

TITULO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FIABILIDAD OPERACIONAL DE LAS ÁREAS DE GENERACION DE VAPOR Y MOLINOS EN LA EMPRESA MIELERA SIBONEY.

TITLE: A COMPARISON STUDY OF THE OPERACIONAL RELIABILITY BETWEEN STEAM GENERATOR AND MILLING PLANT AREAS IN THE MOLASSE ENTERPRISE SIBONEY.

Autores: MSc. Maria de Lourdes de la Cruz Aragonese*; Ing. Abdel Rivera Martín*; Ing. Janet Hernández Carbó*; Dra. Martha Nápoles García*; Dr. C Erenio González Suárez.**

***Universidad de Camaguey, email: maria.delacruz@reduc.edu.cu**

****UCLV**

Resumen

En este trabajo se hace una comparación de la fiabilidad operacional de dos importantes áreas del sistema termo energético en la Empresa Mielera Siboney, ubicada en el municipio Sibanicú de la provincia de Camaguey. Ambas áreas demuestran igual comportamiento de conflicto a través del análisis estadístico realizado y los resultados de los indicadores de fiabilidad, que demuestran la imposibilidad de llevar a cabo el mantenimiento preventivo.

Palabras claves: fiabilidad, mantenimiento preventivo, generadores de vapor, molinos

Abstract:

This paper deals with a comparison between milling plant and steam generation areas for obtaining operational reliability results and effectiveness of preventing maintenance in both cases. Both areas have the same conflicted behavior by statistical analysis and reliability indexes and demonstrating it is not possible to carry out preventing maintenance.

Key words: reliability, preventing maintenance, steam generator, milling plant.

Introducción.

La industria azucarera cubana desde hace varios años se encuentra inmersa en profundos cambios técnicos, tanto a nivel de cada industria como a nivel de país, tomándose en consideración numerosos aspectos que incluyan la economía y el medio ambiente, como resultados importantes a tener en cuenta en las decisiones. En estos estudios de reingeniería que se realizan en las fábricas existentes en todo el país se han utilizado técnicas del análisis de procesos, desarrollándose metodologías que brindan resultados más confiables pues incluyen el riesgo, la incertidumbre y la fiabilidad como elementos importantes para que los rediseños se acerquen más a las condiciones reales del sistema analizado y su entorno.

En el caso específico de la fiabilidad, su estudio se vincula a prevenir los fallos de forma tal que las pérdidas económicas, ecológicas y humanas se disminuyan. La industria, por tanto prevé desde el diseño estos problemas de las fallas, incluyendo la fiabilidad de los equipos en los cálculos. Otro tanto ocurre en la operación, la que se garantiza a través de la planificación correcta del mantenimiento preventivo de forma tal que la parada del proceso sea planificada, anticipándose al fallo(5).

En la literatura existen estudios de evaluación de la calidad del mantenimiento preventivo(5), aspecto este que aparece también incluido en las normas. Por la importancia que tiene este en los estudios inversionistas de la industria azucarera, se realiza el siguiente trabajo en la Empresa Mielera Siboney

MATERIALES Y MÉTODOS.

DESCRIPCIÓN DEL ESQUEMA TERMOENERGETICO

El central Siboney se encuentra situado en el municipio de Sibanicú, provincia de Camagüey, produciendo azúcar crudo con una norma potencial de 160000@/día. Hasta la zafra 2005 2006 tenía las siguientes características: El área de extracción está formada por cuchillas y niveladoras para la preparación de la caña, y una desmenuzadora acompañada por cinco molinos accionados por tres máquinas de vapor con una presión de escape de 6 lb/plg². En la generación de vapor

interviene una caldera RETAL con una capacidad máxima de generación de vapor de 45 t/h, esta trabaja con bagazo, aunque su diseño le permite trabajar con petróleo en ocasiones, según la estabilidad energética existente.

La planta eléctrica cuenta con un turbogenerador de 1500 KW/h de potencia, consumiendo vapor de alta presión procedente de la caldera a 12.65 Kg/cm² y expulsando un vapor de 10 lb/plg².

El área de evaporación tiene un pre-evaporador con una superficie calórica de 696.77 m² (7500 pie²). El mismo es el encargado de suministrar vapor secundario de 6 lb/plg² conjuntamente con las maquinas de vapor que intervienen en el movimiento de los molinos. Este vapor es consumido por los tres calentadores de jugo mezclado, el cuádruple efecto y los tachos. En caso de que el vapor no sea suficiente se reduce de la línea de escape dicha presión para satisfacer el consumo de estos equipos. El cuádruple efecto esta compuesto por vasos de 5000 pie² de superficie calórica y los intercambiadores de calos son del tipo Webre, de tres cuerpos cada uno conectados en serie.

Para suplir el déficit de vapor de escape al pre-evaporador existe una válvula reductora, que conecta la línea de alta presión con la de baja, para facilitar el consumo de dicho equipo, además este vapor es sometido también a una posterior reducción en la medida de las necesidades, para obtener el vapor de 6 lb/plg² que consumen los equipos que se mencionaron anteriormente, teniéndose además una tercera válvula reductora para garantizar el consumo de las máquinas de vapor, pues la presión de trabajo de las mismas no es la de vapor directo.

ANÁLISIS DE LAS FALLAS. SU CLASIFICACIÓN. COMPARACIÓN ENTRE ÁREAS DE MÁS CONFLICTO.

Para demostrar la efectividad del mantenimiento preventivo en las dos áreas más conflictivas que se detectaron (Generadores de Vapor y Molinos), se utilizó el Software Statgraphics Plus, con el cual se realizó la prueba de hipótesis con los tiempos de duración de los fallos entre la zafra del 99-00 donde no se utilizó el tratamiento magnético en la caldera y con las posteriores

zafra del 2000 al 2006 donde si se aplicó. Las áreas donde hay mayor número de fallos es en el área de molinos y en el área de generadores de vapor, pudiendo deberse esto a numerosas causas.

Se realiza entonces una prueba de hipótesis con el Software Statgraphics Centurión XV para ver si existen diferencias significativas entre ambas de forma tal que pueda inferirse sobre la calidad del mantenimiento preventivo y sobre la obsolescencia de los equipos o sobre problemas operacionales, aspecto este que se valora en el epígrafe siguiente.

A continuación se procede a aplicar la metodología propuesta por Mojícar y colaboradores (5) para evaluar la calidad del mantenimiento preventivo en el área de molienda..

Con la utilización de la metodología para el cálculo de los indicadores de fiabilidad, que permite valorar el comportamiento y efectividad del mantenimiento preventivo, descrita en (5), presenta a continuación un ejemplo donde se toman los fallos del área de molinos asociados a las seis zafra estudiadas en este trabajo y su tiempo de duración, tomándose 160 días como referencia. La información necesaria se muestra de forma organizada en la siguiente tabla#1.

Tabla # 1. Número de fallos distribuidos en el tiempo.

Tiempo(t)	20	40	60	80	100	120	140	160
Zafra 6 (05 – 06)	8	2	3	2	2	1	0	0
Zafra 5 (04 – 05)	7	1	5	2	0	0	0	0
Zafra 4 (03 – 04)	4	16	3	0	0	0	0	0
Zafra 3 (02 – 03)	6	0	2	1	0	0	0	0
Zafra 2 (01 – 02)	4	1	2	1	2	2	0	0
Zafra 1 (00 – 01)	2	2	2	2	3	2	1	2

De esta forma se determina por la ecuación:

$$N(t) = \frac{1}{z} \times \sum(m_z)$$

Obteniéndose los valores registrados en la tabla .

Tabla #2.Valores reales de flujo de fallos N(t).

N(t)	0	5.17	8.83	11.7	13	13.8	14.17	14.33	14.67
t(días)	0	20	40	60	80	100	120	140	160

Donde:

N(t): flujo de fallos, (fallos / unidad de tiempo).

Z: cantidad de zafras, (adimensional).

m_z: número de fallos en cada zafra desde t = 0 hasta t = 160, (adimensional).

Con estos valores se realiza el ajuste a una distribución Weibull biparamétrica teórica, utilizando el software Curve Expert 1.3 en su versión V1.34 el cual es un sistema de ajuste para Windows con el siguiente registro: Copyright© 1995 – 1997 by Daniels Hyams, All Rights Reserved. Portions copyright Microsfot Corpration, 1993.

Este software brinda la posibilidad de ajustar diferentes tipos de curvas, la función potencial de estructura:

$$Y = a \times X^b$$

De esta forma por analogía se pueden obtener los valores de los parámetros de Weibull una vez determinados por el ajuste a y b. Los resultados aparecen a continuación:

$$\theta = 0.17$$

$$\beta = b = 0.4022$$

Se obtiene entonces el modelo de Weibull

$$N(t) = \left(\frac{t}{0.17} \right)^{0.4022}$$

Con estos resultados se procede al cálculo de los indicadores de fiabilidad para la evaluación del mantenimiento preventivo, los cuales según la bibliografía consultada se determinan como sigue (Norma Cubana: 92-30 de 1981) y según (5).

Tabla #3. INDICADORES DE FIABILIDAD.

Probabilidad de no ocurrencia de fallos.	R(t)	$\exp-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta$	$1.51 * 10^{-7}$
Frecuencia media de fallos.(1/ h)	w(t)	$\frac{t^{\beta-1}}{\theta^\beta}$	0.098
Tiempo medio entre fallos (h).	TMEF(t)	$t^{1-\beta} * \theta^\beta$	10.188482

De forma similar se procede al cálculo de los indicadores para el área de generación de vapor, y la comparación de estos aparece en la tabla siguiente:

-Comparación de los indicadores de fiabilidad entre las áreas de mayor conflicto.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los indicadores de fiabilidad de las áreas de generadores de vapor y molinos, en ella se puede apreciar la situación catastrófica que existe en las mismas.

Podemos observar que el tiempo medio entre fallos en generadores de vapor es de 29.4391886 h, lo que significa que ocurre un fallo cada 1 día y 5 horas, similarmente ocurre en el área de molinos donde la situación es más crítica donde cada 10.188482 h ocurre un fallo.

Tabla#4 .Indicadores de fiabilidad en las áreas de más conflicto.

	Generadores de vapor	Molino
R(t)	0.00875729	1.51×10^{-7}
W(t)(1/h)	0.03396833	0.098
TMEF(h)	29.4391886	10.188482

Conclusiones:

- El análisis de los fallos durante 6 zafra en la Empresa Mielera Siboney reporta que las áreas de mayor conflicto son: generadores de vapor y molinos.

- El efecto del mantenimiento preventivo tanto en generadores de vapor como en molino es nulo, demostrado por los indicadores de fiabilidad, la probabilidad de no ocurrencia de fallos en generadores de vapor es de 0.00875729 y en molinos de 1.51×10^{-7} , la frecuencia media de fallos en generadores de vapor es de 0.03396833 y en molinos 0.098, y el tiempo medio entre fallos en generadores de vapor es de 29.4391886 h y en molinos 10.188482 h.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Fluid Force- Water conditioners, Water magnetic treatment, Water <www.fluidforce.com>, 2003.
2. GHURMAN, V. E. Problemas de la Teoría de las Probabilidades y de Estadística Matemática/ V. E Ghurman, URSS: Editorial MIR, 1975, -364p.
3. Introducción a la incertidumbre de las mediciones. (s.I: s.n, s.a.- s.p).
4. Introducción al acondicionamiento magnético de fluidos, Manuatec. <http://www.nodisa.net/ Manuatec>, 2003
5. MOJÍCAR, S ; De La Paz, Estrella.: Estimación de los índices de fiabilidad mediante el Análisis del flujo de fallo en los artículos reparables de la industria azucarera Segismundo Mojícar; Estrella de la Paz, Centro Azúcar 28 (4): 58 63, octubre- diciembre, 2001.
6. ORO RIVERA, O; Sáez,R : Caracterización de instalaciones generadores de vapor. / Osniel Oro Rivera, Rodolfo Sáez Crombet, Trabajo de Diploma, Camagüey, Universidad de Camagüey, 1999.-120p.
WALPOLE, R „E ...[et.al]: Probabilidad y estadística para ingenieros./ R E WALPOLE...[et.al], México:[s.n], 1999.