



**GUÍA PRÁCTICA  
AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
EN LA INDUSTRIA**

## ÍNDICE

### ÁREAS DE OPORTUNIDAD

<b>1. Motores</b>	<b>1</b>
<b>2. Compresores</b>	<b>2</b>
<b>3. Bombeo</b>	<b>3</b>
<b>4. Variadores de Velocidad</b>	<b>3</b>
<b>5. Acondicionamiento Ambiental</b>	<b>4</b>
<b>6. Iluminación Exterior</b>	<b>4</b>
<b>7. Iluminación Interior</b>	<b>5</b>
<b>8. Computadoras</b>	<b>5</b>
<b>9. Factor de Carga</b>	<b>7</b>
<b>10. Factor de Potencia</b>	<b>7</b>
<b>11. Medidas de Ahorro de Energía eléctrica en la MYPES</b>	<b>8</b>

## 1. Motores

La modernización de los procesos industriales ha tenido como consecuencia la utilización de equipo mecánico y eléctrico como son los motores, creando esto una repercusión en el consumo de energía eléctrica.

Aprovechando estas mismas tecnologías se debe considerar la posibilidad de mejorar la eficiencia en instalaciones de la industria por medio de los equipos y una medida técnica como lo es el factor de potencia. Estas medidas deben ser aplicadas a consecuencia de realizar un estudio energético y se tiene como una opción para el aprovechamiento de la energía.

Alrededor del 70% el consumo de la energía eléctrica generada se debe al funcionamiento de los motores eléctricos. Son incontables los ejemplos de la aplicación de motores en la industria, el comercio, los servicios y el hogar. El accionamiento de máquinas y equipamientos mecánicos por motores eléctricos es de gran importancia económica en la industria.

El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los motores. Siempre hay uno adecuado a las necesidades que se tienen, tanto en lo que respecta a su tipo, por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia. En el accionamiento de motores de inducción jaula de ardilla, se encuentran importantes oportunidades de ahorro de energía debido al avance en el diseño y construcción de motores de alta eficiencia. En México se calcula que se utilizan más de 350 millones de motores eléctricos y de éstos un alto porcentaje es de tipo jaula de ardilla.

Al seleccionar un motor se debe de tomar en cuenta.

- El uso eficiente de energía eléctrica en motores comienza desde su selección apropiada. Siempre hay uno adecuado a las necesidades requeridas, tanto en lo que respecta a su tipo, por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia. En el accionamiento de motores eléctricos, se encuentran importantes oportunidades de aumentar la eficiencia energética debido al avance en el diseño y construcción de motores de alta eficiencia.

---

AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA

---

- Si fallan los motores eléctricos, sustituirlos por motores de alta eficiencia en lugar de su reparación, ya que ésta implica reducir su eficiencia. Se recomienda instalar motores NEMA Premium.
- Correcto dimensionamiento (evitar el sobredimensionamiento).

## 2. Compresores

Las investigaciones sobre los sistemas de aire comprimido han demostrado que pueden reducirse sustancialmente los costos del consumo de electricidad al incrementar su eficiencia estos equipos pueden ahorrar hasta un 30 % frente a otros sistemas.

El aire comprimido es un sistema vital para toda industria, por lo que un sistema de aire comprimido, debe ser confiable y eficiente. En la industria el aire comprimido es considerado un energético principal, es utilizado generalmente, como un medio de transmisión de energía para propósitos múltiples, señalándose como principales usos los siguientes:

¿Cuándo utilizar compresores de aire eficientes?

- En instalaciones nuevas
- Para reemplazar compresores muy viejos o que tienen muchas fallas
- Cuando se desea reducir los costos de operación por el ahorro del consumo de energía eléctrica y de la demanda máxima

### ASPECTOS A CONSIDERAR CUANDO SE CUANTIFICA EL CAMBIO DE UN COMPRESOR

- ¿La caída de presión en la tubería es la óptima?
- ¿El compresor fue especificado para el flujo correcto?
- ¿Es realmente necesario comprimir a la presión de diseño? ¿Se justifica un compresor más eficiente?
- ¿Puede reducirse la temperatura de succión?
- ¿Existe potencial para operación a velocidad variable?
- ¿Puede utilizarse venas guía de entrada, como parte del sistema de control?
- ¿Se justifica utilizar secadoras de alta eficiencia?
- ¿Es aplicable la utilización de compresores booster?
- ¿Pueden independizarse los circuitos de distribución?
- ¿Se cuenta con suficientes elementos de medición, para prevenir problemas de mantenimiento y operar el sistema en condiciones óptimas?

---

AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA

---

Recomendaciones uso de compresores.

- Los compresores tipo tornillo son más eficientes que los de tipo pistón.
- Sustituir por compresores de aire eficientes los compresores muy viejos o que tienen muchas fallas.
- Uso de aceite sintético en compresores.
- Rediseñar la red de distribución de aire para disminuir pérdidas.
- Implementación de controles de flujo y presión con el uso del tanque pulmón para eliminar la demanda artificial.
- Uso de compresores multietapas.
- Implementación de variadores de velocidad con control PID.

### 3. Bombeo

- En tu sistema de bombeo se recomienda el cambio de los equipos motor y bomba por otros más eficientes y de menor tamaño que cumplan con las mismas condiciones de operación, y dar un mantenimiento preventivo para evitar fallas en dichos equipos.
- Rehabilitar la bomba (en caso dado cambio de impulsores y filtros), para aumentar a la eficiencia original.
- Esmaltado de tazones en bombas tipo turbina.
- Realizar un mantenimiento periódico a los pozos, cuando sean éstos la fuente de agua.
- Aplicar controles de equipo de bombeo.
- Sustituir tuberías, válvulas y accesorios.
- Limpieza de canales y cárcamos.
- Rediseñar la red de distribución de fluidos para disminuir pérdidas.
- Cuando los equipos centrífugos están sobredimensionados cepillar el impulsor.
- Implementación de variadores de velocidad con control PID.

### 4. Variadores de velocidad

Cuando se requiera manejar flujos variables de agua en bombas o de aire en ventiladores o compresores, utilizar variadores de velocidad en lugar de estrangular los flujos con válvulas o compuertas, los cuales reducen significativamente (en una curva cúbica) las potencias eléctricas demandadas en dicha operación por estos equipos.

## 5. Acondicionamiento Ambiental

- Sustituir los sistemas de aire acondicionado ineficientes por otros de mayor eficiencia energética.
- Sustituir los sistemas centrales de enfriamiento de aire (chillers) por otros de mayor eficiencia que incluyan gas refrigerante ecológico como es el R134A.
- Cambiar los compresores recíprocos por de tipo tornillo.
- Para sistemas de acondicionamiento ambiental mayores a 100 Ton, analizar el cambio a refrigeración por absorción.
- Aplicación de aislamiento térmico en techos y muros de edificaciones, naves industriales o sistemas de refrigeración.
- Aplicación de doble ventana y películas reflejantes sobre vidrios
- Acondicionamiento aprovechando el potencial de la temperatura ambiente (exterior) cuando sea posible a través de un sistema de control entálpico.
- Reemplazar torres de enfriamiento por baterías de refrigeración (torres secas) siempre y cuando las condiciones ambientales predominantes en el lugar así lo permitan.

## 6. Iluminación exterior

La lámpara más eficiente para el alumbrado público o exterior es la lámpara de vapor de sodio de alta presión (de coloración amarilla). A continuación se presenta tabla comparativa de diferentes tipos de lámparas:

TIPO DE LAMPARA	EFICIENCIA (lumen/watt)	VIDA UTIL (horas)
Incandescente	16-20	1,000
Lux Mixta	19-26	12,000
Fluorescente	67-71	6,000 – 20,000
Vapor Mercurio	49-58	24,000
Vapor de Sodio de Alta Presión	90-125	24,000
Vapor de Sodio de Baja Presión	150-184	18,000
Aditivos Metálicos	78-90	10,000 – 20,000

La lámpara de Vapor de Sodio de Baja Presión, no es recomendable ya que es monocromática y desvirtúa los colores, además de tener una alta depreciación luminosa. Sólo se recomienda en usos específicos, por ejemplo en alumbrado con neblina.

---

AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA

---

Sustitución de balastos por balastos tipo auto transformador auto regulado de bajas pérdidas ò electrónicos, incluyendo portalámparas (socket) y herrajes correspondientes.

- Sustitución de luminarias por tipo OV (con lámpara en posición horizontal).
- Sustitución de Fotoceldas cuando éstas ya se encuentren opacas o deterioradas por su uso normal.
- Implementar atenuadores en las horas de menos tráfico vehicular y peatonal en los sistemas de alumbrado público, así como sistemas de control y monitoreo remoto.
- Uso de mejores tecnologías como Fluorescente T8 y T5, o bien lámparas de inducción con el tipo de gabinete adecuado para la aplicación.

## 7. Iluminación interior

- Sustituir lámparas T-12 por lámparas T-8 ò T5 con balastro electrónico. También, dependiendo de las alturas de montaje y la separación entre las luminarias de aditivos metálicos analizar el cambio a luminarias con lámparas T-8 ó T-5.
- Sustitución de reflectores por los de alta eficiencia o especulares.
- Sustitución de difusores por de alta eficiencia.
- Usar sensores de presencia, para apagar las lámparas cuando no se encuentre persona alguna, o en caso dado Temporizadores para controlar el horario de apagado.
- Analizar la conveniencia de utilizar nuevos desarrollos tecnológicos como diodos emisores de luz (led's), lámparas de inducción o domos solares para aprovechamiento de la iluminación natural.
- Uso de mejores tecnologías como lámparas de inducción y de led's con el tipo de gabinete adecuado para la aplicación.

## 8. Computadoras

Para ayudar a empresas y gobiernos a reducir el impacto ambiental de la tecnología, la empresa EDS propone que el año 2008 sea el año de la "Computación Verde"

Recomiendan llevar a cabo las siguientes ocho formas con la que las áreas de tecnologías de información pueden expandir la vida de sus equipos y reducir el impacto ambiental de la computación.

---

AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA

---

**Virtualice sus servidores.-** La virtualización permite que muchas aplicaciones operen de una forma segura dentro del mismo servidor físico. Al utilizar los servidores en un 80 – 90 por ciento en lugar de 15 – 20 por ciento promedio, se ahorra energía.

**Apague los servidores que no están en uso.-** Los servidores y las unidades de disco deben estar encendidas únicamente cuando se le necesita; se deben de implementar procesos de operación sofisticados para reconectar los servidores cuando así se requieran.

**Emplee técnicas de ahorro de energía.-** Las organizaciones pueden disminuir la velocidad de sus servidores, reduciendo su consumo de energía eléctrica. Una empresa siempre debe de elegir un servidor con la mayor eficiencia energética disponible.

**Optimice sus aplicaciones.-** El software abotargado, ineficiente o incluso aquel que genera poco valor de negocio deberán ser depurado, optimizado o incluso discontinuado.

**Ponga en práctica actividades rigurosas de mantenimiento.-** Los administradores de centros de cómputo pueden mejorar la eficiencia de sus instalaciones para asegurar que todos los equipos estén funcionando de manera óptima, además de disminuir los requerimientos de enfriamiento. Hay muchas opciones para alcanzar la eficiencia y disminuir el impacto ambiental.

**Múdese a unidades de procesamiento central (CPUs) de mayor densidad con núcleos múltiples.-** Cambiar a nuevos diseños de CPU con múltiples núcleos proveerá mayor eficiencia debido a que tiene menores requerimientos de voltaje. 8, 16, 32 procesadores en un chip permiten menor consumo de energía y mayor eficiencia.

**Ponga más atención a la infraestructura operativa.-** Cuando una empresa revisa los costos totales de propiedad y de energía eléctrica, éstos exceden el valor de compra de un servidor, por lo que la ecuación cambia en favor de una mayor eficiencia y rigor.

**Saque provecho de ser una empresa verde.-** Es importante buscar aplicaciones innovadoras de Tecnología de Información que tengan un impacto real para la empresa y sus clientes. Un par de ejemplos que se pueden poner en práctica: Usar una interfaz luminosa que puede oscurecerse (DALI) en balastos electrónicos conectados a un software sofisticado de control de iluminación que reduce el uso de energía eléctrica hasta por un 40 por ciento. Emplear termostatos



---

AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA

---

y horarios para estandarizar la temperatura, la presión y la humedad, fijando los parámetros para los periodos en que los edificios están ocupados y desocupados.

## 9. Factor de carga

- Determinar el factor de carga y darle seguimiento, el cual un valor aceptable es que sea mayor al 70%, en caso contrario, realizar una administración de la demanda que permita defasar la entrada en operación de equipos para reducir la demanda máxima y así la demanda facturable.

## 10. Factor de potencia

- Incrementar el factor de potencia por arriba del 90%, a través de bancos de capacitares preferentemente.
- Distorsión de armónicas
- Determinar en la acometida la distorsión armónica total de corriente y la de voltaje, las cuales deberán estar por abajo del 12% y del 3% respectivamente.

### Otras áreas de oportunidad para ahorrar energía eléctrica.

- Automatización de equipos de proceso, compresores, bombas, luminarias, sistemas de refrigeración, entre otros.
- Implementar sistemas de microgeneración.
- En muchos casos existe un importante potencial de ahorro de energía eléctrica cuando se evalúa la tecnología de los equipos asociados a la producción, ya que actualmente hay tecnologías de mayor eficiencia que con menor carga eléctrica hacen la misma operación que las convencionales y en muchos casos la mejoran.
- Eliminación de fugas.
- Redistribuir cargas en transformadores y sustituir los ineficientes por otros de mayor eficiencia.
- Realmente el uso eficiente y racional de la energía se puede lograr en su máxima expresión cuando se evalúa la tecnología de los equipos asociados a la producción ya que siempre habrá una tecnología que mejor se adecue a las necesidades específicas de cada caso con el menor costo de operación.

## 11. Medidas de Ahorro de energía eléctrica en las MYPES.

¿Conoces que es lo que más consume en tu empresa?

Realiza un diagnostico energético en tus instalaciones

La energía eléctrica es utilizada en diferentes procesos, áreas y formas en la industria Mexicana, por lo que es necesario establecer un conocimiento exacto del cómo y cuando se utiliza la energía eléctrica, para esto se cuenta con estudios ó diagnósticos energéticos que varían en su complejidad y profundidad.

La recomendación básica es que toda instalación industrial, comercial o servicios es que cuente con un programa continuo de inspección y mantenimiento de su instalación eléctrica y registre sus estadísticas de las actividades realizadas.

En la tabla siguiente se mencionan algunos de los puntos mas importantes que se deben contemplar en un buen mantenimiento eléctrico, con la finalidad de obtener una operación eficiente y con esto evitar consumos innecesarios de energía

### INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UN FUNCIONAMIENTO EFICIENTE EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

EQUIPO	REVISIÓN
Contactos, Conductores y Aislamiento	* Presión de contactos (falsos contactos)
	* Arcos entre contactos
	* Resistencia de uniones y contactos
	* Puntos calientes
	* Empalmes de conductores
	* Resistencia de aislamiento
	* Estado de aisladores
Motores y Transformadores	* Deposito de polvo sobre conductores, aisladores y equipo en general
* Resistencia de aislamiento * Lubricación de rodamientos y partes móviles * Evaluación de eficiencia de motores con diversas cargas * Eliminación de polvo y evitar su acumulación * Sistemas de enfriamiento * Estado del aceite aislante en transformadores * Estado de aisladores en transformadores * Dispositivos de protección	

---

AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA

---

EQUIPO	REVISIÓN
Alumbrado	* Niveles de iluminación. Compararlos con los recomendados para las distintas áreas, según la actividad
	* Consumo de energía en iluminación
	* Eficiencia de lámparas, luminarias y balastos
	* Sustitución de lámparas y accesorios.
	* Limpieza de lámparas, luminarias, reflectores, difusores, pantallas, etc.
	* Limpieza y pintura de paredes y techos
	* Limpieza de vidrios de ventanas
	* Control de las horas uso