**ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA; INDISPENSABLE EN INGENIOS COGENERADORES**

Por

Omar Escobar. \*

Jefe Administrativo de Fábrica

Ingenio La Unión S.A., Guatemala

[oescobar@launion.com.gt](mailto:oescobar@launion.com.gt)

**PALABRAS CLAVE:** Energía Eléctrica, Cogeneración, Eficiencia Energética, Optimización.

**RESUMEN**

La energía eléctrica forma parte de los costos directos de la fabricación de azúcar por lo que así debe ser evaluada. Desde el año 1995 Ingenio La Unión vende su excedente de energía a la red eléctrica nacional, actualmente con 147 millones de kilovatios hora en época de zafra. En el presente artículo se plantea una metodología para la Industria Azucarera, utilizada en La Unión que inicia con Cuantificar**;** es decir conocer en forma exacta la cantidad de energía consumida en cada una de las áreas de la planta industrial. Luego se evalúa su costo en cada una de los procesos tal como se los cobraría una Empresa Eléctrica externa, se evalúa también la cantidad consumida de energía por tonelada métrica de caña molida y como un último paso esta la optimización; donde se plantean proyectos con objetivos alcanzables y se utiliza un concepto novedoso que es el “Índice de Mejora en el Desempeño” para medir su eficacia. Esta herramienta de gestión sin duda será indispensable en Ingenios Cogeneradores ya que cada kWh ahorrado será vendido a la red eléctrica nacional y no desperdiciado.

**INTRODUCCIÓN**

La “Administración” es un proceso que en las empresas nos permite planificar, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos y en este caso de gestionar la energía. El uso eficiente de la energía es evitar el consumo de aquella energía que no aporta mejor confort o no contribuye en lograr una mayor producción. En un mundo que cuenta con recursos naturales finitos y demanda creciente de energía es necesaria una metodología para administrar la energía en los Ingenios Azucareros que les permita mejorar la productividad, logrando más y mejor con menor costo. Se selecciono como caso de estudio a Ingenio La Unión por su buen desempeño en estos aspectos.

**LA EMPRESA**

Ingenio La Unión forma parte de la agroindustria azucarera guatemalteca, habiendo iniciado sus operaciones industriales en el año de 1971. La caña de azúcar se procesa para la obtención de Azúcar, Melaza y Electricidad como sus productos principales. Actualmente tiene una capacidad instalada para moler 16,330 toneladas métricas de caña al día, produciendo en la última Zafra 2009-2010 un total de 301,917 toneladas métricas de azúcar equivalentes al 13 % del total nacional, produjo 101,867 Toneladas métricas de melaza y vendió a la red eléctrica nacional 147 millones de kWh de los cuales 98.7 % fueron generados utilizando bagazo únicamente.

**METODOLOGIA**

La energía eléctrica es un servicio no palpable en la fabricación de bienes. NO por ser no palpable, es gratuita, ni por desperdiciarla mejoraremos nuestro nivel ni calidad de vida. Las acciones planteadas a seguir son las siguientes como se muestra en Fig. 1:

Figura 1. Diagrama básico de Administración de la Energía.

**CUANTIFICAR**

Aquí se trata de conocer en forma exacta la cantidad de energía consumida, no solamente del total de la fábrica, sino de ser posible clasificada por procesos. Este procedimiento obedece a una sencilla razón: nadie cuida los servicios en una organización grande con el pretexto de decir “yo cuido, pero ellos no”, de manera que todo mundo acaba desperdiciando. Al dividir la fábrica en pequeñas unidades de las cuales hay que responder administrativamente como si fuera una empresa independiente, los empleados se vuelven más responsables al tener que responder a un jefe directo. De esta forma los empleados se volverán más responsables al ver que sus disminuciones de costos se reflejan en su sección directamente y no se diluyen en toda la planta.

**EVALUAR**

Es el siguiente paso después de la medición. Este proceso consiste en calcular el consumo actual por tonelada métrica de azúcar producida o por tonelada métrica de caña molida. Estos serán los datos iníciales como indicadores técnicos. Teniendo el consumo por subprocesos se debe proceder a convertir estos consumos en costos. Es recomendable diseñar un modelo en una hoja de cálculo electrónica que les permita establecer el costo en cada uno de los departamentos, simulando la forma que les seria cobrada la energía, esto es tomando en cuenta su consumo (kWh), demanda máxima (Kw) y su factor de potencia. Estos serán los datos iníciales como indicadores económicos.

**OPTIMIZAR**

Se deberá proceder a plantear proyectos de corto, mediano y largo plazo. Para dar seguimiento a cada uno de los proyectos sugerimos utilizar el “Índice de mejora en el desempeño” con el objeto de asegurar que no se ha sacrificado la calidad ni volumen de producción, se busca que este índice sobrepase el valor de referencia que es 1.00 al iniciar cada proyecto.

La mejora en el desempeño abarca costo, consumo de energía, niveles de producción de azúcar y niveles de venta de energía. Se deberá calcular antes, durante y despues de cada proyecto. Sus cuatro valores principales son: Costo de energia por semana ($), consumo en kWh por tonelada metrica de caña molida, toneladas metricas de azucar producidas por semana y kilovatios hora vendidos por semana.

Todos estos factores se conjugan por medio de valores diferentes para las constantes de peso (K) para cada uno de ellos para asegurar una mejora integral como se muestra en el cuadro 1:

Cuadro 1. Formula del Indice de mejora en el desempeño



Las constantes de peso K1, K2, K3 y K4 se darán de acuerdo a criterios en cada Ingenio azucarero. En ésta fórmula, los valores que se tratan de reducir son denominadores del valor inicial en la división y los valores que se tratan de aumentar se dividen entre su valor inicial.

**Ejemplo:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Inicial | | Final | |
| Costo / semana | $2,600 | Costo / semana | $2,400 |
| Consumo semanal en kwh / Tm | 1.5 | Consumo semanal en kwh / Tm | 1.4 |
| Tm azúcar producidas / semana | 1,750 | Tm azúcar producidas / semana | 1,760 |
| kWh vendidos / semana | 4,750,200 | kWh vendidos / semana | 4,810,000 |

**K1=0.25 K2=0.25 K3=0.25 K4=0.25 La suma de las “K” siempre debe ser igual a 1**



  **Hubo una mejora integral. !!**

**CASO INGENIO LA UNIÓN**

Ingenio La Unión es una empresa que tiene una cultura de eficiencia energética muy arraigada en todos los miembros de su organización. Para poder llegar a ser eficiente en todos los aspectos fue determinante analizar cómo se usaba y consumía toda clase de energía en la fábrica. Desde el año 1976 con una demanda de consumo de vapor de 60 % caña, se ha logrado reducir a 39 % caña en el 2010

**CUANTIFICACIÓN EN ZAFRA 2009-2010**

En fábrica La Unión se fueron instalando varios medidores de energía para contar con los datos necesarios en todas las ramificaciones y poder desglosar esta información por procesos. Actualmente se tiene un proyecto de enlazar todos estos medidores con fibra óptica, integrarlos al sistema I/A y poder generar reportes automáticos. Con la información recabada se lleva un reporte semanal de consumo de energía por departamentos con el cual se logra cuantificar el consumo, costo, demanda máxima y factor de potencia de cada uno de los departamentos de fábrica como se muestra en cuadro 2.

Cuadro 2. Extracto de reporte semanal de consumo de energía semana # 23 

**EVALUACIÓN EN ZAFRA 2009-2010**

La medición de energía llevada a cabo durante la zafra sirve como herramienta para la mejor toma de decisiones de los técnicos involucrados, el reporte semanal de energía también incluye una grafica la cual se muestra en Fig. 2. en la cual se le da seguimiento a los indicadores semanalmente.

Figura 2. Grafica de seguimiento a los kWh / Tm por departamentos

**OPTIMIZACIÓN ZAFRA 2009-2010**

Algunos proyectos que se han realizado son los siguientes: Instalación de variadores de velocidad, Sustitución de tecnología de variadores de velocidad con regeneración a frente activo para que permitan recuperar energía en movimientos rotatorios de alta inercia, sustitución de algunas catarinas por moto-reductores planetarios y aislamiento térmico de algunos equipos. A continuación (cuadro 3) un ejemplo de cómo sería el seguimiento a un proyecto.

Cuadro 3. Ejemplo de seguimiento a un proyecto.

Y por último para analizar el desempeño global de la administración de la energía en la zafra 2009-2010 mostramos en Fig. 3 una grafica comparativa.



Figura 3.Comparativo de consumo interno últimas 2 zafras

**CONCLUSIONES**

* Debido a que existe posibilidad de poder vender electricidad adicional a la red eléctrica nacional, es económicamente provechoso reducir el consumo interno para vender dicha energía.
* Con esta metodología se logra identificar fácilmente los procesos y subprocesos que están generando la demanda máxima de energía y/o afectando el factor de potencia.
* Existe la experiencia en otras industrias que nos indica que si se aplica toda la metodología planteada, como consecuencia se comenzará a mejorar la administración de otros energéticos como vapor, agua, combustibles y bagazo.
* Las ventajas contables de un sistema así, permite que los costos energéticos sean asignados de acuerdo a como son consumidos.
* La simulación de facturación por departamentos tiende a resaltar los desperdicios y favorecer a las personas que cuidan el consumo.

**AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Ing. Carlos René Cifuentes (Gerente Industrial de ILU), Ing. José Luis Alfaro (Superintendente de Automatización y Electricidad de ILU) y al Dr. Hernán Álvarez (Universidad Nacional de Colombia) por animarme a documentar y compartir este trabajo, a mostrarme que los ambientes industriales pueden aportar mucho a la ciencia y por sus sugerencias al haber leído previas de este articulo que sirvieron para mejorar el original.

Quiero también dar gracias a mis compañeros de trabajo: Ing. Sergio Rodríguez, Sr. Marvin Vásquez, Ing. Luis Lima, Ing. Yuri Brol, Sr. Cesar Sánchez e Inga. Ligia Rivas por su valiosa ayuda en la obtención y tratamiento de datos que siguen siendo indispensables en este proyecto.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Stevenson, W. 1970. Análisis de sistemas eléctricos de potencia. México, McGraw Hill, 430 p.
2. Cogdell, J. R. 1999. Fundamentos de maquinas eléctricas. México, Prentice Hall. 255 p.
3. Bimal K. 2002. Modern Power Electronics and AC Drives. Estados Unidos, Prentice Hall, p. 230-245.
4. Hernández, J. F. 2003. Administración de la Energía; un Nuevo enfoque. México, Editorial Universidad Regiomontana. 210 p.
5. Calderón, L. R. 1995 Curso: Ahorro de Energía, Perdidas Eléctricas y tarifas eléctricas. México, INININ S.A. de C.V. 110 p.
6. Wolf, S. Smith, R. F. 1992. Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio. México, Prentice Hall, 554 p.