

Alternativas para ahorrar energía eléctrica, en compresores de amoníaco, basados en la temporalidad de un proceso agroindustrial

Resumen: En México el gran consumidor de energía eléctrica para los sectores comercio e industria (según la secretaria de energía), está representado por las cámaras frías, ya que para hacer descender la temperatura hasta los niveles de congelación, es necesario utilizar compresores de amoníaco (generalmente, pero no únicamente), que son equipos que demandan mucha potencia energética. Por lo que disminuir los consumos en Kilowatts-hora (kWh) y los costos por facturación es un objetivo prioritario para las empresas, preferentemente sin la necesidad de hacer una inversión adicional. Una opción factible es realizando un simple ajuste de la operación de los compresores de amoníaco, usando como base la temporalidad de los procesos productivos y las tarifas dispuestas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). En el presente estudio se proponen diferentes opciones de ahorro energético, que permitan a las empresas que utilizan compresores de amoníaco, para procesos de refrigeración y congelación, incrementar los márgenes de utilidad, o mantener la competitividad y efectividad de sus procesos.

Palabras clave: Ahorro de energía eléctrica, Diagnostico energético, Eficiencia energética, FIDE, Temporalidad de procesos productivos.



Colaboración

Marco Antonio Zárate, Sandra M. Suárez García, David Lugo Chávez, Instituto Tecnológico Superior de Centla

Abstract: In México, the biggest consumer of electric energy in the commercial and industrial sector (according to Secretary of Energy), is represented by the cold stores since these equipments need ammonia compressors (usually but not only) to reduce the temperature to low levels and their electric energy consumption is very high. Therefore is very important for the organizations and companies reduce the consumption in Kilowatts-hour(kWh) with the minimal investment. A feasible choice is to apply an adjustment in the ammonia compressors operation using as a base the temporality of the production processes and the prices ordered by the Federal Commission of Electricity (CFE). This study proposes different ways to save energy allowing the companies that use ammonia compressors for refrigeration and freezing processes, increasing profit margins, or maintain the competitiveness and effectivity of the processes.

Keywords: Electric Energy Conservation, Energetic Audit, Energetic Efficiency, FIDE, Productive Processes Temporality.

INTRODUCCIÓN

Para enfrentar los problemas de abasto energético, algunos gobiernos coinciden en establecer dos estrategias principalmente, la primera está orientada al desarrollo, implementación y aprovechamiento de energías renovables como: la solar, eólica, biomasa, entre otras. La segunda está vinculada a fortalecer la cultura del uso eficiente de la energía, a través de la disminución del consumo, sin afectar los estilos de vida a los que el ser humano está acostumbrado [1-3].

Es en el contexto de la cultura de uso eficiente de la energía, que el estudio: "alternativas para ahorrar energía eléctrica, en compresores de amoníaco, basados en la temporalidad de un proceso agroindustrial". Pretende contribuir como una estrategia alternativa de fácil implementación, para apoyar en la reducción de costos de las empresas que utilizan esta tecnología, en sus sistemas de enfriamiento o congelación.

Las cámaras de congelación, usualmente están sobre dimensionadas en su capacidad de enfriamiento o congelación de los productos que conservan, sobre todo cuando su operatividad está expuesta a la temporalidad de los ciclos productivos; por lo que al analizar su comportamiento a través del tiempo, y el estado o especificación de dichos productos de congelación, es posible plantear diversas alternativas que permitan reducir el consumo de energía eléctrica, sustentando las propuestas en memorias de cálculo que describan los posibles ahorros, pero también planteen los posibles riesgos y su forma de control.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materiales

Los materiales que serán utilizados para la investigación son reportados en la Tabla 1.

Tabla 1. Materiales utilizados en el proyecto.

| Materiales | Cantidades |
|---|------------|
| Multímetro de Gancho. | 1 pieza |
| Laptop. | 1 pieza |
| Recibos de electricidad de los dos años anteriores al 2015. | 2 años |
| Programas de Producción. | 2 años |
| Termograficadores. | 2 piezas |

Autoría Propia

Métodos

De acuerdo con algunos autores [4], "El método experimental es un proceso sistemático y una aproximación científica a la investigación, en la cual el investigador manipula una o más variables y controla y mide cualquier cambio en otras variables".

Basado en la definición anterior, se pueden plasmar las siguientes variables a medir, controlar y manipular:

- Kilowatts hora (kWh).
- Costos de facturación por consumo eléctrico (\$).
- Disminución de bióxido de carbono (CO²).
- Volúmenes de producción por mes.

La metodología empleada consistió principalmente en recopilar la información de consumo de energía que se tuvo durante los años de interés a partir del 2013 al 2014, las cuales proporcionaron una noción de los niveles energéticos requeridos para llevar a cabo los procesos productivos estudiados.

Posteriormente fue necesario un recuento de las especificaciones, características y criterios de operación de los compresores de amoniaco utilizados en los procesos agroindustriales, de tal modo que se pudiera anticipar una tendencia de los datos históricos relacionándolo con los niveles de consumo y costos facturados.

Esa comparativa nos permitió eventualmente conformar una serie de propuestas que derivaran en un ahorro energético en el campo de aplicación, las cuales son presentadas en este trabajo.

Antecedentes

Para la realización de este estudio, fue necesario considerar los planes de producción de los años 2013 y 2014, ver gráfica 1, así como los consumos de energía eléctrica de los mismos periodos (2013 y 2014) dados en kWh y las características de los compresores de amoniaco.

Plan de Producción: Cabe señalar que los planes de producción han sido diseñados para aprovechar la temporalidad mostrada por la fruta, que en este caso es piña (temporada de octubre a junio). La cual presenta el arranque de la cosecha para industria en el mes de octubre, y continúan incrementándose los volúmenes de compra de fruta fresca y procesamiento para congelación, conforme avanza la maduración natural, que es de marzo a mayo. Por lo que es en este último mes que se tiene normalmente el pináculo de la producción y congelamiento -así como los mejores precios de compra-, en los próximos meses la disponibilidad de la fruta es escasa y con esto, el incremento de precios hace poco rentable el procesamiento, por lo que se detiene la operación.

Consumos de Energía Eléctrica: El consumo de energía eléctrica fue considerado para los periodos del 2013 y 2014, y está dada en Kilo watts hora (kWh), esta información está plasmada en la tabla 2.

Tabla 2. Resumen histórico del consumo de energía y los costos implicados.

| PLANTA AGROINDUSTRIAL | | |
|-----------------------|----------|-----------|
| CONCEPTO | UNIDADES | TOTAL |
| Consumo 2013 | kWh | 3,776,484 |
| Consumo 2014 | kWh | 4,372,068 |
| \$ Costo 2013 * | pesos | 5,956,256 |
| \$ Costo 2014 * | pesos | 6,978,573 |

* Estos costos no consideran los impuestos.

Autoría Propia

Características de Consumo de los Compresores de Amoniaco: La potencia (en HP) de cada uno de los tres compresores de amoniaco, que operan en la planta de forma continua durante las 24 hrs del día, así como los kWh de consumo se ilustran en la tabla 3. Las tablas 4 y 5 muestran las diversas tarifas y los horarios de estas, según la Comisión Federal de Electricidad [5]

Tabla 3. Consumo de los compresores de amoníaco y costo por KWh.

| Compresores de Amoníaco | Consumo KWh | Costo/Hora Base | Costo/Hora Intermedia | Costo/Hora Pico |
|--|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| Por lo que el motor de 250 HP consume: | 186 | \$183.60 | \$220.65 | \$372.48 |
| El Motor de 100 HP consume: | 74.5 | \$73.54 | \$88.38 | \$149.19 |
| El motor de 75 HP consume: | 55.875 | \$55.15 | \$66.28 | \$111.90 |

Autoría Propia

Tabla 4. Costo tarifario del KWh, según CFE

| Costos de KWh en Nov de 2014 | | |
|------------------------------|---------------|--------------|
| Base: | 0.9871 | \$/KW |
| Intermedio: | 1.1863 | \$/KW |
| Pico: | 2.0026 | \$/KW |

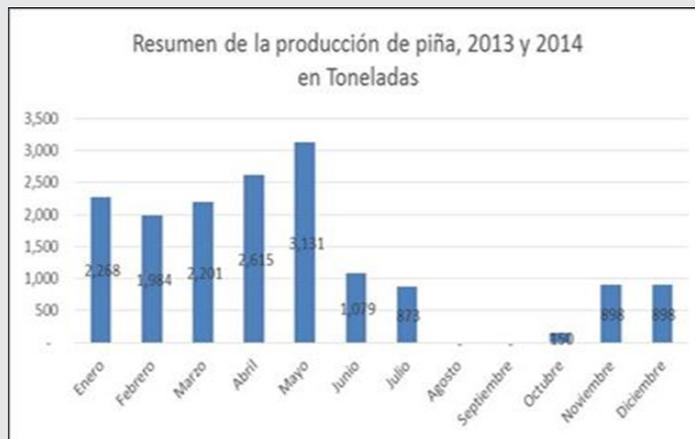
Cuadro tomado de CFE

Tabla 5. Horarios establecidos por la CFE.

| HORARIO DE INVIERNO CFE | | | |
|-------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|
| Días | Base | Intermedio | Pico |
| Lun a Vie | 0:00 a 6:00 | 06:00 a 18:00 | 18:00 a 22:00 |
| Sábado | 0:00 a 8:00 | 08:00 a 19:00 21:00 a 24:00 | 19:00 a 21:00 |
| Domingo y Festivo | 00:00 a 18:00 | 18:00 a 24:00 | |

RESULTADOS

La gráfica 1, muestra la tendencia de la temporalidad del proceso productivo de la piña, basado en la disponibilidad que ofrece la temporada, por lo que el procesamiento de esta fruta se inicia alrededor del mes de octubre con un volumen muy bajo, que es cubierto por un solo turno de producción, y continua incrementándose al final e inicio de año, hasta alcanzar el máximo rendimiento y menor costo de compra de fruta fresca,



Gráfica 1. Tendencia de la producción de piña.

Autoría propia.

en el mes de mayo –que es cuando tiene su maduración natural-, mostrando una disminución drástica a partir del mes de junio, y finalmente parando su procesamiento a finales de julio.

Este comportamiento de la temporalidad de la fruta, es lo que permite aprovechar los meses con bajo volumen – junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre – de producción e inventario, para realizar la propuesta de parar los compresores de amoníaco en intervalos de tiempo que serán definidos a través de las memorias de cálculo que serán elaboradas, y evaluados a través de termograficadores para constatar las condiciones de temperatura (-26°C) de la cámara de congelación.

Tabla 6; Memoria de cálculo, opción de ahorro de energía 1

| Parando 24 horas, de sábado a domingo de 22:00 horas sábado a 22:00 domingo | | | 4 fines de semana por mes, por 7 meses |
|---|-------------------|--------------|--|
| | SAB (INT) | DOM (BASE) | DOM (INT) |
| CAPACIDAD | 22:00 a 24:00 | 0:00 A 18:00 | 18:00 A 22:00 |
| 250 HP | \$441 | \$3,305 | \$441 |
| 100 HP | \$177 | \$1,324 | \$177 |
| 75 HP | \$133 | \$993 | \$133 |
| Total por fin de semana | \$7,122.55 | | \$199,431 |

Autoría Propia

Cabe señalar que los clientes solicitan el producto terminado en cubetas de 20 kilogramos (Kg) congelado en bloques a -18° C, por lo que es muy importante mantener esta característica de calidad, que garantiza la inocuidad de este alimento.

Con la información de las tablas; 3, 4 y 5, así como el intervalo de tiempo –junio a diciembre- limitado por la temporada baja (7 meses), se realizó la memoria de cálculo de la tabla 6. En la que se consi-

Tabla 7. Memoria de cálculo, opción de ahorro de energía 2.

| Parando de 22:00 horas a 4:00 | | | 30 días por 7 meses |
|-------------------------------|-------------------|-------------|---------------------|
| | INT | BASE | |
| CAP | 22:00 a 24:00 | 0:00 A 4:00 | |
| 250 HP | \$441.30 | \$734.40 | |
| 100 HP | \$176.76 | \$294.16 | |
| 75HP | \$132.57 | \$220.62 | |
| Total por día-----> | \$1,999.81 | | \$419,959 |

Autoría Propia

deró parar 24 horas los compresores de amoniaco, lo cual generaría un ahorro de \$7,122 pesos por fin de semana, si se consideran 4 semanas por mes y se multiplica por el número de meses de temporada baja (7), se tendría un ahorro de estimado de \$199,431 pesos al año.

En la tabla 7 se considera parar los compresores de amoniaco durante 6 hrs., que van de las 22:00 hrs. a las 4:00 am., diariamente durante el periodo de temporada baja que va de junio a diciembre. Con lo que se tendría un ahorro estimado de \$419,959 pesos al año.

Estos dos escenarios de ahorro económico permitirán realizar un comparativo sobre el impacto estimado que tendrían en el consumo energético de la compañía Agroindustrial.

Comparando el consumo real (kWh) de la empresa agroindustrial durante el año 2013 (3,776,484 kWh), y los dos escenarios de ahorro que podrían aplicarse, se estima un ahorro total por año para cada plan de:

Estimación de ahorro 1; se estima un ahorro de 212,604 kWh, que equivaldrían a un 6 % menos del consumo respecto al año 2013.

Estimación de ahorro 2; presentaría un ahorro estimado de 398,633 kWh, que representarían un 10.6 % de disminución respecto al mismo año 2013.

Comparando el gasto real total del año 2013 (\$ 5,956,256) por consumo de energía eléctrica (en pesos) de la planta agroindustrial, contra los dos escenarios de ahorro, se tendrían los siguientes estimados.

Estimación de ahorro 1; Se calcula un ahorro económico de \$199,431 pesos, que representan un 3.35 % respecto al periodo 2013.

Estimación de ahorro 2; Se estima un ahorro de \$419,959 pesos, que representan el 7.05 % comparado contra el año 2013.

CONCLUSIONES

Como se puede apreciar, es notable la disminución de los consumos de energía eléctrica en kWh y en costos, que es posible alcanzar aprovechando la temporalidad de los procesos productivos, siempre y cuando no se ponga en riesgo la seguridad e inocuidad de los alimentos. Para lo cual se tendrá que realizar un monitoreo sistemático a través de los termograficadores, que permita tener información precisa de la temperatura al interior de la cámara de congelación y en el producto mismo.

Con la información de los termograficadores, se podrá mantener el control sobre el punto crítico de temperatura en el producto que no puede ser rebasado, para este caso es de -18 °C en el producto. Lo que permitirá tomar decisiones en caso de ser necesario y reajustar cualquiera de las dos propuestas de ahorro.

De acuerdo a los intervalos de tiempo que se dejen fuera de operación los compresores de amoniaco, se recomienda considerar el plan de ahorro número 2, ya que el periodo de paro es menor (solo 6 hrs.) con lo que se garantiza que la elevación de la temperatura en la cámara de congelación -considerando también el bajo volumen de producción e inventario-, será poco significativo.

REFERENCIAS

[1] *Secretaría de Energía. (28 de Abril de 2014). DECRETO por el que se aprueba el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018. Diario Oficial de la Federación, Quinta Sección Vespertina.*

[2] *Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). Micro, Pequeña, Mediana y Gran Empresa, Estratificación de los Establecimientos. Censos Económicos, México. Recuperado el 2014.*

[3] *J. Ambriz, J. Villalva y H. Homero, Metodología e instrumentación de diagnósticos energéticos para plantas industriales, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa. Informe final a CONACYT México, abril de 1992.*

[4] *Morales Hernández, C. (2006). Guía para Elaborar Tesis. México: CMH.*

[5] *Publicación CFE www.cfe.gob.mx/tarifas.*