

# AHORRO ENERGÉTICO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL USO DE VARIADORES DE FRECUENCIA, EN EL TRATAMIENTO DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR, INGENIO LA UNIÓN

*Energy saving through the application of the use of frequency variators, in the treatment of sugar juice, Ingenio la Unión*

**Luis Enrique González Pivaral**

Mtro. en Energía y Ambiente

Correspondencia al autor: luisenriquepivaral@gmail.com

Recibido: 01 de agosto 2019 | Revisado: 14 de octubre 2019 | Aprobado: 26 de octubre 2019

Asesorado por: Mtro. en Energía y Ambiente

**Byron de Jesús López Maldonado** bjim1972@hotmail.com

## Resumen

La empresa se dedica a la producción de azúcar, lo que conlleva varios procesos que pasan la materia prima y donde se utiliza gran cantidad de energía. La energía la consumen principalmente los motores eléctricos y sin embargo no existe un estudio que permita conocer cuál es el consumo que estos representan. Este consumo se debe a que los motores trabajan al 100 % de su capacidad aun cuando no es necesario. Para mejorar este consumo, es necesario implementar variadores de velocidad y así utilizar únicamente la energía necesaria, según demanden los procesos. Para determinar el consumo, se realizan pruebas en motores con y sin variador para comparar los datos obtenidos. Los resultados demuestran un ahorro del 43 % de energía al utilizar variador, lo que representa un ahorro de \$ 21,168.00 por zafra. Los datos demuestran que esta tecnología es una buena estrategia para disminuir el consumo de energía del área, aumentando la eficiencia de la fábrica y disminuyendo el impacto ambiental.

## Palabras clave

Variador de frecuencia, motor, ahorro de energía, potencia eléctrica.

## Abstract

*The company is dedicated to the production of sugar, which entails several processes where the raw material passes and uses a lot of energy. Energy is mainly consumed by electric motors, nevertheless there's not study that allows knowing what is the consumption that these represent. This consumption is due to the engines work at 100 % of its capacity even when is not necessary. To improve this consumption, is necessary implement variable frequency drive and use only the energy required according to the demands of the processes. To determine the consumption, tests were carried out on motors with and without variable frequency drive, to compare the data obtained. The results show a saving of 43 % of energy using variable frequency drive. This represents a saving of \$ 21,168.00 by zafra. The data show that this technology is a good strategy to reduce the energy consumption in the area, increasing the efficiency of the factory and reducing the environmental impact.*

## Keywords

*Frequency drive, motor, energy saving, electric power.*

## Introducción

Las industrias azucareras cuentan con procesos que consumen gran cantidad de energía eléctrica. Los motores son de los equipos que más energía consumen. El gasto que representan y que se desconoce, genera un impacto en la producción de energía y baja eficiencia energética del proceso.

Para reducir el consumo de los motores, se presentan los variadores de velocidad como una solución a dicho problema. Estos equipos permiten optimizar procesos y reducir el consumo de energía. En el estudio se realizan pruebas en motores con y sin variador, para determinar el consumo de energía que estos representan. Los datos que se obtienen permiten determinar el ahorro e inversión que representan la utilización de variadores. En la investigación se mencionan los principios básicos de funcionamiento de motores de inducción y variadores de frecuencia y se propone a estos últimos como la solución respecto al ahorro energético y mejora en el control de proceso, aspectos que son fundamentales en las industrias azucareras que co-generan energía.

## Desarrollo del estudio

La investigación es de tipo cuantitativo descriptivo. Para el desarrollo se toman mediciones de las variables importantes y luego se comparan. Se establece la factibilidad de implementar variadores de frecuencia, así como las pérdidas y ganancias que esto implica, con el fin de incrementar el ahorro energético de la empresa.

Primeramente, se revisa la base de datos de los motores eléctricos declarados por el taller de electricidad y se listan los parámetros y características de los mismos.

Se revisan los registros del consumo de energía eléctrica y de la producción de energía durante la zafra para así tener una base de comparación con los resultados obtenidos. En las pruebas se toman en cuenta motores que están instalados dentro de un lazo de control, con y sin variador.

Se utiliza la base de datos para determinar el consumo energético de cada motor sin variador. Posteriormente, se seleccionan los equipos con variador y sin variador más convenientes para realizar las mediciones. En este caso, que fueran de una potencia elevada y con características similares.

Las variables medidas son: voltaje, corriente y consumo de energía. Las dos primeras son monitoreadas con amperímetros y voltímetros marca Fluke. El consumo de energía del área de clarificación, se determina por medio de ION 6200 CT's 1000/5 AMP.

Con los resultados obtenidos se calcula la energía consumida por cada motor. Se comparan los motores según su comportamiento. Se determina la relación existente entre el consumo de motores sin variador y con variador. Se estima el consumo que tendría el área si todos los motores utilizaran variadores de velocidad, así como el consumo que representan los motores (con y sin variador) con respecto a la energía consumida por la fábrica.

Por último, se determina la viabilidad técnica de los motores instalados, considerando la implementación de filtros para evitar picos de voltajes, ventilación forzada y cable especial para minimizar los efectos de onda reflejada e inducción de corrientes en la alimentación al motor. Además, se obtiene el valor económico que representa utilizar variadores de frecuencia en los motores de prueba durante el tiempo que dura la zafra. Con este dato e información de los proveedores, se calcula el período de amortización de dicha inversión. Además, se determina el ahorro si se implementan variadores de frecuencia en el resto de los motores del área.

## Resultados obtenidos

Basados en los datos de los motores, se determina que el 85 % de los mismos tienen una capacidad por debajo de los 50 HP, con un 60 % de motores que utilizan variador de velocidad y un 40 % que no utiliza.

Los resultados de las pruebas muestran una disminución de consumo de energía eléctrica al utilizar variadores de frecuencia. Teniendo un consumo de energía trabajando al 100 % de 146 KWH, mientras que al utilizar variador de frecuencia, el consumo promedio es de 83 KWH.

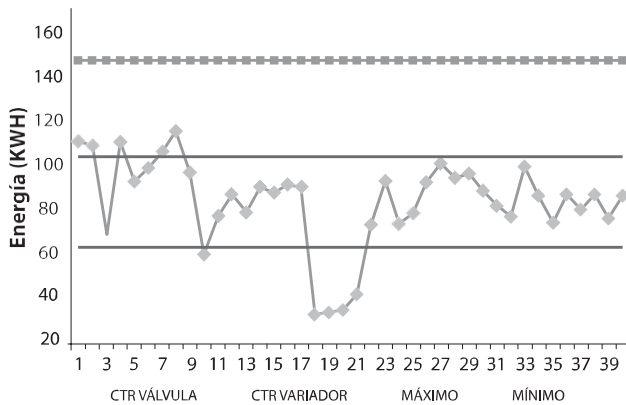


Figura 1. Consumo de energía eléctrica.

Las variaciones en el consumo de los motores eléctricos con variador, se deben al lazo de control, ya que el variador es el que realiza la regulación.

De los datos obtenidos, se determina que existe una disminución en el consumo de energía de un 43 %. Al considerar este porcentaje como un ahorro fijo al utilizar variadores de frecuencia. Se determina el consumo de energía que se tendría si todos los motores listados utilizan variador de velocidad, con base a sus datos de placa (Figura 2).

El resultado de utilizar variadores en el resto de los motores genera un ahorro de energía de 218.7 KWH, comparado con el consumo actual de 836.7 KWH.

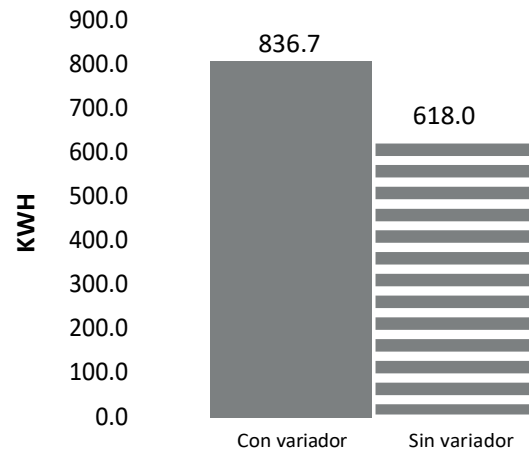


Figura 2. Consumo de energía con y sin variador.

Ahora bien, implementar variadores a los motores instalados que en su mayoría son estándar. Requiere que se considere la instalación de filtros, ventilación forzada y utilizar cable blindado. Estos elementos son externos al propio motor, lo que lo hace técnicamente viable para utilizar variador de velocidad, siempre y cuando se consideren los elementos anteriores.

Tomando los promedios de consumo para ambos casos y considerando el costo de energía de \$0.08 por KWH de consumo, se obtiene un ahorro de \$21,168.00 por zafra para el motor de la prueba.

Tabla 1  
Costo/ahorro de energía

Consumos de energía	Costo de energía a 100 % de la velocidad	Costo de energía a velocidad variable	Ahorro de energía en el período de zafra
Cosumo pruebas	\$ 49,056	\$ 27,888	\$ 21,168
Consumo placa	\$ 62,496	\$ 37,968	\$ 24,528

Fuente: elaboración propia.

### Discusión de resultados

Los resultados confirman la reducción de consumo

de energía al utilizar variadores de frecuencia. Tiene para estas pruebas un consumo únicamente de 83 KWH en el motor con variador, esto representa un ahorro del 43 % menos de consumo de energía con respecto al motor que no utiliza variador. Esta diferencia de consumo se debe a que el motor con variador trabaja al 100 % de su capacidad solo por momentos y no constantemente. Además del ahorro energético, se tiene uno económico, ya que al considerar el precio actual de la energía como \$ 0.08 por KWH consumido, se obtiene que el ahorro existente entre utilizar y no utilizar variador de velocidad es de \$ 5.04. Lo que al final del período de zafra (175 días) equivale a \$ 21,168.00. Luego de considerar el dato de ahorro por zafra, invertir en un sistema con variador de velocidad para un motor de 250 HP resulta viable, debido a que el precio de inversión está alrededor de \$22,986.20. Por lo tanto, implementarlo significaría que se recupera la inversión en menos de un año (7 a 8 meses).

### Conclusiones

1. Se determina que existe una disminución de 43 % en el consumo de energía, al utilizar variadores de velocidad en los motores del área de tratamiento de jugo.
2. Se determina que el consumo de energía de los motores listados en el estudio. Representa cerca de 0.9 MWH incluyendo motores con variadores y sin variador.
3. El ahorro económico al implementar variadores de velocidad para el caso de estudio es de \$21,168.00 por zafra.

### Recomendaciones

1. Revisar los lazos de control de los procesos para la implementación de variadores. Verificar las características del motor a utilizar, para determinar los elementos que mejor se adecuen al equipo.
2. Implementar por fases variadores de velocidad en el resto de las áreas de la fábrica.

3. Considerar un plan de ahorro energético para la fábrica, aprovechando la generación de energía con biomasa.

### Referencias

- Agencia Andaluza de la Energía. (2011). *Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria*. Sevilla: Servigraf Artes Gráficas.
- Álvarez, M. (2000). *Convertidores de frecuencia, controladores de motores y SSR*. España. Marcombo Boixareu Editores. ISBN: 84-267-1268-1.
- Castellanos, J., Mahecha, D., & Nuñez, E. (2012). *Variadores de frecuencia eléctrica en el control de bombeo de hidrocarburos para reducción de costos energéticos*. Revista Colombiana de Tecnologías Avanzadas.
- Quispe, E., & Mantilla, F. (2004). *Motores eléctricos de alta eficiencia*. Energía y computación, 12(1), 11.
- WEG. (2016). Guía técnica - *Motores de inducción alimentados por convertidores de frecuencia PWM*. Recuperado de <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-motores-de-induccion-alimentados-por-convertidores-de-frecuencia-pwm-50029372-articulo-tecnico-espanol.pdf>
- Wildi, T. (2007). *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia*. México: Pearson Educación.

### Información del autor

Ingeniero Electrónico, Luis Enrique González Pivaral, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013.

Graduado de la Escuela de Estudios de Postgrado FIUSAC en el año 2018.

Afiliación laboral; Ingenio La Unión.