente.

Nivel 2: el fallo del equipo trae consigo riesgos para los operarios y/o para el medio ambiente.

Nivel 3: el fallo del equipo no trae riesgos para los operarios ni afecta el medio ambiente.

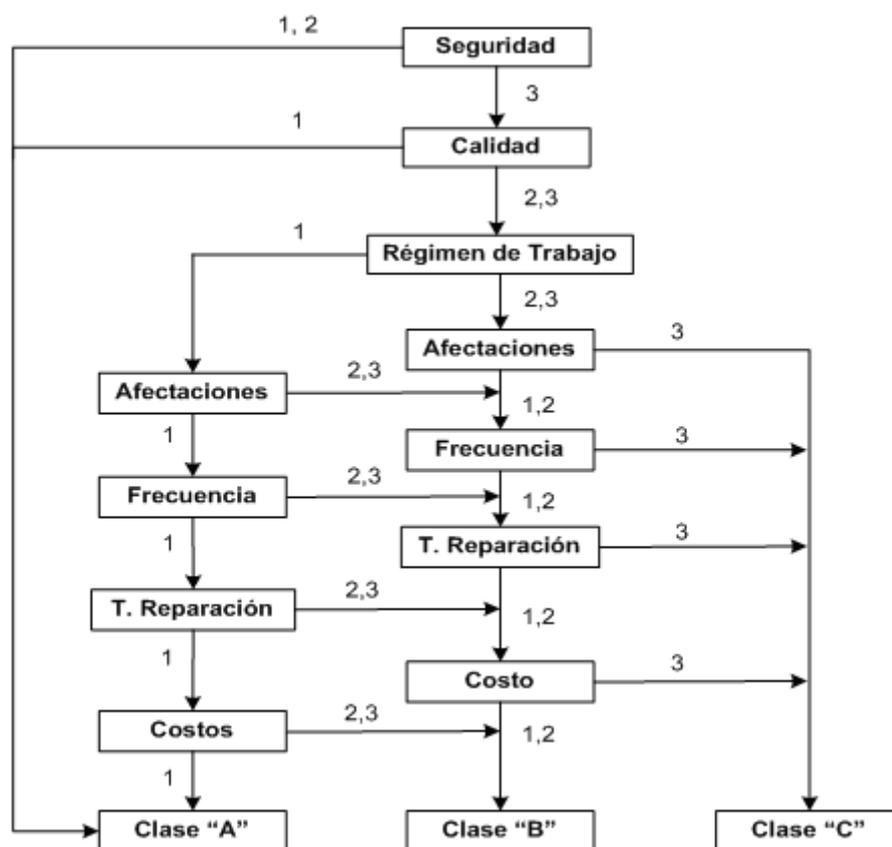


Figura 1. Algoritmo de clasificación de los equipos. Fuente: elaboración propia

Calidad: nivel de afectación a la calidad del producto que conlleva el fallo del equipo.

Nivel 1: el fallo del equipo provoca producciones defectuosas sin posibilidades de reprocesamiento.

Nivel 2: el fallo del equipo afecta la calidad del producto pero el mismo puede ser reprocesado.

Nivel 3: el fallo del equipo afecta ligeramente o no afecta la calidad del producto.

Régimen de trabajo: cantidad de tiempo que opera el equipo en la jornada de trabajo.

Nivel 1: el equipo es utilizado intensivamente

Nivel 2: el equipo es utilizado medianamente

Nivel 3: el equipo es de uso ocasional o de baja utilización

Afectaciones: se asocia a la capacidad del fallo de interrumpir de forma total o parcial el equipo.

Nivel 1: el fallo del equipo provoca la interrupción total de la producción.

Esta situación se puede ocasionar cuando coinciden las dos situaciones siguientes:

- ❖ El fallo se presenta en el equipo limitante de la planta o en un equipo de una línea de producción continua
- ❖ El equipo que falla es redundante y existe la probabilidad de un fallo múltiple. Este caso se presenta cuando el equipo de reserva (B) falla mientras el equipo base (A) aún se encuentra averiado, o sea, el Tiempo Medio de Reparación del equipo “A” es mayor que el Tiempo Medio Entre Fallos del equipo “B” [$TMR_A > TMEF_B$].

Nivel 2: el fallo del equipo provoca la interrupción de un sistema o unidad importante.

Nivel 3: el fallo del equipo no afecta la producción.

Esta situación se puede ocasionar cuando ocurre alguna de las situaciones siguientes:

- ❖ El fallo se presenta en un equipo auxiliar o en un equipo cuyo nivel de utilización es medio o bajo.
- ❖ El fallo se presenta en un equipo redundante y su falla no afecta el proceso de producción. Esta situación se presenta cuando el Tiempo Medio de Reparación del equipo “A” es menor que el Tiempo Medio Entre Fallos del equipo “B” [$TMR_A < TMEF_B$], o sea, el equipo de reserva asume la producción mientras al equipo base se le reestablecen sus condiciones de funcionamiento.

Frecuencia de fallos: cantidad de fallos de cualquier componente del sistema por período de utilización (fallos/unidad de tiempo), medido a través de la “tasa de fallas” (λ).

Nivel 1: muchas paradas ocasionadas por los fallos

Nivel 2: paradas ocasionales

Nivel 3: paradas poco frecuentes

Tiempo de Reparación: tiempo necesario para reparar la falla.

Nivel 1: el tiempo promedio de reparación del equipo ante un fallo es elevado

Nivel 2: el tiempo promedio de reparación del equipo ante un fallo es moderado

Nivel 3: el tiempo promedio de reparación del equipo ante un fallo es pequeño

Costo de reparación: costo asociado a la reparación del fallo presentado.

Nivel 1: el costo promedio de reparación del equipo ante un fallo es elevado

Nivel 2: el costo promedio de reparación del equipo ante un fallo es moderado

Nivel 3: el tiempo promedio de reparación del equipo ante un fallo es pequeño

Aunque para algunas variables (tiempo de reparación, frecuencia de fallos, costo de reparación y régimen de trabajo) los niveles que caracterizan su comportamiento ante un fallo del equipamiento han quedado definidos solo de manera teórica se debe determinar, para cada situación específica a

la hora de aplicar el algoritmo, en dependencia del comportamiento histórico del sistema productivo analizado, el intervalo numérico que caracteriza cada nivel de la variable.

Para la evaluación de cada variable es de crucial importancia que la empresa disponga de un sistema bien preciso de estadística de fallos, lo cual facilitará realizar cálculos “*exactos y absolutos*”.

B) Clasificación de los fallos

Para la clasificación de los fallos se propone utilizar la propuesta realizada por los autores^{2,11} basada en la periodicidad y facilidad de detección del fallo, siendo definidos como sigue:

- Periódicos de Fácil Detección (PFD)
- Periódicos de Difícil Detección (PDD)
- Aleatorios Poco Frecuentes (APF)
- Aleatorios Muy Frecuentes (AMF)

Para lograr la clasificación de los fallos sobre esta base se pueden emplear diferentes vías, las más utilizadas son el análisis del comportamiento histórico de los equipos (estadística de fallos), la técnica cualitativa de FMECA (*Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*) y los métodos de trabajo en grupo (trabajo con expertos).

C) Propuesta de variantes de mantenimiento

Teniendo en cuenta las características propias de cada tipo de mantenimiento (ventajas, desventajas y condiciones de aplicación) se han decidido las políticas de mantenimiento a considerar, así como su orden de prioridad según la estrategia trazada para cada clase y el tipo de fallo que se presente (ver tabla 1), siendo estas las que se definen a continuación:

1. Mantenimiento preventivo con base en la condición
2. Mantenimiento preventivo basado en el tiempo
3. Mantenimiento contra avería
4. Mantenimiento de mejora

Tabla 1 Variantes de mantenimiento propuestas. Fuente: elaboración propia

Clase	Clasificación de los fallos			
	PFD	PDD	APF	AMF
“A”	1, 2, 4	2, 1, 4	1, 4	1, 4
“B”	2, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	2, 3, 4
“C”	2, 3	2, 3	3	3

Se puede concluir que a la hora de decidir la aplicación de la tarea de mantenimiento propuesta, primeramente se debe analizar si existen todas las condiciones técnicas para su implementación (factibilidad técnica) y luego analizar su factibilidad desde el punto de vista económico. El incumplimiento de alguno de estos factores puede dar al traste con la realización de la tarea que se esté considerando y entonces pasar a analizar la que le sigue en prioridad.

Un elemento importante a considerar cuando se realizan análisis de este tipo relativos al equipamiento productivo lo constituye el tipo de producción continua dado que en estos sistemas es necesario analizar la línea de producción como una sola máquina debido a la interdependencia y sincronización que existe entre los diversos equipos que la conforman (Ejemplo: etapa de Molienda de un Central Azucarero), pues el fallo de uno de ellos causa la parada total del proceso sin importar la posición que ocupe en la línea, a menos que se disponga de unidades de reserva para cubrir los picos de demanda. Estas características de la producción continua van a surtir efectos en varias de las variables del algoritmo presentado, dígase: régimen de trabajo, afectaciones, calidad y frecuencia.

En este caso, según criterios de los autores del presente trabajo, se deben considerar los elementos siguientes:

- Bajo ninguna circunstancia se debe proponer una política de mantenimiento contra averías para un equipo catalogado como clase “A”.
- Dado que, a pesar de realizar el mantenimiento preventivo las acciones correctivas son inevitables, tanto el personal, las piezas de reposición como la documentación deben estar disponibles para planear trabajos no programados en las unidades críticas.

CONCLUSIONES

1. En la actualidad la mayoría de los autores consideran evidente que, a nivel empresarial no se debe optar por una sola política de mantenimiento, sino que deben aplicarse varios de ellos empleando para esto criterios de selección generalmente a nivel de máquina.
2. Quedó demostrado la posibilidad de determinar la variante de mantenimiento más adecuada para cada equipo de la empresa azucarera combinando la clasificación de sus fallos y su nivel de criticidad, fijado a través del análisis de las variables que valoran su impacto en el proceso productivo del que forman parte.
3. Es de vital importancia contar con un registro histórico suficiente y confiable sobre los fallos del equipamiento así como de los costos de su mantenimiento que garantice una toma de decisiones efectiva.

FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS

1. Alsyouf, I. [2004] “Cost Effective Maintenance for Competitive Advantages”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Filosofía. Universidad de Vaxjo, Suecia.
2. Borroto Pentón, Yodaira. [2005] “Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia Villa Clara”. Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas. UCLV. Santa Clara, Cuba.
3. Cardoso de Moraes, Vivian. [2004] “Metodologia de priorizaçãõ de equipamentos médico-hospitalares em programas de manutençãõ preventiva”. Tesis en opción al grado académico de Máster en Ingeniería Biomédica. Universidad de Campiñas. Brasil.
4. Christensen, C [2006] “Criticidad de equipos”. www.clubdemantenimiento.com.ar

5. De Freitas Cordeiro, L. A. [2005] “Ferramenta de seleção de fornecedores e formação de rede de fornecimento – aplicação na área de itens estampados”. Tesis en opción al grado académico de Máster en Ingeniería de Producción. Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Brasil.
6. García Garrido, S. [2003] “Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial”. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España. pp. 348
7. González Danger, A. H; Hechavarría Pierre, L. [2001] “Metodología para seleccionar sistemas de mantenimiento”. Revista Club de Mantenimiento # 8; año 2, marzo, 2001. Disponible en: <http://www.datastream.net/latinamerica/mm/articulos/club.asp>
8. Huerta Mendoza, R [2006] “El Análisis de Criticidad, una Metodología para Mejorar la Confiabilidad”. Curso dictado en el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG). Disponible en: www.iapg.org.ar.
9. Moubray, J. M. [2004] “Reliability Centered Mientenance (RCM). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”. Editorial Aladon Ltd. Gran Bretaña. pp. 435.
10. Torres, J. [1997] “A MCC-Manutenção Centrada na Confiabiidade e o Capítulo-4 do Manual de directrizes da linha seg: Uma proposta para racionalização das tarefas e redução do custo de manutenção”. II Seminario de Manutenção CEMAN, Brasil.

Fecha de Presentación del Artículo: