

---

# Universidad Autónoma de Guadalajara

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

---

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA



282  
Ejemplar

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

GUIA DE PROCEDIMIENTOS PARA EL USO EFICIENTE DE LA  
ENERGIA ELECTRICA EN LA INDUSTRIA.

---

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA INDUSTRIAL  
P R E S E N T A  
CYNTHIA MUÑOZ TORRES  
GUADALAJARA, JALISCO. 1988.

---



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE .

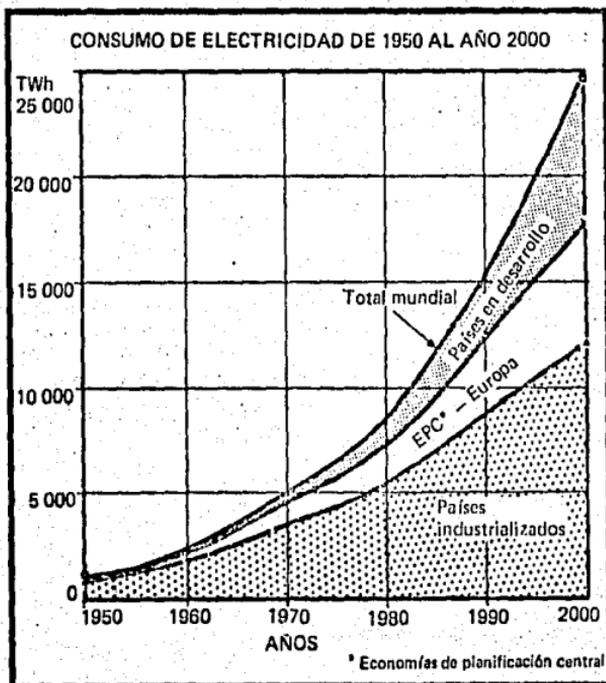
	Pág.
Introducción	1
Antecedentes	3
Capítulo I	
Justificación del Cuestionario	7
Capítulo II	
Análisis Estadístico de los Resultados Arrojadados en la Encuesta	17
Capítulo III	
Recomendaciones y Procedimientos para el Uso Eficiente de la Energía Eléctrica en la Industria	27
Primera Parte	
Sugerencias para una Aplicación Inmediata	28
Segunda Parte	
Procedimientos para el Uso Eficiente de la Energía Eléctrica	35
Capítulo IV	
Evaluación Financiera	71
Conclusiones	82
Bibliografía	85

## INTRODUCCION .

1

En la actualidad existen grandes cantidades de pérdidas de energía eléctrica en la industria, en muchos casos causados por algún simple descuido de la instalación eléctrica, tener una iluminación incorrecta, no contar con el equipo adecuado, la falta de preparación del personal encargado del manejo de la energía eléctrica, y en si otros tantos aspectos, los cuales ocasionan tanto problemas dentro de la industria como podría ser el encarecimiento del proceso, dando como resultado un producto más costoso así como también ocasionando problemas al país, pues la energía eléctrica es un energético finito y día con día se convierte en un recurso difícil de producir.

### CONSUMO DE ELECTRICIDAD DE 1950 AL AÑO 2000



Debido a que la energía eléctrica es cada vez más cara, por el balance que existe entre la demanda y su disponibilidad hace que su costo continúe elevándose en función de su futura escasez. La industria y en sí en todas partes se ha hecho presente la necesidad de buscar nuevas formas de organización para el trabajo, a fin de elevar el número y la calidad de la producción, con el mínimo posible de gastos y de esta manera lograr eliminar el desperdicio y el derroche de los recursos.

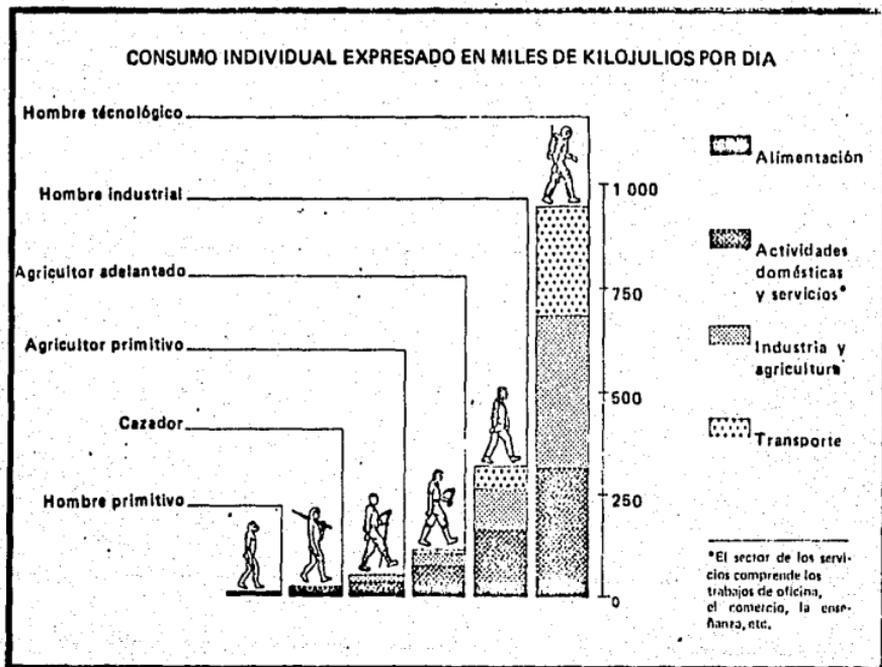
Es por esto que una guía de uso eficiente y racional de la energía eléctrica es de mucha importancia en nuestros tiempos, ya que se puede alcanzar hasta un 30% de ahorro de energía o en algunos casos mucho más, lo cual traducido a dinero significa un ahorro económico considerable para cualquier industria. Más aun si al ahorrar energía eléctrica la empresa continúa manteniendo su producción, a pesar de la reducción en el suministro de energía eléctrica o aumentar la producción pese a disponibilidades limitadas, es pues obvio su beneficio.

Pues la finalidad principal de la industria es la de obtener una mayor productividad con técnicas eficientes, tales como la de tener un buen control de calidad con un manejo de materiales más eficaces, logrando así obtener un proceso de producción más corto lo cual reducirá a su vez los desperdicios de energía eléctrica.

La realización de esta tesis es con el fin de contribuir de alguna manera al uso racional y eficiente de la energía eléctrica, lo cual se vuelve indispensable para el progreso y desarrollo del país. Por lo cual en la presente tesis se presentarán las herramientas prácticas y aplicables para realizar un uso eficiente de la misma, obteniendo un aprovechamiento óptimo de ésta y evitando su desperdicio inconsciente.

## ANTECEDENTES

La energía es un elemento esencial de nuestra civilización. Hace un millón de años, el hombre primitivo sólo consumía diariamente 6,300 kilojulios ( o 1,500 kilocalorías ) derivados de los alimentos que comía; hace cien mil años, nuestros antepasados, -- cazadores habían aprendido a hacer fuego para preparar sus alimentos gastando 25,000 kilojulios; en el siglo XV, el hombre medieval que empleaba ya bestias de tiro, molinos de viento, ruedas hidráulicas y un poco de carbón, consumía aproximadamente 120,000 kilojulios; en 1875 la máquina de vapor hacía que se dispusiera de 340,000 kilojulios diarios; actualmente el hombre tecnológico consume a diario cerca de 1'000,000 kilojulios, es decir 150 veces más que el hombre primitivo y una tercera parte aproximadamente de dicha cantidad de energía, en forma de electricidad.



A pesar de la abundancia de la energía, y aunque poseemos ya las tecnologías necesarias para convertir toda la energía que vamos a necesitar durante los próximos cien años o más, el mundo es presa de una crisis energética.

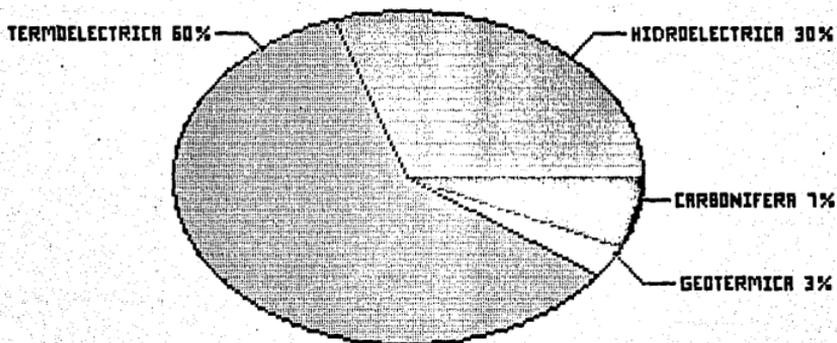
La razón es sencilla: el precio del petróleo y del gas, que cubren casi el 50% de las necesidades de energía mundiales, se ha multiplicado por diez en menos de diez años. El papel vital de la energía en casi todas las actividades humanas ha originado una -- grave conmoción económica, atizando la inflación y el desempleo y retardando en crecimiento o reduciendo la producción.

Es por este motivo que siendo los energéticos uno de los pilares fundamentales de la sociedad moderna, es nuestro deber vigilar su correcto aprovechamiento, sobre todo si consideramos que -- su existencia es finita, su producción cada día más difícil y que su costo va continuamente en aumento.

En nuestro país, la producción de energía eléctrica se lleva a cabo en gran medida, a base de generación termoeléctrica, quemando para ello combustóleo diesel o gas natural.

Aunque en la actualidad se trabaja intensamente en la búsqueda de fuentes más seguras y económicas de generación, como es la geotermia, las hidroeléctricas, las nucleoeeléctricas y hasta la -- energía eólica, el sistema eléctrico nacional depende básicamente de los energéticos primarios para la generación de la electricidad.

## TIPOS DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA



Esto significa que las fluctuaciones en el mercado de los hidrocarburos afectan directamente las operaciones de producción y las perspectivas de crecimiento de la generación de energía eléctrica, sobre todo si se toma en cuenta la gran proporción de refinados que obsorve el sector eléctrico.

CAPITULO I

JUSTIFICACION DEL CUESTIONARIO.

A continuación se dará una breve justificación del porque de cada una de las preguntas que se presentan en el cuestionario.

Primero se solicitó a las industrias sus datos generales, -- los cuales consistían en el nombre de la empresa, tipo de fabricación, dirección, etc., así como el nombre de la persona entrevistada, el tiempo que tiene establecida y el tamaño de la empresa, -- logrando con ésto realizar una adecuada clasificación.

1.- ¿ Conoce alguna pérdida de energía eléctrica en su industria?.

Considerable    Media    Baja    Nula.

Primero se realizó esta pregunta para que la persona entrevistada respondiera sin tener ninguna influencia de las siguientes preguntas, las cuales se refieren por lo general a un problema específico y de esa manera nos diera a conocer si existían pérdidas que se pudieran captar a simple vista.

2.- ¿ Piensa que alguna de ellas pueda tener solución ?.

Esta pregunta se hizo para darnos cuenta del porcentaje de - empresas que teniendo conocimiento de algún tipo de pérdida, también se encuentran concientes de que existe una posible solución.

3.- ¿ Se han realizado pagos adicionales por bajo factor de potencia, y cuántas veces en el año ?.

Aquí nos pudimos dar cuenta del conocimiento que se tiene - sobre el factor potencia y si éste es tomado en cuenta con la importancia que requiere.

- 4.- ¿ Cuenta con equipos eléctricos para medir y corregir el factor de potencia en su caso ?.

Se puede decir que esta pregunta se realizó con el mismo fin que la anterior y para darnos cuenta además de qué porcentaje de - industrias se está preocupando actualmente por optimizar la utilización de la energía eléctrica.

- 5.- ¿ Conoce usted los beneficios económicos que se derivan del control de la demanda máxima ?.

Aqui se pretendia ver si la industria está enterada de lo - que significa la demanda transformada a dinero, y lo que ésto repercute a la industria, económicamente hablando.

- 6.- ¿ Para mejorar el factor de carga de su empresa han pensado en reducir su demanda y ampliar su horario de trabajo ?.

Esta es una pregunta complementaria de la anterior, pues además de darnos cuenta si la industria está conciente de la demanda de energía eléctrica que requiere, toma en cuenta el factor de -- consumo, lo cual implicaría el ampliar las horas de consumo y de esa manera reducir la demanda, aunque esta pregunta es algo restringida pues en muchos casos se debe tomar el tipo de proceso - que se requiere.

- 7.- ¿ Ha considerado usted la conveniencia de controlar manual o mediante equipos electrónicos la demanda máxima de su empresa ?.

Esta se realizó con el fin de darnos cuenta del porcentaje - de industrias que toman en cuenta la demanda máxima que utilizan y si es que se está realizando algo para mejorarla. Esto nos indica indirectamente cuáles son las industrias que se encuentran trabajando bajando con una demanda incorrecta.

8.- ¿ Para controlar la demanda lo realiza en forma electrónica o manual ?.

Se considera a esta pregunta el complemento de la anterior, con esta nos podemos dar cuenta del porcentaje que realmente lo está llevando a cabo y en qué forma.

9.- ¿ Sabe usted si los motores que utilizan en su empresa se encuentran sobrados en potencia ?.

Aquí se podrá detectar el bajo factor de potencia y por lo tanto una pérdida de energía.

10.- ¿ En qué porcentaje se encuentra sobrada la capacidad de los motores ?.

Esta es un complemento de la anterior, pues con ella nos daremos cuenta del porcentaje en el cual se encuentra sobrada la capacidad de sus motores y de esa manera saber la magnitud de este problema, es decir el desperdicio de energía eléctrica que se refleja.

11.- ¿ Proporciona mantenimiento y lubricación adecuada a los equipos accionados por motores ?.

Aquí nos daremos cuenta del porcentaje de industrias que tienen sus equipos en buenas condiciones, ya que de lo contrario suelen ser puntos importantes de pérdidas de energía.

12.- ¿ Tiene transformadores en vacío operando por largo tiempo ?.

Esta nos servirá para detectar el conocimiento que se tiene acerca de los transformadores, ya que una utilización ineficiente altera el factor de potencia, lo cual implica una forma de fuga de energía.

- 13.- ¿ Considera las pérdidas de energía así como las cargas iniciales y el aumento de carga en la selección del tamaño de sus transformadores ?.

Con la presente pregunta pretendemos conocer el porcentaje de empresas que toman estas consideraciones, es decir, aquellas que realizan un estudio más completo antes de adquirir sus transformadores.

- 14.- ¿ El tipo de proceso que se maneja requiere de un constante apagado y encendido de los motores ?.

Aquí dependerá del tipo de proceso que se requiera, pero nos ayudará para darnos cuenta del porcentaje que lo requieren y de esa forma tomarlo en cuenta para la utilización de energía eléctrica. Así podremos clasificar la empresa y detectar a aquellas donde su proceso afecta la demanda.

- 15.- ¿ Existen cargas variables durante el proceso, de tal forma que los motores trabajan en vacío durante un cierto periodo de tiempo ?.

En la presente detectamos otra posible forma de pérdida de energía por bajo factor de potencia.

- 16.- ¿ Emplea motores de velocidad múltiple o variable para cargas variables en bombas, sopladores y compresores, de existir en su empresa ?.

Como en preguntas anteriores, con ésta también pretendemos detectar bajos factores de potencia.

- 17.- ¿ Verifica periódicamente la exactitud de los medidores de potencia ?.

Para darnos cuenta si realmente se está utilizando la energía que nos marcan en los medidores.

- 18.- ¿ La empresa está enterada de las multas que aplica la Comisión Federal de Electricidad por el inadecuado uso de la energía eléctrica ?.

Esta pregunta se realizó con el fin de darnos cuenta de las industrias que están concientes de lo que significa el utilizar de una manera inadecuada la energía eléctrica, económicamente hablando.

- 19.- ¿ Ha consultado a la Comisión Federal de Electricidad para obtener tablas de demanda (u horas pico) por regiones ?.

Con ésta, nos podremos dar cuenta si se está tomando en consideración las horas pico, pues ésto significa grandes multas para la industria.

- 20.- ¿ Existen picos de energía en el proceso que maneja su empresa y qué horario ?.

Quando se trabajan en horas pico, algunos equipos no funcionan en forma eficiente, ocasionando pérdidas de energía además de que puede haber sanciones por parte de la Comisión Federal de Electricidad.

- 21.- ¿ Sabe interpretar el recibo de la Comisión Federal de Electricidad ?.

Esta pregunta se presentó con el objeto de enterarnos si se tiene el conocimiento de todos los factores que intervienen en el cobro de energía eléctrica.

- 22.- ¿ Está usted enterado del tipo de tarifa de la Comisión Federal de Electricidad por medio de la cual se le factura ?.

Esta es una pregunta complementaria de la anterior aunque --

también nos ayuda a darnos cuenta del porcentaje que se interesa sobre todos los aspectos que intervienen en este tipo de cobro.

23.- ¿ La iluminación artificial se encuentra siempre con la misma intensidad en todos los horarios ?.

Aquí nos daremos cuenta del desperdicio que existe por el -- mal diseño de la nave industrial, o por no tomar este factor de - la iluminación como una forma de desperdicio de energía.

24.- ¿ Ha considerado los diferentes tipos de luminarias que existen actualmente en el mercado para realizar un -- análisis y determinar los tipos más adecuados ?.

Esta pregunta nos delata la preocupación de las empresas por el uso eficiente de energía, y quiénes son los que tienden a es-- tar actualizándose para lograr su optimización.

25.- ¿ Desconecta las luces durante las horas de descanso ?.

Esta nos sirve para darnos cuenta de quiénes toman esta con-- sideración, pues se pueden tener grandes ahorros, que de lo con-- trario significaría un derroche de energía.

26.- ¿ Se reduce el alumbrado interior y exterior al nivel - mínimo de seguridad ?.

Esta pregunta tiene una justificación similar a la anterior.

27.- ¿ Se tienen instalados medidores de tiempo (TIMERS) en los apagadores de poco uso ?.

Se realizó esta pregunta para detectar aquellas empresas don-- de permanezcan luces encendidas por mucho tiempo, con el consi-- guiente gasto de energía.

28.- ¿ Mantiene limpios los reflectores y lámparas ?.

Es objetivo de esta pregunta es darnos cuenta de quiénes son los que no aprovechan la capacidad luminica de los luminarios.

29.- ¿ Se utilizan colores claros en los acabados de techos, paredes, pisos y decoración en oficinas y planta ?.

Aquí nos daremos cuenta de las industrias que se preocupan - por este tipo de factores que contribuyen a un máximo aprovechamiento de sus luminarios.

30.- ¿ En las oficinas se apagan las luces, las máquinas de escribir y otros equipos similares cuando no se ocupan ?.

Por ser este un aspecto que en la mayoría de las industrias no es tomado en consideración, sin embargo muchas veces se convierte en un derroche de energía inecesario.

31.- ¿ Reduce el aire acondicionado y ventilación en las horas de descanso ?.

Su justificación es similar a la pregunta anterior, pues nos ayudará a detectar otra causa de uso ineficiente de energía eléctrica.

32.- ¿ Cree usted que se cuenta con las luminarias ?.

Correctas    Inadecuadas    Sobradas    Adecuadas.

Esta nos servirá para darnos cuenta si uno de los problemas sobre el derroche de energía eléctrica radica en el mal diseño de las luminarias.

33.- ¿ La empresa cuenta actualmente con planos de la instalación eléctrica y sus especificaciones ?.

Con esta pregunta se pretende sacar el porcentaje de empresas que les preocupa tener un control sobre lo referente a las instalaciones eléctricas, ya que debido a que ignoran el tipo de instalación realizan muchos errores, lo cual se transforma en energía perdida.

34.- ¿ La instalación eléctrica es la adecuada para las necesidades ?.

Presentes      Futuras      No se conoce.

Aquí se tiene como objetivo el conocer la magnitud de este problema que significa el no tener la instalación adecuada, pues se presenta una gran pérdida de energía en estos casos.

35.- ¿ Se tiene un programa de mantenimiento preventivo para las instalaciones eléctricas ?.

El tener un programa de mantenimiento representa un factor muy importante para tener el equipo en óptimas condiciones y darse cuenta a tiempo de la existencia de alguna pérdida, sin que ésta pase desapercibida, lo cual nos indicará el número de industrias que toman en consideración este aspecto tan importante.

36.- ¿ Se tiene un registro de las reparaciones que se han hecho en las instalaciones ?.

Es de mucha importancia que la industria lleve este tipo de registro, pues de esa manera se puede llevar un record de los problemas presentados y dar las soluciones más adecuadas sin llegar a tener un desperdicio innecesario.

37.- ¿ En su industria se podría sustituir la energía eléctrica por algún otro energético más económico ?.

Esta pregunta es para darnos cuenta si se podría economizar

energía eléctrica utilizando en su lugar algún energético más económico y en qué porcentaje se presenta.

38.- ¿ En el proceso de su fábrica éstas fueron diseñadas bajo un estudio de tiempos y movimientos ?.

Es importante ver quienes son los que se preocupan porque el proceso sea el más adecuado y que de esa manera no exista maquinaria o equipo trabajando innecesariamente.

39.- ¿ Conoce el costo de la energía por unidad producida ?.

Este es un aspecto importante que la industria debe considerar, para que se esté conciente de lo que afecta al costo del producto.

40.- ¿ Se capacita al operario para que entienda el ahorro de la Energía eléctrica ?.

En esta pregunta se ve el interés que tiene la industria en que todo su personal se encuentre conciente de lo que la energía significa para la empresa y de todos los aspectos que hay que tomar en cuenta para tener un uso más eficiente, y de no ser así se detectarían posibles causas de fuga de energía.

41.- ¿ Se ha realizado un estudio de pérdidas de la energía eléctrica en la industria ?.

Aquí nos daremos cuenta de quienes se encuentran interesados en tener un uso más eficiente de este recurso y están concientes del derroche que existe.

42.- ¿ Que podría sugerirnos para lograr un ahorro de energía eléctrica en su empresa ?.

Esta última pregunta nos ayudará mucho para darnos cuenta de los diferentes aspectos que habría que tomar para su ahorro u op-

timización, pues la gente que más se da por enterada de esta situación es la que vive día a día entre los procesos que se requieren para la fabricación de algún producto.

## CAPITULO II

**ANALISIS ESTADISTICO DE  
LOS RESULTADOS ARROJADOS  
EN LA ENCUESTA.**

En este capitulo se mostrarán los porcentajes que resultaron de cada una de las preguntas del cuestionario, aunque se debe tomar en cuenta que estos porcentajes son aproximados, debido a que en algunas industrias se notó que las respuestas no eran en todos los casos veraces, pues en algunas de ellas nos confundían con inspectores de la Comisión Federal de Electricidad, aunque siempre se les aclaró que era para el desarrollo de una tesis profesional.

Uno de los puntos más importantes que se tomaron en cuenta antes de mostrar el cuestionario, fue el formularnos cada una de las preguntas para aclarar dudas y tener en cuenta los comentarios adicionales que podrían ser expresados por los Ingenieros de las diferentes plantas industriales, logrando con esto que se tuviera un mejor entendimiento y así una respuesta más verídica.

Para la obtención de los siguientes porcentajes, en cada una de las preguntas del cuestionario se tomó una muestra de cien industrias de diferentes ramos, pues se quiere hacer la aclaración que estos resultados fueron tomados en forma general, pues se puede ir tan profundo como se quiera, ya que es un problema muy complejo.

**RESULTADOS:**

- 1.- ¿ Conoce alguna pérdida de energía eléctrica en su industria ?.

ALTERNATIVAS

PORCENTAJE

Considerable	10 %
Media	60 %
Baja	20 %
Nula	10 %

Estos porcentajes fueron a criterio de la industria, pues - ellos mismos desconocían los porcentajes de pérdidas con respecto al consumo eficiente necesario.

2.- ¿ Piensa que alguna de ellas pueda tener solución ?.

El 100% de las personas que contestaron que de una u otra - manera tenían pérdidas, respondieron que si podían tener solución Nos dimos cuenta por comentarios de ellos mismos, que se desconocen los puntos exactos de estas fugas de energía.

3.- ¿ Se han realizado pagos adicionales por bajo factor de potencia, y cuántas veces en el año ?.

El 25% nos contestó que sí, aunque en esta pregunta la mayoría de las personas desconocían cuántas veces en el año. Por lo - cual tenemos duda en la veracidad de esta respuesta, ya que consideramos que este porcentaje es mucho más elevado.

4.- ¿ Cuenta con equipos eléctricos para medir y corregir el factor de potencia en su caso ?.

Se obtuvo una respuesta afirmativa del 50% de las industrias entrevistadas, lo cual significa que el otro 50% no tiene el cuidado de tomar en cuenta al factor de potencia, siendo éste de suma importancia.

5.- ¿ Conoce usted los beneficios económicos que se derivan del control de la demanda máxima ?.

Un 70% nos respondieron positivamente, pero nos dimos cuenta que tenían un cierto conocimiento, aunque no se contaba con nin--

gún tipo de programa para su aplicación.

- 6.- ¿ Para mejorar el factor de carga de su empresa, han --  
pensado en reducir la demanda y ampliar el horario de  
trabajo ?.

Sólo el 10% nos contestó con un sí, lo que corrobora al co--  
mentario de la pregunta anterior.

- 7.- ¿ Ha considerado usted la conveniencia de controlar ma--  
nualmente o mediante equipos electrónicos la demanda -  
máxima de su empresa ?.

El 45% de estas empresas contestó que sí ha tenido esta con--  
sideración.

- 8.- ¿ Para controlar la demanda lo realiza en forma electrón--  
ica o manual ?.

Dentro de las empresas que controlan su demanda, sólo el 1%  
la controla electrónicamente, un 10% lo hace manualmente, aunque--  
cabe aclarar que en esta respuesta no nos indican la eficiencia -  
conque se realiza el control manual.

- 9.- ¿ Sabe usted si los motores que se utilizan en su empre--  
sa se encuentran sobrados en potencia ?.

El 75% de las Industrias están concientes de que sus motores  
se encuentran sobrados, aunque nos dimos cuenta que muchos de --  
ellos piensan que el tener los motores sobrados es benéfico.

- 10.- ¿ En qué porcentaje se encuentra sobrada la capacidad -  
de los motores ?.

El 55% tiene una capacidad sobrada del 10%.

El 15% tiene una capacidad sobrada del 20%.

El 10% tiene una capacidad sobrada del 30%.

Y el 20% restante desconocían los porcentajes de capacidad sobrada.

11.- ¿ Proporciona mantenimiento y lubricación inadecuada a los equipos accionados por motores ?.

Un 55% de las empresas nos respondieron afirmativamente.

12.- ¿ Tiene transformadores en vacío operando por largo tiempo ?.

En el 33% de las Industrias la respuesta fue afirmativa.

13.- ¿ Considera las pérdidas de energía así como las cargas iniciales y el aumento de carga en la selección del tamaño de sus transformadores ?.

El 91% nos dió una contestación afirmativa.

14.- ¿ El tipo de proceso que se maneja requiere de un constante apagado y encendido de los motores ?.

Un 60% nos respondió que si se requería de un apagado y encendido, aunque en algunos casos no se necesitaba que éste fuera muy constante.

15.- ¿ Existen cargas variables durante el proceso, de tal forma que los motores trabajen en vacío durante un cierto periodo de tiempo ?.

El 85% presentan este tipo de cargas variables, lo cual nos indica una de las principales causas del bajo factor de potencia dentro de las industrias.

16.- ¿ Emplea motores de velocidad múltiple o variable para cargas variables en bombas, sopladores y compresores, de existir en su empresa ?.

El 7% utiliza motores con controladores de velocidad.

21

17.- ¿ Verifica periódicamente la exactitud de los medidores de potencia ?.

Un 93% de las empresas nos dio una respuesta negativa, y del 7% existe cierta duda de que realmente tome esta medida.

18.- ¿ La empresa está enterada de las multas que aplica la Comisión Federal de Electricidad por el inadecuado -- uso de la energía eléctrica ?.

Del total de Industrias visitadas un 68% nos contestaron -- afirmativamente, aunque creemos que este porcentaje es más alto, -- pues mostraron mucha incertidumbre al contestar esta pregunta.

19.- ¿ Ha consultado a la Comisión Federal de Electricidad -- para obtener tablas de demanda ( horas pico ) por regiones ?.

En un 94% de las Industrias jamás se han preocupado, o simplemente ignoraban la existencia de dichas tablas.

20.- ¿ Existen picos de energía en el proceso que maneja su empresa y qué horario ?.

Se pudo observar que en muy pocas empresas se tienen picos -- en el proceso, pues sólo fue el 9%, aunque la mayoría de las empresas coincidían en el mismo lapso de tiempo en el que inician -- sus labores, el cual era de 7:00 a 8:00 A. M.

21.- ¿ Sabe interpretar el recibo de la Comisión Federal de Electricidad ?.

En esta pregunta se obtuvo un 100% de que si se tenía este -- conocimiento.

22.- ¿ Está usted enterado del tipo de tarifa de la Comisión Federal de Electricidad, por medio de la cual se le factura ?.

El 66% de las empresas contestó afirmativamente.

23.- ¿ La iluminación artificial se encuentra siempre con la misma intensidad en todos los horarios ?.

Un 92% de las plantas industriales tiene sus luminarias sin control de intensidad, lo cual origina pérdidas de energía eléctrica, porque no se aprovecha la iluminación natural.

24.- ¿ Ha considerado los diferentes tipos de luminarios que existen actualmente en el mercado para realizar un análisis y determinar los tipos más adecuados ?.

En esta pregunta un 13% contestó que si ha tenido esta consideración, aunque dentro de este porcentaje nos hicieron comentarios de que realmente no se ha realizado ningún tipo de modificación, debido a problemas económicos o desconocimiento del problema por parte de la gerencia.

25.- ¿ Desconecta las luces durante las horas de descanso ?.

De un 90% obtuvimos una respuesta negativa, cabe aclarar que al hablar de las horas de descanso nos referimos a las horas de comida, y no a las no laborables.

26.- ¿ Se reduce el alumbrado interior y exterior al nivel mínimo de seguridad ?.

Sólo el 12% lo reduce.

27.-¿ Se tienen instalados medidores de tiempo (TIMERS) en los apagadores de poco uso ?.

Solamente el 5% nos contestó que sí, lo cual nos permite ver que a pesar de ser uno de los métodos más eficientes no lo toman en cuenta las empresas.

28.- ¿ Mantiene limpios los reflectores y lámparas ?.

Sólo un 11% se preocupa por mantenerlos limpios, aunque nos dimos cuenta que realmente le corresponde un porcentaje más bajo del antes mencionado.

29.- ¿ Se utilizan colores claros en los acabados de techos, paredes, pisos y decoración en oficinas y planta ?.

Un 18% de las empresas si utilizan dichos colores y el resto usan colores oscuros con el fin de ocultar o disimular la suciedad.

30.- ¿ En las oficinas se apagan las luces, las máquinas de escribir y otros equipos similares cuando no se ocupan ?.

El 28% de las empresas si tienen el cuidado de que no haya desperdicio de energía eléctrica en las oficinas.

31.- ¿ Reduce el aire acondicionado y ventilación en las horas de descanso ?.

Un 40% de las industrias que cuenta con este tipo de equipo lo lleva a cabo.

32.- ¿ Cree usted que se cuenta con las luminarias ?.

El 66% nos respondió que contaba con las luminarias correctas; el 22% tiene luminarias inadecuadas; un 5%, sobradas y el 7% cuenta con las adecuadas.

33.- ¿ La empresa cuenta actualmente con los planos de la

instalación eléctrica y sus especificaciones ?.

El 66% nos contestó que sí, aunque dentro de este porcentaje muchos aclararon que sólo tienen los planos de ciertas áreas, lo cual nos indica que algunas empresas han crecido sin tomar en cuenta los calibres de los cables, para tener una mayor eficiencia.

34.- ¿ La instalación eléctrica es la adecuada para las necesidades ?.

Un 55% fueron para las necesidades presentes, el 23% para las futuras y el 22% lo desconocían.

Analizando esta pregunta y la anterior, podemos ver que no es completamente verídico, pues el 34% de las mismas industrias carece de los planos de la instalación eléctrica lo que nos indica que el porcentaje de empresas que no tienen una adecuada instalación es mayor que el presentado.

35.- ¿ Se tiene un programa de mantenimiento preventivo para las instalaciones eléctricas ?.

El 60% contestó que sí contaba con este tipo de programa.

36.- ¿ Se tiene un registro de las reparaciones que se han hecho en las instalaciones ?.

En esta pregunta obtuvimos una respuesta afirmativa del 66% de las empresas visitadas.

37.- ¿ En su industria se podría sustituir la energía eléctrica por algún otro energético más económico ?.

Un 13% nos respondió que sí podría utilizar un energético más económico, éstos en su mayoría fueron aquellos que para su proceso necesitan calentar agua, aunque nos aclararon que esta --

sustitución sería solamente en partes y no total, en todos los casos.

38.- ¿ En el proceso de su fábrica estos fueron diseñados bajo un estudio de tiempos y movimientos ?.

Nos pudimos dar cuenta que solamente el 50% de las Industrias toman en cuenta este aspecto tan importante dentro de ésta, tanto para el ahorro de energía, como para el mejoramiento y economización del proceso.

39.- ¿ Conoce el costo de la energía por unidad producida ?.

Obtuvimos una respuesta negativa del 97%, lo cual significa que desconocen la influencia que tiene este costo sobre el producto y el ahorro que tendría el costo de producción al tener un estudio sobre la optimización del manejo de la energía eléctrica.

40.- ¿ Se capacita al operario para que entienda el ahorro de la energía eléctrica ?.

El 50% de las empresas nos respondió que si se tiene un programa de capacitación, lo cual significa que el resto no se preocupa por este aspecto tan importante para que la industria tenga una mejor utilización sin que existan desperdicios.

41.- ¿ Se ha hecho un estudio de pérdidas de la energía eléctrica en la industria ?.

Solamente el 22% ha realizado este estudio, aunque no todos fueron hechos recientes y se desconoce si estos estudios los realizaron personas especializadas en el tema.

42.- ¿ Qué podría sugerirnos para lograr un ahorro de energía eléctrica en su empresa ?.

En esta pregunta se obtuvieron diferentes recomendaciones, -

las cuales se tomaron muy en cuenta para la realización del siguiente capítulo.

## CAPITULO III

**RECOMENDACIONES Y PROCEDIMIENTOS  
PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENER  
GIA ELECTRICA EN LA INDUSTRIA.**

Este tercer capítulo resulta ser el climax de la tesis, ya que en éste se mostrará una guía práctica para la utilización eficiente de la energía eléctrica. La finalidad de este capítulo es que el industrial pueda detectar de una manera más rápida y sencilla las oportunidades que existen en el ahorro de este recurso y lo que significaría ésto para su industria al transformarlo en dinero.

Para facilitar el manejo de esta guía se ha optado por dividir este capítulo en dos partes y de esa manera hacerla más práctica.

La primera parte mostrará una serie de recomendaciones que tienen una aplicación rápida, es decir, que muchos de estos puntos no requieren de un estudio de ingeniería, debido a su sencillez.

Por el contrario, en la segunda parte se mostrarán ejemplos en los cuales intervienen los distintos casos que hay que tomar en consideración, con el objeto de tener un ahorro de energía eléctrica. En esta segunda parte todos los puntos que se mencionan son explicados por medio de cálculos de ingeniería, debido a su complejidad, logrando de esa manera una visión más amplia y una mejor comprensión.

## PRIMERA PARTE

### SUGERENCIAS PARA UNA APLICACION INMEDIATA.

En esta primera parte se presentan una serie de sugerencias que encierran a todos aquellos aspectos que se encuentran a simple vista, es decir, que son fáciles de identificar, pero que a pesar de esto pasan desapercibidos por el industrial, aunque resultan un tanto obvios en algunos casos. Es motivo por el cual esta sección se ha creado, ya que tiene la finalidad de cubrir en una forma más completa todos los aspectos que puedan contribuir en la obtención de un ahorro más eficiente de la energía eléctrica. Aunque en algunos de estos casos no intervenga directamente el uso de este recurso, si tienen una relación indirecta, la cual afecta su eficiente utilización.

Muchas de estas sugerencias no requieren de un estudio ingenieril, sino que sólo son aspectos que deben ser tomados en cuenta dentro de la organización de la industria.

Sin embargo algunas otras sugerencias a pesar de su simplicidad si requieren de un estudio un poco más minucioso.

#### EDIFICIO:

-Aumentar la reflexión de luz en paredes, pisos y techos:

Para la obtención de una mejor reflexión y aprovechamiento de la iluminación, es necesario utilizar colores claros en los acabados de techos, paredes, pisos y decoración.

-Emplear luz natural en lugar de artificial, siempre que sea posible:

Para el logro de este aspecto se recomienda que se use en techos materiales que permitan el paso de la luz solar, sobre to-

do cuando se trata de bodegas.

-Aislar adecuadamente paredes, bóvedas y techos.

-Reducir el calentamiento en los edificios:

En este caso se necesita reducir las superficies de vidrio, sobretodo en los lugares donde el aire acondicionado sea indispensable.

Otra forma de reducir el calentamiento es empleando vidrios polarizados o colocando cortinas en las ventanas.

Es importante tener el cuidado de sellar las aberturas y orificios de los edificios, como ventanas rotas, quebraduras alrededor de los marcos de las puertas y ventanas. Así como también resulta conveniente el cambiar las ventanas de tipo quillotina.

La instalación de guardapuertas y sobrevidrieras resulta conveniente en la reducción del calor.

Otro aspecto que resulta muy práctico es el de plantar árboles o arbustos cerca de las ventanas, para protegerlas del sol y evitar el calentamiento, lo cual nos ayuda a su vez a dar un buen aspecto a la planta.

#### ILUMINACION:

-Mantener limpios los reflectores y lámparas:

Este resulta ser un punto muy sencillo que en muchos casos pasa desapercibido, pero es muy importante que cada industria se ocupe de este aspecto mediante un programa de mantenimiento realizado según las necesidades de cada una de ellas.

-Eliminar lámparas eléctricas ineficientes, como son los focos incandescentes y cambiarlos por iluminación de alta eficien--

eficiencia como son las lámparas de mercurio, sodio o fluorescentes.

-Tener concientes a cada uno de los trabajadores de la industria para que no dejen ninguna lámpara encendida sino la están necesitando.

-Es muy conveniente el instalar apagadores de tiempo ( TIMERS ) en los lugares de poco uso, como pueden ser algunos pasillos, baños, ciertas áreas, etc.

-Eliminar el alumbrado en las partes altas del material apilado.

-Reducir el alumbrado tanto interior como exterior de la planta y áreas circundantes al nivel mínimo de seguridad, excepto cuando se estén efectuando trabajos de vigilancia especial.

-Utilizar controles de tipo fotocelda en el alumbrado exterior y reducir ésta al mínimo de seguridad.

-Eliminar o reducir las luces de los anuncios y letreros exteriores y evitar anuncios móviles eléctricos.

-Emplear interruptores separados, tanto en la iluminación perimetral para que puedan ser apagados cuando la luz natural sea adecuada, como en áreas inferiores que estén controladas por un solo interruptor, además de los interruptores de cada sala, es decir, que existan apagadores por áreas para tener las pequeñas a oscuras cuando no se estén empleando.

-Adecuar la altura de las lámparas.

#### CLIMAS ARTIFICIALES:

-Mantener apagados los equipos de aire acondicionado cuando el clima natural lo permita y sobretodo durante las horas en que

no se labore.

-Revisar el sistema de ventilación de la sala de conferencias y apagarlo cuando no se necesite, lo mismo se recomienda para todas las oficinas o cuartos especiales.

-Utilizar aire acondicionado únicamente en las áreas de trabajo.

-Emplear ventiladores en lugar de aire comprimido en el acondicionamiento de aire.

-Instalar controles de tiempo ( TIMERS ) en los equipos de aire acondicionado.

-Retrasar el encendido del equipo de calentamiento y aire acondicionado hasta que sea estrictamente necesario.

-Reducir el aire de ventilación artificial al mínimo aceptable.

-Tener mucho cuidado con fugas en donde se requiere aire acondicionado.

-Mantener puertas y ventanas cerradas, para conservar el calor o el aire acondicionado.

-Eliminar o reducir las salidas y ductos de los edificios, y de esa forma disminuir el aire de repuesto.

-Desconectar cada día los amortiguadores de aire de las puertas exteriores, lo anterior deberá llevarse a cabo en tiempos muy calurosos o muy fríos.

-Evitar la entrada de aire de extracción muy húmedo en los sistemas de aire acondicionado.

-Usar aire normal del exterior para alimentar extractores.

-Limpiar o reemplazar regularmente los filtros de aire.

-Limpiar los condensadores de los refrigerantes en los equipos de aire acondicionado, para reducir el consumo de energía en los compresores. Verificar el tratamiento del agua de enfriamiento.

-Dimensionar las rejillas, ductos y tubos, de tal forma que presenten la mínima resistencia al paso del aire.

#### MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRABAJO:

-Ahorro de energía eléctrica en el equipo de oficina:

Tener conciente al empleado de oficina sobre el buen uso de la energía eléctrica, es decir, capacitarlo para una utilización eficiente de todos los aparatos eléctricos existentes en las oficinas a los que ellos tienen acceso como son, los enfiadores de agua, cafeteras, computadoras, impresoras, máquinas de escribir eléctricas, etc.

Instalar únicamente la iluminación necesaria.

Reducir el aire acondicionado al mínimo nivel aceptable.

Evitar los relojes electrónicos y aparatos eléctricos, que no sea indispensables para las labores que se desarrollan.

Eliminar los elevadores para el primer y segundo piso, y en caso de ser realmente necesarios resulta conveniente programarlos

-Ahorro de energía eléctrica en el equipo de la planta:

Capacitar al obrero sobre el uso eficiente de la energía eléctrica, como es el no encender ninguna maquinaria o equipo

mientras no se encuentre la persona responsable o no se esté utilizando.

Apagar las campanas de extracción de los laboratorios cuando no se estén necesitando.

Desconectar las bandas transportadoras, elevadores, etc. -- cuando no se utilicen.

Emplear la ventilación de mínima seguridad en los hornos.

Proporcionar mantenimiento y lubricación adecuada a los equipos accionados por motores.

Programar los mantenimientos de rutina en los periodos fuera de operación. Considerar la operación continua durante 3 ó 4 días en lugar de 1 ó 2 turnos por día.

Verificar la exactitud de los medidores de potencia.

Considerar el cambio de motores eléctricos por turbinas de contrapresión y emplear el vapor de descarga para procesos de calentamiento.

Optimizar el tamaño del motor con la carga, para mejorar el factor de potencia y la eficiencia.

Emplear motores de velocidad múltiple o variable para cargas variables en bombas, sopladores y compresores.

Considerar la eficiencia del equipo de mantenimiento, en -- cuanto al consumo de energía.

Cambiar motores y bombas dimensionados con exceso y ajustarlos a los tamaños óptimos.

Cambiar los eyectores de vapor en los sistemas de vacío por bombas de vacío, accionados por motores eléctricos para una efi--

ciencia máxima de operación.

. Considerar las pérdidas de energía, así como las cargas iniciales y el aumento de carga en la selección del tamaño de los transformadores.

Evitar fugas en compresores, teniendo en cuenta que los aislamientos se encuentren en perfectas condiciones.

Emplear turbinas de gas de ciclo combinado para aprovechar los gases de escape de las calderas.

#### CONCEPTOS GENERALES:

-Consultar a la Comisión Federal de Electricidad para obtener tablas de demanda ( u horas pico ) por regiones.

-No emplear energía eléctrica en las horas de alta demanda, en trabajos y servicios que pueden realizarse en horas de menor demanda.

-Localizar las causas de los costos por concepto de demanda máxima de energía eléctrica y así poder evitar los picos.

-Programar la operación de la planta para minimizar las demandas picos de electricidad.

-Aumentar el factor de carga en las plantas generadoras.

-Analizar el aislamiento de líneas y ductos y emplear la cantidad necesaria para cada tipo de trabajo.

-Disminuir la resistencia de los conductores eléctricos, aumentando su calibre, para evitar pérdidas por calentamiento.

-Minimizar la longitud de los conductores, buscando las mejores rutas.

## SEGUNDA PARTE

### PROCEDIMIENTOS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA.

Esta segunda parte del Capítulo III, resulta ser una de las más importantes e interesantes que esta tesis presenta, puesto -- que en esta parte se exponen los puntos ya definidos que existen para el logro de un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica

Con el fin de que se pudiera tener una visión más amplia y -- facilitar su comprensión, se decidió que cada uno de estos puntos expusiera un ejemplo concreto, los cuales incluyen una descrip--- ción breve de las circunstancias y acciones. Muchos de estos problemas o circunstancias están basados en casos verídicos y de esa manera lograr que el industrial se pueda formar una idea más precisa de lo que su industria se encuentra derrochando este recurso en la actualidad, lo cual como todos sabemos contribuye al encarecimiento del proceso de producción y como consecuencia al producto, lo cual resulta inconveniente, ya que toda industria busca producir a un bajo costo con una mayor calidad.

Es importante hacer la aclaración que todas estas sugerencias para el logro de un uso eficiente de la energía eléctrica -- tienen por objeto el indicar los pasos claves para obtener las -- estimaciones de los posibles ahorros de la misma, así como también los beneficios económicos, por lo tanto, no se presentan los análisis completos de ingeniería para su aplicación. En esta sección se ha procurado el presentar ejemplos consistentes, pero estos no utilizan todos los factores que intervendrían para tomar -- una decisión en un caso específico, debido a que cada una de las industrias en México se encuentran en diferentes circunstancias y por lo tanto cada una de ellas deberá tomar diferentes factores -- en consideración a sus necesidades.

Cualquier ejemplo de los propuestos debe requerir un estudio

cuidadoso para su aplicación, ya que en determinadas circunstancias puede resultar contraproducente en la obtención de la eficiencia de un proceso.

### EJEMPLOS :

Ejemplo 1.

Disminuir la ventilación.

Se puede obtener un ahorro de energía al disminuir la ventilación forzada en edificios, sin sobrepasar los límites permitidos de seguridad.

La cantidad de aire que descarga un ventilador centrifugo es directamente proporcional a su velocidad de rotación y, por tanto, la ventilación forzada de un edificio puede reducirse disminuyendo la velocidad del ventilador.

La fig.1 muestra el flujo de aire del ventilador centrifugo- contra la potencia requerida para manejar dicho volumen; ambos están expresados como porcentaje.

Por ejemplo: en un edificio de  $4\ 250\ m^3$  que se había planeado originalmente para que tuviera cinco cambios de su volumen de aire por hora, requería el empleo de un motor de 10 HP ( con carga de 9.83 HP) que accionaba un ventilador de 61 cm. a una velocidad de 915 rpm, con un volumen de descarga de  $354\ m^3/min$ .

Posteriormente se observó que sólo eran necesarios 4 cambios, o sea, lo correspondiente a 80 por ciento del diseño original.

Se le hicieron adaptaciones a la polea para reducir la velocidad del ventilador a  $915 \times 0.80$ , o sea 732 rpm.

La fig.1 muestra que al reducir la velocidad del ventilador-

a 80 por ciento de su capacidad, la potencia requerida sería solamente de 50 por ciento, suponiendo una eficiencia en el motor de 77 por ciento.

Potencia requerida a la capacidad total	= $9.83 \text{ HP} \times 0.746 \text{ kw/HP} \times 1/0.77$
	=9.524 kw

Potencia requerida a 50% de la capacidad	= $9.83 \text{ HP} \times 0.50 \times 0.746 \text{ kw/HP} \times 1/0.77$
	=4.762 kw

Ahorros de electricidad	= $(9.524 - 4.762) \times 8760 \text{ h/a}$
	=41 715 kwh/a

Si se requieren 2 520 kcal/kwh generado

Ahorros anuales	= $41 \text{ 715 kwh/a} \times 2520 \text{ kcal/kwh}$
	=105 Mkcal

Si los costos de electricidad son de \$ 49.00/kwh

Ahorros anuales Monetarios	= $41 \text{ 715 kwh/a} \times \$ 49.00/\text{kwh}$
	=\$ 2'044,035.00/año

Sugerencias:

Determinar si el número de cambios de volúmenes de aire por hora, suministrados mediante su sistema de ventilación, puede ser reducido sin afectar las condiciones de seguridad y comodidad. -- Cuando los ventiladores sean accionados por poleas, la reducción de velocidad se puede lograr con el cambio adecuado de éstas. Si el motor opera a menos del 50 por ciento de su capacidad, su eficiencia puede ser muy pobre y su factor de potencia alto. En tales casos se recomienda consultar a los fabricantes de motores -

para determinar las eficiencias eléctricas y los factores de potencia a bajas capacidades. En algunos casos trabajar a más bajas capacidades redunda en grandes ahorros.

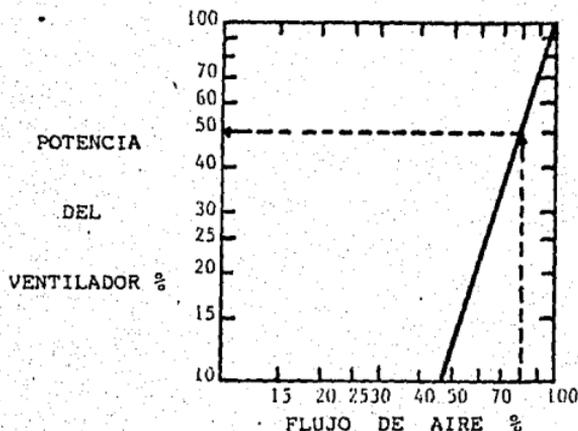


Fig. 1.- Disminución de potencia resultante de la reducción de la velocidad del ventilador (Basado en las leyes de funcionamiento de ventiladores).

**Nota:** Reducir la ventilación equivale a disminuir las necesidades de energía para calentamiento y enfriamiento.

**Referencia:** Heating, Refrigeration, Ventilating and Air Conditioning Guide and Data Book- Equipment 1972 American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc. 345 E. 47th Street, New York, New York - 10017.

**Fuente:** Basado en L.R. Kernan, "Examples of Energy Conservation", Energy Conservation through Effective Energy Utilization, National Bureau of Standards Special Publication No. 403, Vol. II.

## Ejemplo 2.

Reducir el acondicionamiento de aire cuando no se trabaja.

En una fábrica con un área de  $446 \text{ m}^2$  para oficinas y  $9\,300 \text{ m}^2$  para manufactura, donde se utilizaba el acondicionamiento de aire en forma continua, se obtuvieron ahorros considerables al -- eliminar el clima artificial cuando no era indispensable.

El aire acondicionado se desconectaba por las tardes, al -- terminar las labores. La temperatura interior aumentaba paulatinamente en las tardes, debido al calor retenido en las paredes, -- llegando a su máximo alrededor de las 23 h, y a partir de entonces comenzaba a disminuir debido a la baja temperatura nocturna. -- A las 8 h, el aire en los locales tenía una temperatura adecuada para desarrollar las labores, ya que en ese momento empezaban a -- funcionar los equipos de aire acondicionado.

La reducción del acondicionamiento de aire ha traído como -- consecuencia un ahorro de 826 000 kwh de energía eléctrica durante la temporada en que se requiere servicio.

Consumo anual	=236 kwh x 6000 h/a x \$ 49.00/kwh= =\$ 69'384,000.00 por año.
Ahorro anual	=826 000 kwh/año x \$ 49.00/kwh= =\$ 40'474,000.00/año.

## Sugerencias:

Revisar las condiciones de operación de los equipos de aire-- acondicionado.

Estudiar la posibilidad de parar los equipos durante horas -- en que no se trabaja.

Considerar la alternativa de mantener temperaturas ligeramen-- te más altas en el aire acondicionado.

Fuente: J.R. Kernan "Examples of Conservation". National Bureau of Standards Special Publication No.403.Vol.II

### Ejemplo 3.

Reducir el área de calentamiento durante las horas en que no se labora.

En una fábrica de fundas se lograron ahorros de cerca de -- \$ 20'600,000.00/año al reducir el área de calentamiento. La planta constaba de 446 m<sup>2</sup> para oficinas y 9 290 m<sup>2</sup> para producción; se calentaba eléctricamente y se mantenía a una temperatura constante de 20°C durante la época de frío. En temporadas demasiado frías, se requería de calentamiento adicional del alumbrado. La planta operaba 8 horas diarias durante 5 días a la semana. El calor necesario para mantener la temperatura a 20°C se calculaba en 134 465 kcal/h, considerando una temperatura exterior de 11.1°C durante toda la temporada.

Al reducir la temperatura a 14.4°C en todas las áreas, en horas no laborables (incluyendo fines de semana y días festivos), se obtiene un ahorro de 417 500 kwh durante la temporada. Esto permite emplear 75 kw en alumbrado para calentamiento adicional durante 686 h, lo que representa un ahorro neto de \$20'683,096.00

La estimación de los ahorros logrados se hace de la siguiente manera:

Horas totales	=258 d/a x 24 h/d = 6 192 h/a
Horas no laborables	=258 d/a x un fin de sem/7 d x (168-40) h/fin de sem. + (4 días festivos x 24 h/d) = 4 813 h/a
Horas laborables	=6 192 - 4 813 = 1 379 h/a

Energía necesaria para mantener una temperatura de 20°C durante la temporada de frío.

Energía anual =134 465 kcal/h x 6 192 h/a  
necesaria =832.6 Mkal/a

Requerimientos de energía al reprogramar el calentamiento.

Durante horas de =134 465 kcal/h x 1 379 h/a  
labores =185.3 Mkal/a

Horas no laborables =(14.4 - 11.1) °C/ (20 - 11.1) °C  
x 134 465 kcal/h x 4 813 h/a  
=240 Mkal

Total de energía requerida

=185.3 Mkal/a + 240 Mkal/a  
=425.3 Mkal/a

Ahorros de calor =(832.6 - 425.3) Mkal/a  
por temporada de frío =407.3 Mkal/a

Energía ahorrada =407.3 Mkal/a x 1 kwh/860 kcal  
=473 604 kwh/a

Requerimientos =686 h/a x 75 kw/h  
de alumbrado adicional =51 500 kwh/a

Ahorro neto de =(473 604 - 51 500) kwh/a  
electricidad =422 104 kwh/a

Si se requieren 2520 kcal/kwh

Ahorros anuales =422 104 kwh/a x 2520 kcal/kwh  
de energía =1064 Mkal/a

Si el costo de la electricidad es de \$ 49.00/kwh

Ahorro anual =422 104 kwh/a x \$ 49.00/kwh  
monetario =\$ 20'683,096.00/año

## Sugerencias:

Evaluar los requerimientos de calentamiento en sus áreas. -  
 Mantener la temperatura a 20°C durante las horas en que se esté -  
 laborando y disminuirla al máximo en horas en que no se ocupe el  
 local. Los ahorros serán cada vez más importantes conforme aumen-  
 te el costo de la electricidad.

Fuente: Reportado por Carolina Power and Light Company for -  
 Reeve Manufacturing Company at Kenansville, N.C.

## Ejemplo 4.

## Ahorro de energía en el uso de elevadores.

Los elevadores son una fuente común de pérdida de energía y luz, particularmente cuando se emplean en lugar de escaleras en viajes de uno o dos pisos. Aun cuando los elevadores tienen normalmente 300 watts o más de alumbrado fluorescente, solo se requieren 30, y la mayoría de las veces estas lámparas permanecen encendidas 24 h. durante los 365 días del año, lo que representa un desperdicio de 2 600 kwh/año; esto se traduce en \$ 127,400.00/año, por elevador, de energía eléctrica.

La tabla adjunta indica los consumos de energía eléctrica y sus costos anuales para cuatro tipos de elevadores usados para 600 viajes de un piso al año.

## Sugerencias:

Se pueden lograr ahorros de energía rápidamente, aplicando algunas de las siguientes medidas:

Cuando existan 2 elevadores (o más) juntos que sirvan al mismo edificio, déjese fuera de servicio uno (o más), con lo cual se logrará que haya más pasajeros por viaje.

Recomendar a los empleados que usen la escalera cuando tengan que desplazarse solo 1 ó 2 pisos en lugar de utilizar elevadores. Como medida adicional se puede reducir la iluminación de éstos al mínimo permitido por la seguridad.

Fuente: D. Rudawitz, "Reports on Energy Conservation in Industry", National Bureau of Standards, Special Publication No. 403, Vol. II.

**CONSUMO CARACTERISTICO DE ENERGIA  
PARA CUATRO TIPOS DE ELEVADORES**

Tipo	Capacidad en peso, en kg	Velocidad promedio, en m/seg	Potencia kw	Seg/piso	600 viajes de un piso /día
Hidráulico Tipo I	680	30	10	8	13 kwh/d 65 kwh/s 3 380 kwh/a \$165,620.00/a
Eléctrico Tipo I	910	76	12	5	10 kwh/d 50 kwh/s 2 600 kwh/a \$127,400.00/a
Hidráulico Tipo II	910	38	12	7	14 kwh/d 70 kwh/s 3 540 kwh/a \$173,460.00/a
Eléctrico	1135	106	16	3	8 kwh/d 40 kwh/s 2 080 kwh/a

Basado en información de las compañías de elevadores Otis y Dover.

Para un costo de \$ 49.00/kwh (tarifa 2).

d = día

s = semana

a = año

Ejemplo 5.

Eliminar alumbrado innecesario.

Se puede conservar energía reduciendo o eliminando las luces innecesarias. En una fábrica de fundas que opera 8 hrs. por día y 5 días por semana, se identificaron ahorros de cerca de \$ -- 47'000,000.00. La planta consistía en 446 m<sup>2</sup> para oficinas y 9300 m<sup>2</sup> de área de operación. Ambas áreas estaban alumbradas por un total de 2200 lámparas fluorescentes de 2.4 m de longitud (110 watts más 10 watts por balasta). En esta planta se acostumbraba dejar encendidas todas las lámparas, de lunes a viernes, 24 h, -- por día; 250 días por año.

Se implantó un plan para las horas no laborables que consistía en proveer la iluminación necesaria solamente para mantenimiento y seguridad. Esta medida de apagar luces innecesarias dio como resultado mantener las luces encendidas solamente 10 h. por día, 250 días por año.

Se lograron ahorros anuales de electricidad de cerca de \$ - 45'000,000.00, además de \$ 2'000,000.00 en los costos por remplazo de lámparas, dando un ahorro total de \$ 47'000,000.00 por año.

Los ahorros de electricidad debidos a la medida de conservación de energía se calculan como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Ahorros anuales} &= (24 - 10) \text{ h/d} \times 250 \text{ d/a} \times 120 \text{ w/} \\ \text{de electricidad} &\quad \text{lámpara} \times 2 \text{ 200 lámparas} \\ &= 924 \text{ 000 kwh/año} \end{aligned}$$

Si el costo de la electricidad es de \$ 49.00/kwh.

$$\begin{aligned} \text{Los ahorros anuales} &= 924 \text{ 000 kwh/a} \times \$ 49.00/\text{kwh} \\ \text{en los costos de} & \\ \text{electricidad} &= \$ 45'276.000.00/\text{año} \end{aligned}$$

Si se requieren 2 250 kcal/kwh

$$\begin{aligned} \text{Ahorros anuales} &= 924 \text{ 000 kwh/a} \times 2 \text{ 520 kcal/kwh} \\ \text{de energía} &= 2 \text{ 328.5 Mkcal/año} \end{aligned}$$

Deben agregarse a los costos de electricidad en los diferentes programas, los costos por concepto de remplazo de lámparas, - estos dependen, entre otras cosas, del ciclo de operación actual. Los costos anuales por remplazo de lámparas fluorescentes se calcula como sigue:

$$\text{Costo anual} = (P + h) \times (cd/L) \times n \text{ por remplazo}$$

Donde: P = precio de remplazo de lámpara

h = costo de mano de obra

c = horas de vida de la lámpara por periodo de operación (horas por encendido) estimados de la Fig.1.

d = número de periodos de operación por año

L = vida promedio de la lámpara por 3 h de encendido

n = número de lámparas.

En este ejemplo se consideró un costo de mano de obra (h) de \$ 2.000.00/h, el precio (P) es de \$ 8.000.00 por lámpara, una vida promedio (L) de 12 000 h, y como ya se mencionó, el número de

lámparas n es de 2 200.

En el antiguo plan donde se tenía  $5 \times 24 = 120$  h, de operación de la Fig. 1 se encuentra que  $c = 60$  h, aproximadamente. Había 50 periodos de operación por año.

Costo del replazo (viejo)	$= (2\ 000 + 9\ 000) \text{ \$/lámpara} \times 60 \text{ h/periodo} \times 50 \text{ periodos} \times 2\ 200 \text{ lámparas} / 12\ 000 \text{ h}$ $= \$ 5'500,000.00/\text{año}$
------------------------------	--

En el nuevo plan 250 periodos (d) de 10 h cada uno,  $c$  de la Fig. 1 es igual a 7.5 h.

Costo del replazo (nuevo)	$= (2\ 000 + 8\ 000) \text{ \$/lámpara} \times 7.5 \text{ h/periodo} \times 250 \text{ periodos} \times 2\ 200 \text{ lámparas} / 12\ 000 \text{ h}$ $= \$ 3'437,500.00/\text{año}$
Ahorros netos	$= \$ 5'500,000.00 - \$ 3'437,500.00$ $= \$ 2'062,500.00/\text{año}$
Ahorro anual total	$= \$ 45'276,000.00 + \$ 2'062,500.00$ $= \$ 47'338,500.00/\text{año}$

Como muchas veces, los costos de electricidad son más altos que los empleados aquí; es obvio que los ahorros resultantes serán mayores.

#### Sugerencias:

Revisese el alumbrado y elimínese el innecesario. Cuando no se labora, manténgase encendidas sólo las luces necesarias para la seguridad de la planta y el servicio de vigilancia. Si es posible, prográmense todos los servicios de vigilancia para que se efectúen simultáneamente por áreas, y minimícese el uso de alumbrado en toda la planta en periodos largos; instálense más apagadores para aumentar el control de las luces. Consúltese a la compañía o departamento de mantenimiento, a los consultores y fabri-

cantes de alumbrado, para mejores recomendaciones.

Fuente: Reportado por Carolina Power and Lighting Company ---  
for Reevor Brothers Manufacturing Company at Kenans -  
ville, N.C.

Referencia: "Fluorescents - On/Off", Lighting Design and Aplica-  
tion.

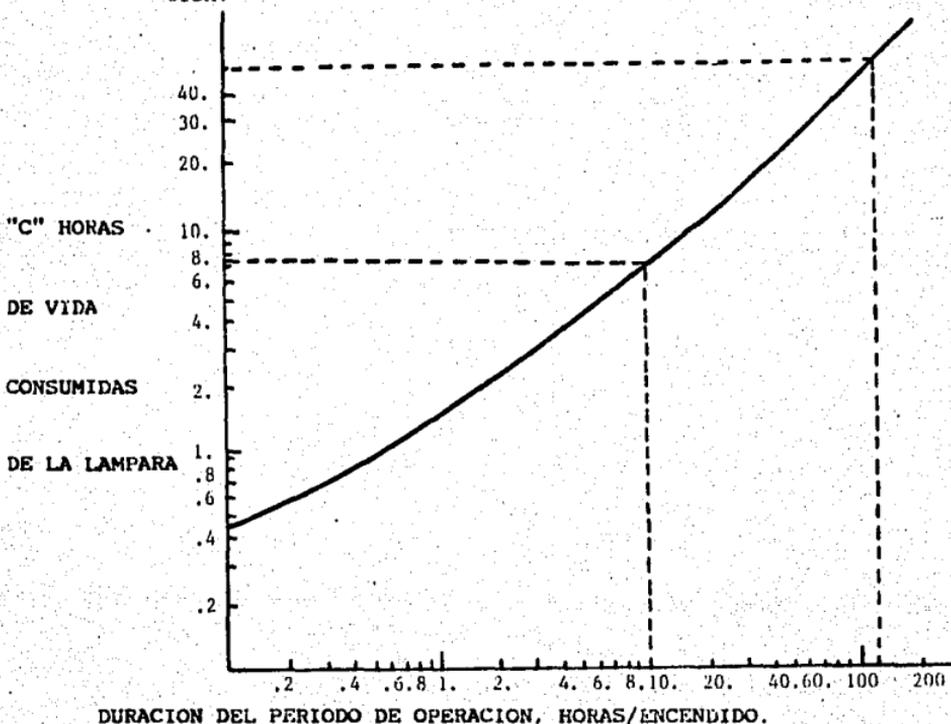


Fig. 1- Horas de vida consumidas de la lámpara en cada periodo de operación, (Basado en datos de la referencia 1).

Ejemplo 6.

## Desconexión de lámparas fluorescentes.

La desconexión de las luces durante las horas de descanso -- puede representar ahorros atractivos de potencia y energía. Sin embargo, debe considerarse un aspecto negativo consistente en la reducción de la vida de las lámparas fluorescentes al sufrir encendidos más frecuentes. Una consideración importante es entonces la evaluación del tiempo de equilibrio, o sea el balance entre el ahorro de energía eléctrica y el costo resultante de reducir la vida de la lámpara.

## Ejemplo:

Una industria utiliza 1 000 lámparas fluorescentes de 110 watts, que están encendidas 10 h por día, 250 días por año; se harán cálculos con base en un costo del kwh de \$ 49.00; un costo de remplazo por mano de obra de \$ 2.000.00/lámpara y un precio de cada lámpara dado por la siguiente tabla:

Watts de la lámpara	Watts de la lámpara y la balasta	Precio por lámpara	Vida promedio, en h
40	46	\$ 4.000.00	18 000
75	82	\$ 6.000.00	12 000
110	120	\$ 7.500.00	12 000

## Ahorros de energía.

Apagando una hora durante la comida las luces, el ahorro de energía sería de:

Ahorro de energía = 1 h/día x 250 días/año x 1 000 lámparas x 120 watts/1 000 watts/kwh  
= 30 000 kwh/año.

Ahorros en costos = 30 000 kwh/año x \$ 49.00/kwh

= \$ 1'470,000.00

### Costo de remplazo

La siguiente fórmula permite calcular el costo con que participa un día de uso de la lámpara en el remplazo de la misma:

$$R = (P + h) (C_1 + C_2) / L$$

Siendo:

P = Precio por lámpara

h = Mano de obra por remplazo

L = Vida promedio de la lámpara en periodos de operación de 3h

$C_1, C_2$  = Vida parcial de la lámpara consumida diariamente en cada intervalo encender-apagar.

(Ver Fig. 1 para su evaluación).

Para una operación continua de 10 h, sin apagar las lámparas durante la comida,  $C_1 = 7.5$  h (Fig.1) y  $C_2 = 0$  (por haber sido un ciclo diario).

$$\begin{aligned} \text{Costo del remplazo} &= (7\,500 + 2\,000)\$/\text{lámpara} \times (7.5 + 0) / 12\,000 \\ &= 5.9375/\text{lámpara-día} \times 1\,000 \text{ lámparas} \\ &\quad \times 250 \text{ días/año} \\ &= \$ 1'484,375.00/\text{año} \end{aligned}$$

Si la operación consiste en dos ciclos de  $4 \frac{1}{2}$  h, separados por una hora con las lámparas apagadas ( $C_1 = 4$  y  $C_2 = 4$ )

$$\begin{aligned} \text{Costo del remplazo} &= (7\,500 + 2\,000) \times (4 + 4) / 12\,000 = \\ &= 6.3333/\text{lámpara-día} \times 1\,000 \text{ lámparas} \\ &\quad \times 250 \text{ días/año} \\ &= \$ 1'583,333.33 \end{aligned}$$

El costo adicional de remplazo provocado por el hecho de --  
 apagar una hora diaria el alumbrado es de \$ 1'583,333.00 - \$ --  
 1'484,375.00

Costo adicional = \$ 98,958.00/año

El ahorro global sería ( energía-reemplazo adicional )

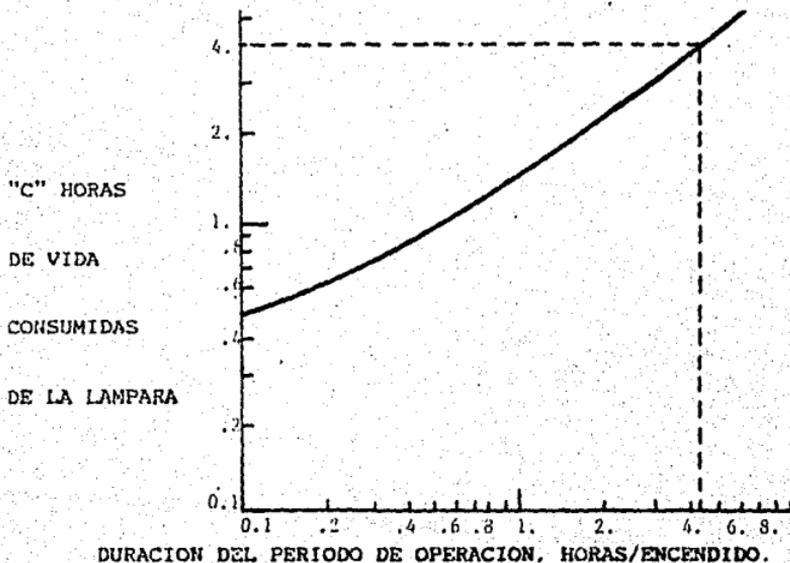
= \$ 1'470,000.00 - \$ 98,958.00

= \$ 1'371,042.00/año

#### Sugerencias:

Revisense las costumbres del empleo del alumbrado con el fin  
 de eliminar su uso durante los periodos de reposo. Referencia en  
 gráfica.

Fuente: "Fluorecents-on/of" Lighting Design and Applica---  
 tion.



## Ejemplo 7.

Uso programado de equipo eléctrico para disminuir las demandas máximas o de pico.

La reprogramación del empleo de equipo eléctrico para disminuir la demanda de potencia, no disminuirá la energía eléctrica usada, suponiendo que el mismo equipo está siempre en operación, pero reducirá el cargo por demanda máxima pagado a la compañía eléctrica.

Teóricamente, si se reduce la demanda de pico se reduce el equipo de reserva requerido por el sistema eléctrico de suministros, y a su vez, se puede postergar la necesidad de instalar equipo adicional para satisfacer las demandas de carga de los sistemas.

A pesar de que las contribuciones individuales de los consumidores industriales de energía eléctrica para disminuir la demanda del pico no es muy grande, el hacerlo presenta ventajas.

Por ejemplo, considérese que en una planta hay en operación 12 hornos eléctricos de 30 kw, cada uno toma su máxima carga de 30 kw por dos horas después que se prenden y luego se mantienen en 10 kw para conservar la temperatura. Todos los hornos tendrán un ciclo de encendido, calentamiento y enfriamiento cada 24 horas. Si se programa su uso, de tal manera que no se tengan más de dos hornos en su ciclo de encendido simultáneamente, se lograrán los siguientes ahorros en la demanda eléctrica:

Cuando todos los hornos se encienden simultáneamente:

Demanda de pico	= 12 hornos x 30 kw/horno
	= 360 kw

Cuando solo se encienden 2 hornos en forma simultánea y los otros 10 están en su periodo de calentamiento:

Demanda de pico	= 2 hornos x 30 kw/horno + 10 hornos x 10 kw/horno = 160 kw.
Reducción de demanda de pico	= 360 kw - 160 kw = 200 kw
Ahorros anuales obtenidos en la demanda	= 200 kw x \$ 2825.00/kw mes x 12 - mes/año = \$ 6'780.000.00/año

En otro ejemplo, si una bomba de 800 HP se usa 8 horas cada 24 horas, su operación en periodos fuera de la demanda pico, dará como resultado una reducción de \$ 2,637.00/kw mes en la demanda - de carga.

Ahorro anual obtenido en la demanda de carga	= 800 HP x 0.746 kw/HP x \$ 2,637.00/ kw mes x 12 mes/año = \$ 18'885,139.00/año.
--	---

#### Sugerencias:

Es conveniente llevar una gráfica de demanda contra tiempo - para evaluar las posibilidades de ahorro.

Si la gráfica muestra picos cíclicos elevados, será indicio de la posibilidad de tener ahorros programando la operación fuera de las horas de demanda máxima.

Fuente: L.A. Wood, " Energy Conservation Through Scheduling and Process Changes ", Energy Conservation Through - Effective Energy Utilization, National Bureau of -- Standards Special Publication No. 403, Vol. II.

## Corrección del bajo factor de potencia.

La penalización por el bajo factor de potencia en la facturación de la energía eléctrica a menudo puede representar un ahorro considerable si se corrige con la ayuda de condensadores estáticos.

## Ejemplo:

Una industria opera con una demanda base de facturación de 350 kw con la tarifa 8 y con un factor de potencia de 0.65. Por ser dicha cifra menor a la límite de 0.85, la cláusula de penalización afecta a la facturación con un factor de  $0.85/0.65=1.3077$ , o sea:

Facturación mensual por demanda (350 kw)	\$ 475,542.00
Facturación mensual por energía (176,400 Kwh)	\$ 4'415,899.00
T o t a l :	\$ 4'891,441.00

Cargo por bajo factor de potencia:	\$ 4'891,441.00 x 1.3077
Facturación total	\$ 6'396,537.40

Para instalar los condensadores estáticos para corregir el factor de potencia a 0.85, la gráfica adjunta muestra que son necesarios 0.55 KVAR por cada KW de demanda. Supuesto un precio unitario de los condensadores de \$ 47,500.00/KVAR, la inversión necesaria sería de:

Costo de los condensadores	=350 Kw x 0.55 KVAR/Kw x \$ 47,500.00/KVAR = \$ 9'143,750.00
----------------------------	--

La facturación mensual con el factor de potencia corregido - sería ahora de:

Facturación mensual	= \$ 4'891,441.00
Ahorro anual	= \$(6'396,537.40 - 4'891,441.00) mes x 12 meses = \$ 18'061,157.00 por año

Explicación breve:

Los equipos eléctricos tales como los motores eléctricos, -- transformadores, vibradores magnéticos, solenoides, son del llamado tipo inductivo y disponen de una o más bobinas magnéticas -- por las que fluyen las componentes diferentes de la potencia eléctrica.

Una componente, medida en Kilowatts (KW), es la que hace el trabajo útil y es la cantidad registrada por el wattímetro, siendo proporcional aproximadamente a la cantidad de combustible quemado por la Comisión Federal de Electricidad.

La segunda componente medida en Kilovolt-amperes reactivos - (KVAR), es la energía necesaria para producir el campo magnético requerido para la operación del motor, transformador, etc. Esta componente no hace ningún trabajo real ni es registrada por el wattímetro, sin embargo produce calor en su transmisión a través de los generadores, transformadores y líneas conductoras de la -- electricidad, constituyendo ésto una pérdida de energía.

Por ser diferentes ambas componenetas, a la potencia total -- se le conoce con el nombre de potencia aparente y su valor se calcula como:

$$\text{Potencia Aparente} = (\text{KW})^2 + (\text{KVAR})^2$$

El factor de potencia (F.P.) es el valor relativo de la componente real (KW), respecto a la potencia aparente.

F.P. = Potencia Util/Potencia Aparente

$$= KW / \sqrt{(KW)^2 + (KVAR)^2}$$

Los focos y los radiadores eléctricos de resistencia son -- equipos no-inductivos, siendo su factor de potencia de 1.0. Los -- motores en cambio, operan con factores de potencia de 0.3 a 0.9, -- como se ilustra en la figura 2.

La C.F.E. establece un valor aceptable mínimo de 0.85 para -- el factor de potencia, penalizando en sus tarifas industriales y -- comerciales a los consumidores que registran valores menores, de -- acuerdo con la fórmula:

Facturación penalizada: Facturación original x (0.85/factor-- de potencia).

La solución normal para corregir el bajo factor de potencia -- consiste en instalar condensadores estáticos en paralelo a los -- equipos que influyan más en ese bajo factor. Si se instalan los -- condensadores suficientes, la corriente reactiva (KVAR) no será -- abastecida desde la planta eléctrica de C.F.E. sino desde el con-- densador al motor. La figura 1 puede usarse para seleccionar el -- tamaño adecuado de condensadores en KVAR para diferentes valores -- del factor de potencia. Es importante que los condensadores sean -- del valor adecuado.

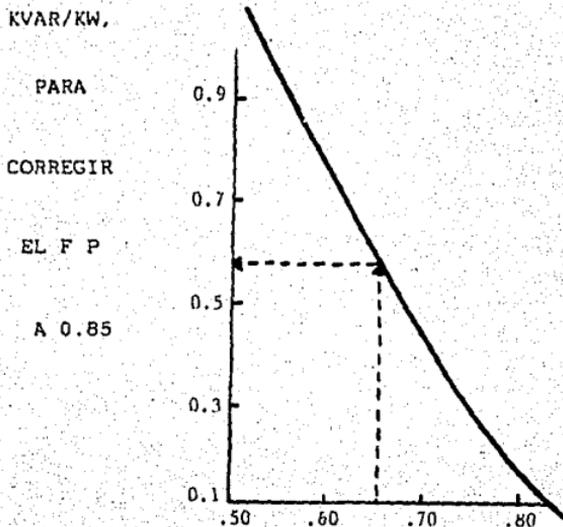
Sugerencias:

Verifíquese si la facturación del servicio eléctrico incluye -- una penalización por bajo factor de potencia y de ser así enton-- ces considérese la instalación de condensadores estáticos. Los -- ingenieros de la C.F.E. o consultores electricistas podrán asesor-- rar en la correcta selección e instalación.

Referencia: 1. " A Guide to Power Factor Correction for the ---  
Plant Engineer " Sprague Electric Company, North-  
Adams, Mass.

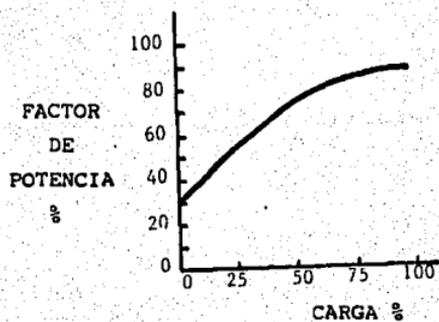
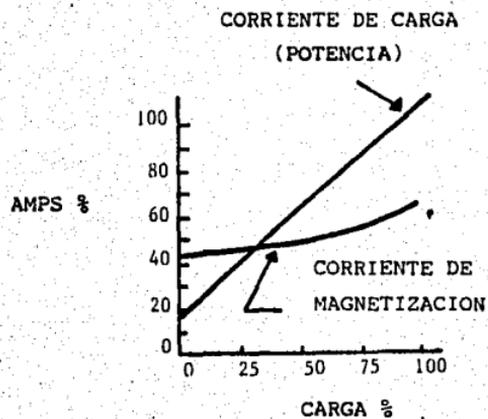
2. Presentation by Edra Maxcy, Supervisor, Electric--  
cal Demonstrations, Tennessee Valley Authority, -  
Nashville, Tenn.

Fuente: Sprague Electric Company and Tennessee Valley Autho-  
rity.



FACTOR DE POTENCIA ORIGINAL.

## Factor de potencia de los motores de inducción.



Tomado de la referencia (2)

Fig. 2

## Ejemplo 9.

Empleo de ventiladores para el aire acondicionado del personal en lugar de compresores de aire.

El calor proveniente de hornos, líneas de vapor, etc., a menudo presenta problemas para los trabajadores. Por conveniencia, en ocasiones se usan las compresoras de aire cuando existen cerca líneas de aire o mangueras. Sin embargo, el consumo de energía, cuando se utilizan compresoras de aire debido al gran volumen que estas requieren, es mucho más grande que el que consume el motor eléctrico de los ventiladores. El siguiente ejemplo muestra cómo la compra de un ventilador de aproximadamente \$ 1'400,000.00 que reemplaza una compresora de aire, da como resultado un ahorro de energía de \$ 3'893,050.00/a.

## Ejemplo:

En una planta donde existe un extractor de aire se emplea un compresor para inyectar aire del exterior. Estos extractores son muy útiles como evacuadores de seguridad de gases o vapores inflamables de los tanques. Como se estaba trabajando en un programa de conservación de energía, se observó que dos de los extractores habían sido usados aproximadamente 4 horas diarias para aire acondicionado mientras se trabajaba en áreas adyacentes a un horno. La planta opera 250 días/a.

Las especificaciones de cierto modelo de extractor de aire de 15.2 cm (6 pulg.) indicaron que  $9 \text{ m}^3/\text{min}$  de aire comprimido a  $6 \text{ kg}/\text{cm}^2$  (90 psia) introducían  $87 \text{ m}^3/\text{min}$  de aire del exterior y descargaban un total de  $96 \text{ m}^3/\text{min}$ . Se empleaban un total de  $18 \text{ m}^3/\text{min}$  de aire comprimido para los dos extractores. Un compresor recíprocante de dos etapas movido por un motor eléctrico suministraba el aire comprimido, requiriendo de aproximadamente 18 HP por cada  $2.83 \text{ m}^3/\text{min}$ . los HP necesarios para el extractor eran:  $18 \text{ m}^3/\text{min} \times 17 \text{ HP}/2.83 \text{ m}^3/\text{min} = 108 \text{ HP}$ .

En un catálogo sobre ventiladores portátiles para trabajo pesado, la unidad más pequeña movía  $276 \text{ m}^3/\text{min.}$  de aire, lo cual es 44 por ciento mayor que los  $192 \text{ m}^3/\text{min.}$  que es la capacidad total de los dos extractores. Este ventilador es de 61 cm (24 pulg.) con un motor de 1.5 HP y un costo unitario aproximado de \$1'500,000.00. Los ahorros de energía logrados con el cambio de los extractores por ventiladores se calcula como sigue:

Ahorro anual de	=	$(108 \text{ HP} - 1.5 \text{ HP}) \times 0.746 \text{ kw/HP} \times$
electricidad		$4 \text{ h/d} \times 250 \text{ d/a}$
		=79 450 kwh/año

Si el costo de la electricidad es de \$ 49.00/kwh.

Ahorro anual de	=	$79\ 450 \text{ kwh/a} \times \$ 49.00/\text{kwh}$
costos		= \$ 3'893,050.00/año.

Si los equipos consumen 2 520 kcal/kwh.

Ahorro anual	=	$79\ 450 \text{ kwh/a} \times 2\ 520 \text{ kcal/kwh}$
		=200 Mkcal/año

Es claro que los ventiladores empleados para el aire acondicionado del personal resultan más eficientes.

#### Sugerencias:

Usar ventiladores en lugar de compresores de aire para el acondicionamiento de aire, cuando esto sea posible. También determinar cuáles son las fuentes de calor y, si son debidas a fugas, falta de aislamiento en las tuberías, etc., evaluar los posibles ahorros de energía derivados de la corrección de estas fallas, eliminando al mismo tiempo, la necesidad de enfriar el ambiente.

Fuente: Dow Chemical U.S.A., Freeport, Tex.

Parar los hornos de calentamiento cuando no se estén empleando.

Se pueden obtener ahorros de energía al parar el equipo de calentamiento que no se encuentre en uso, aun después de dejar un margen por la energía utilizada en el arranque.

1. En la Fig. 1, se grafica el total del tiempo fuera de servicio contra el ahorro de energía en el caso de un pequeño horno de laboratorio que trabaja a 5 kw. El horno opera normalmente a 180°C y consume 592 watts aun cuando no se esté utilizando. Al arrancar se, llegaría de la temperatura ambiente, a la requerida en 9 1/2 min. empleando una energía promedio de 3 470 watts. El mantener apagado este horno por 48 h cuando está fuera de uso, reportaría un ahorro de 27.9 kwh. Si el consumo de combustible de la planta es de 2 520 kcal/kwh, el ahorro de energía sería de 70 300 kcal.

Algunos hornos del tipo mencionado se mantienen encendidos continuamente aunque se les utilice solamente 8 h al día y 5 días a la semana. El ahorro anual posible para el horno descrito anteriormente, si se le encendiera solo en caso necesario, sería de aproximadamente 3 900 kwh, 9.8 Mkcal de combustible en la planta.

2. En las unidades de mayor tamaño se obtendrán, naturalmente, mayores ahorros. En la Fig. 2 se muestra una gráfica similar con respecto a un horno de mayor tamaño alimentado con diésel y empleado para calentar planchas de acero para una laminadora. El horno opera a 1 232°C y requiere un consumo de combustible de 273 lt/h para lograr que permanezca a esta temperatura aun cuando no se emplee. Si se enfría a temperatura ambiente puede calentarse en 6.5 h utilizando combustible a razón de 757 lt/h.

Si este horno se parara por 48 h durante el fin de semana se ahorraría aproximadamente 8 200 lt de combustible de un poder calorífico de 9 Mkcal/m<sup>3</sup>, o sea 74 Mkcal de energía.

Ambas gráficas son representaciones de la siguiente ecuación

$$ES = E_i t_d - E_w t_w$$

donde

ES = cantidad de energía ahorrada durante el paro.

$E_i$  = suministro de energía que se requiere para mantener la unidad a la temperatura de operación, aun cuando no se utilice.

$t_d$  = tiempo de paro; tiempo sin consumo de energía, - más tiempo de calentamiento.

$E_w$  = suministro promedio de energía necesario para el calentamiento.

$t_w$  = tiempo requerido para calentar a partir de la temperatura ambiente.

Al referirse a la Fig. 2  $E_i$  es 0.273 m<sup>3</sup> de combustible por hora,  $E_w$  son 0.757 m<sup>3</sup> por hora y  $t_w$  es 6.5 h. Para un tiempo de paro  $t_d$  de 48 h se tendrá:

$$\begin{aligned} ES &= (0.273 \text{ m}^3/\text{h} \times 48 \text{ h}) - (0.758 \text{ m}^3/\text{h} \times 6.5 \text{ h}) \\ &= 8.2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Si el combustible tiene un poder calorífico de 9 Mkcal/m<sup>3</sup>, - el ahorro equivale a 74 Mkcal.

Obsérvese que para tiempos cortos de paro la curva de ahorro de energía se desvía de la línea recta y se aproxima gradualmente a cero. A tiempos menores, el ahorro de energía resulta reducido pero nunca llega a ser negativo:

Sugerencias:

Tómense las medidas necesarias para parar el equipo que no está en uso.

En algunos casos puede haber un costo inherente que haría -- que los paros demasiados cortos fueran económicamente desventajosos.

Fuente: Basado en L.A. Wood, "Conservación de Energía por medio de la Programación y Cambios en el Proceso", - Conservación de la Energía por medio de la Utilización Efectiva de la Energía, Oficina Nacional de Publicaciones Especiales de Normas. No. 403, Vol. II.

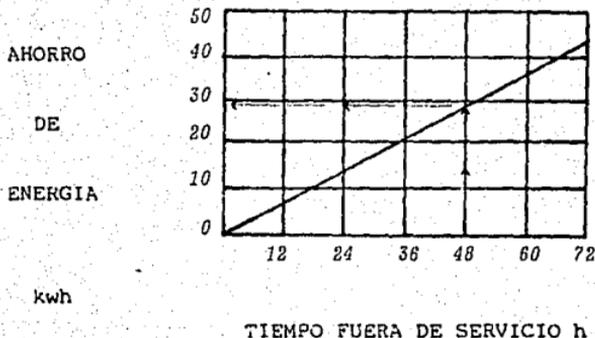


Fig. 1- Ahorro de energía por horno fuera de servicio.

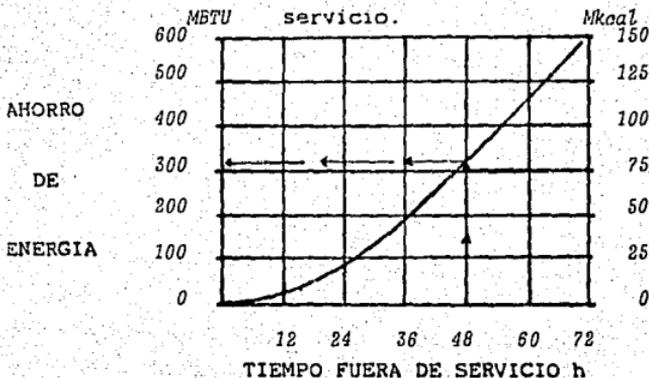


Fig. 2- Ahorro de energía por caldera fuera de servicio.

Ejemplo 11.

Especificaciones de los procesos como fuentes de ahorro de energía.

Para fabricar un circuito electrónico que consta de cuatro unidades, se requería dar a cada unidad un ciclo de limpieza y secado antes de su ensamble final. Tres de estas subunidades requerían solamente un tratamiento de 10 a 12 min. a 125°C para hacer desaparecer la humedad y la cuarta necesitaba una hora de tratamiento (horneado) para curar por completo ciertos adhesivos plásticos. Las especificaciones publicadas señalaban una hora de tratamiento para las cuatro unidades. Como resultado, la planta manufacturera adquirió dos nuevos hornos, siendo en realidad necesario solo uno y se desperdició energía a razón de 24 000 kwh/año

Si el consumo de combustible de la fábrica es de 2 520 kcal/kwh, el desperdicio anual de combustible sería:

$$= 24\ 000\ \text{kwh/año} \times 2\ 520\ \text{kcal/kwh} = 60.48\ \text{Mkcal/año}$$

Estos errores en las especificaciones son bastante comunes y en ocasiones provocan confusiones. En este caso la confusión empezó durante la construcción del primer prototipo cuando un técnico en la unidad modelo horneó equivocadamente las cuatro unidades por espacio de una hora, en lugar de hacerlo por 12 min. que requerían tres de ellas. Se dió cuenta de su error, pero el ingeniero de diseño le dijo que no se habíaprovocado ningún daño por lo que debería proseguir con el ensamble final. Algunos meses después se pidió al técnico que auxiliara en la redacción de las especificaciones de proceso y este indicó que se horneara cada una de las cuatro unidades por espacio de una hora a 125°C.

El ingeniero de diseño aprobó los documentos sin percatarse-

de la discrepancia, ya que nadie verificó dichas especificaciones. Se desperdició tanto el capital como la energía.

#### Sugerencias:

Deben examinarse las especificaciones de horneado, secado o tratamiento por calor para detectar posibles cambios que provoquen ahorros de energía.

Fuente: Basado en L.A. Wood, "Conservación de Energía por medio de la Programación y Cambios en el Proceso", - Conservación de la Energía por medio de la Utilización Efectiva de la Energía, Oficina Nacional de Publicaciones Especiales de Normas. No. 403, Vol.II.

#### Ejemplo 12.

##### Programación de equipo para su utilización máxima.

Una pequeña planta de productos electrónicos operaba equipos que consumían 28.5 kw para la limpieza de las unidades de ensamble. La programación adecuada permitió la operación de esta línea de limpieza solamente durante un turno en lugar de dos y dio como resultado un ahorro de energía equivalente a 143.64 Mkcal de combustible, o sea 57 000 kwh por año.

La línea tenía una capacidad, con cuatro operadores, de 2 a 2.5 veces la cantidad de producción del resto de la planta. Sin embargo, se acostumbraba operarla durante dos turnos como al resto de la planta pero con solo dos operadores por turno. De esta manera estaba siempre disponible para que las órdenes urgentes no se demoraran.

Se llevó a cabo un sistema de programación detallado para asegurar que la producción de unidades urgentes no fuera demorada. A través de este sistema fue posible operar la línea de limpieza sólo durante el primer turno con los cuatro operadores y sin cau-

sar demora de las órdenes urgentes. No hubo cambios en el costo - de mano de obra para dicha operación de limpieza.

Ahorro anual de energía =  $28.5 \text{ kw} \times 40 \text{ h/s} \times 50 \text{ s/a} = 57 \text{ 000 kwh/a}$

Si el equipo empleara 2 520 kcal de combustible por kwh.

El ahorro de energía =  $57 \text{ 000 kwh/a} \times 2 \text{ 520 kcal/kwh} = 143.64 \text{ Mkcal}$

A un costo de energía de = \$ 49.00/kwh

Ahorro anual en el costo =  $28.5 \text{ kwh} \times 2 \text{ 000 h/a} \times \$ 49.00/\text{kwh} = \$ 2'793,000.00/\text{año}$

Sugerencia:

Verifíquese la posibilidad de establecer un sistema de programación más adecuado para el equipo que normalmente debe mantenerse operando a una capacidad menor que la de diseño.

Debe observarse que en una planta donde haya trabajo intenso las variaciones que impone la contabilidad de costos puede ocultar los costos reales de energía de una manera general, de tal manera que el capataz o supervisor puede no recibir el crédito que merece por el ahorro de la energía de esta naturaleza.

Fuente: Basado en L.A. Wood, Op. Cit.

Ejemplo 13.

Mejorar los sistemas de lubricación.

La instalación de sistemas modernos de lubricación automática puede representar grandes ahorros en la cantidad de lubricante

usado. Esto representa un ahorro en el costo así como un ahorro de energía en el petróleo empleado para elaborar el lubricante.

Los siguientes dos ejemplos tomados de una planta de cemento muestran el ahorro anual en el costo de material de cerca de --- \$ 52'811,600.00 y un ahorro anual de energía de 288 Mkal, aproximadamente.

- 1) Tres tipos de molientes con mecanismos de engranes - que antiguamente se lubricaban en forma manual cada dos horas con consumo de 16 466 lt de lubricante por año. Un lubricador automático de aceite utiliza actualmente sólo 568 lt/año. Suponiendo un contenido de energía de 10 000 kcal por litro.

Ahorro anual de energía equivalente  $= (16\ 466 - 568) \text{ lt/a} \times 10\ 000 \text{ kcal/lt} = \text{Mkcal}$

A un costo aproximado de \$ 1,415.00/lt de lubricante para -- engranes.

Ahorro anual del costo  $= (16\ 466 - 568) \text{ lt/a} \times \$ 1,415.00/\text{lt} = \$ 22'495,670.00/\text{año}$

- 2) La lubricación automática en un grupo de siete quebradoras de Escocia redujo el consumo de 13 630 lt/año a menos de 757 lt/a.

Ahorro de energía anual equivalente  $= (13\ 630 - 757) \text{ lt/a} \times 10\ 000 \text{ kcal/lt} = 129 \text{ Mkal/año}$

A un costo de lubricante aproximado de \$ 2,355.00/lt.

Ahorro anual del costo  $= (13\ 630 - 757) \text{ lt/a} \times \$ 2,355.00/\text{lt} = \$ 30'315,915.00$

## Sugerencias:

Revisar los procedimientos de lubricación y considerar los sistemas de lubricación a la fecha. Además de ahorros de material son posibles grandes ahorros en mano de obra, en la vida y mantenimiento del equipo.

Fuente: Un fabricante de equipo.

## Ejemplo 14.

Modificaciones de los procesos de encendido para consumo mínimo de energía.

Se pueden ahorrar grandes cantidades de energía si los programas de encendido de hornos se mantienen durante el tiempo mínimo necesario, así como si la estructura de soporte de dichos hornos se diseña de tal manera que absorba el mínimo posible de calor.

Estos cambios de proceso se realizaron en una empresa con objeto de reducir las necesidades de energía empleada para cargar los núcleos de memoria de computadoras de 120 kwh por millón de núcleos a algo menos que 0.9 kwh por millón. No se cuenta con los datos exactos, pero ya que la industria de las computadoras utiliza entre 100 mil y 200 mil millones de núcleos por año, el total anual de ahorro potencial sería de 10 a 20 Mkwh o 25 200 Mkcal a 50 400 Mkcal basados en 2 520 kcal/kwh.

El proceso original consistía en esparcir pequeños núcleos verdes, 0.075 cm o.d., en placas pesadas de óxido de aluminio y formar una pila de dichas placas en un horno grande tipo "batch", que se mantiene encendido por periodos de 18 a 24 h. Aunque los núcleos en sí necesitan sólo de un segundo o dos a cierta temperatura, generalmente de 1 000°C, se hacía necesario el ciclo largo debido a las características de los hornos y de las placas que sostienen a los núcleos. En primer lugar es difícil determinar si

los núcleos alcanzaban la temperatura en forma uniforme, y en segundo, las placas eran sensibles a cambios rápidos de temperatura y por tanto debían calentarse y enfriarse lentamente.

Con el procedimiento modificado los núcleos se esparcían en una banda tejida de alambre de platino que los transportaba continuamente a lo largo de un pequeño horno de aproximadamente 91 cm de longitud. De esta manera se exponía los núcleos a la temperatura alta solo durante 15 ó 20 seg.

El proceso continuo permitió efectuar muestreos frecuentes de los núcleos con retroalimentación de información que hacía posible cualquier ajuste deseado de la temperatura, el contenido de oxígeno dentro del horno, etc. Como resultado, la producción de núcleos útiles al final de la etapa de prueba se duplicó.

#### Sugerencias:

1) Manténganse los programas de encendido tan cortos como sea posible.

2) Redúzcanse al mínimo la cantidad de calor que se pierde durante el enfriamiento y calentamiento de las estructuras de soporte de los hornos.

3) Empléese el calentamiento continuo hasta donde sea posible.

Fuente: Basado en L.A. Wood, OP. Cit.

#### Ejemplo 15.

##### Reducción de la iluminación exterior.

Un centro comercial redujo el consumo de energía eléctrica en 56 600 kwh mensuales que equivalen a un ahorro de \$ 659,167.00 /mes utilizando de manera más adecuada su iluminación externa.

El área del centro comercial era de 335 893 m<sup>2</sup> de los cuales aproximadamente 271 142 m<sup>2</sup> se utilizaban para estacionamientos - externos de los clientes y para almacenamiento de material y equipo. El área exterior tenía un total de 2 250 luces que variaban - en tipo, desde lámparas colgantes hasta arbotantes. El sistema de iluminación existente fue objeto de un estudio detallado durante un periodo considerable de tiempo durante el cual se tomaron en - cuenta factores tales como la distribución de las luces, de las - cuales algunas estaban conectadas a relojes o a fotoceldas y --- otras estaban conectadas solas, en pares o en grupos. Como resultado de este estudio, en la actualidad se utilizan sólo 1 401 del total de 2 250 existentes y de estas 1 230 operan desde que empieza a oscurecer hasta las 22 h. o sea media hora después que las tiendas cierran; 38 funcionan hasta las 23 h y 133 funcionan durante toda la noche. Este plan proporciona iluminación adecuada, aunque no uniforme, para las necesidades nocturnas y de seguridad. No se han recibido quejas de los clientes ni los proveedores, ni se ha registrado aumento alguno en la frecuencia de accidentes o de vandalismo.

Método para calcular las necesidades de iluminación.

La cantidad de luz que se recibe de cualquier sistema de iluminación normal con un wataje determinado se puede calcular como sigue:

$$F = \frac{N \times L \times D}{A}$$

donde

F = pies - bujias de iluminación.

N = número de unidades de iluminación del mismo tipo y wataje.

L = Luz en lúmenes de un determinado tipo de unidades y de wataje\*.

D = factor de depreciación. Usese 0.7.

A = área iluminada en pies<sup>2</sup>.

$$\text{Empleo de energía (kwh)} = \frac{N \times W \text{ (watts)} \times \text{tiempo de uso (h)}}{1\ 000 \text{ watts/kw}}$$

Costo de la energía en pesos = energía consumida (kwh) x costo unitario según tarifa local en pesos/kwh.

La iluminación que se recomienda para los estacionamientos es de 1 a 2 pies - bujías\*.

Sugerencias:

1. Analícese su iluminación exterior para determinar si puede eliminarse o relocalizarse el uso de ciertas lámparas sin estar por debajo del límite adecuado para la seguridad.

2. Consúltese a la compañía de luz o a un experto en iluminación.

Fuente: Basado en J.R. Kernan, "Ejemplos de Conservación de Energía", Conservación de Energía a Través de su Utilización Efectiva, Oficina Nacional de Publicaciones Especiales de Normas, No. 403, Vol.II.

Nota: El costo del kwh dado para todos los ejemplos es una aproximación basada en la tarifa 2.

## CAPITULO IV

## EVALUACION FINANCIERA

Las oportunidades de emplear la energía eléctrica en forma eficiente que genera beneficios a los costos sin sacrificar la calidad del producto, son rentables y por tanto atractivas, es decir que en esta categoría entran todos los planes en los que se consideran pequeños cambios operacionales y que pueden realizarse a un costo bajo. Sin embargo, muchos programas requieren de un costo de capital, los cuales pueden ser amortizados por los ahorros de energía generados durante la vida útil del proyecto.

En muchos casos los programas que resultaron incosteables en un pasado, ahora son económicamente justificables, debido a los nuevos precios de dicho energético.

Es por esto que el propósito de este capítulo, es el de mostrar algunas de las herramientas básicas del análisis financiero, que pueden ser útiles en la evaluación económica de tales programas, tanto en los casos presentados en el capítulo anterior, como en cualquier otro que se sugiera.

Es importante que antes de decidir cualquier inversión, se tenga una medida cuantitativa de la rentabilidad, con el fin de poder realizar una comparación entre diferentes alternativas bajo el mismo punto de vista. Debido a que un verdadero costo económico incluye costos de oportunidad de inversiones no realizadas, los programas deberían considerarse rentables únicamente cuando las tasas de redimimiento esperadas, sean mayores que las obtenidas con alternativas de inversión diferentes, tanto en programas de uso racional de la energía, como en alguna otra cosa.

En realidad las decisiones de inversión están basadas generalmente en otros factores, además de la simple tasa de rendimiento, como riesgo, flujo de efectivo, impuestos, preferencia entre inversiones a corto y largo plazo, etc. Dado que estos factores -

pueden variar mucho en diferentes compañías.

El resultado de cualquier evaluación económica puede ser -- afectado por dichos efectos, que no deben ignorarse en los estudios reales a base de los criterios de medición indicados a continuación:

#### MEDICION PRELIMINAR DE RESULTADOS.

Durante el examen minucioso de una planta y su operación -- pueden encontrarse muchas oportunidades de racionalizar la utilización de la energía, pero algunas pueden rechazarse rápidamente debido a que la recuperación de capital es bajo o negativo. Las medidas preliminares son útiles porque sirven para seleccionar -- las alternativas más convenientes; sin embargo, no deben emplearse para justificar inversiones mayores en un proyecto de uso racional de energía, debido a que no reflejan el valor del dinero a través del tiempo.

Ya que las medidas preliminares como " periodo de pago " y " recuperación de la inversión " son utilizadas a menudo, es conveniente mostrar cómo se calculan, puesto que son muy útiles para seleccionar propuestas de inversión y además en muchos casos se toman como referencia.

La información que se requiere para el cálculo de estas medidas es la siguiente:

- Costo inicial, CI.
- Costo anual de operación, CAO.
- Ahorro anual de combustible, AAC.
- Precio estimado del combustible, PEC.
- Duración estimada del proyecto, DEP.

El costo inicial (CI) es el estimado de la mano de obra y de los materiales requeridos para ejecutar el proyecto.

Los otros cuatro factores determinan el flujo anual del beneficio. (No se considera aquí ningún valor de rescate en las inversiones).

El precio estimado del combustible representa un precio promedio durante el tiempo de vida de la inversión. De lo contrario, el uso de precios corrientes conduciría a la estimación de un ahorro total, menor que el que puede esperarse razonablemente.

El ahorro neto anual puede definirse de la siguiente manera:

Ahorro neto anual:

$$A = (AAC \times PEC) - CAO$$

El periodo de pago (PP) se define como el costo inicial dividido por el ahorro neto anual, o sea:

$$PP = \frac{CI}{(AAC \times PEC) - CAO} = \frac{CI}{A}$$

El periodo de pago (PP) puede compararse con la vida útil de la inversión y juzgar así aproximadamente el potencial de recuperación de capital. Puede considerarse rentable un periodo de pago de la mitad de la vida útil de la inversión, cuando ésta es de 10 años o menos.

La recuperación de capital (RC) es una medida mejor que el periodo de pago, ya que considera la depreciación de la inversión a través de su vida económica, previendo su renovación por medio de un cargo por depreciación.

La depreciación lineal es igual a:

$$DL = \frac{CI}{DEP}$$

También se puede calcular el porcentaje de recuperación del capital:

$$RC = \frac{A - DL}{CI} \times 100$$

año

La recuperación de capital tiene la ventaja de permitir la comparación bajo la misma base de inversiones con diferentes tiempos de vida. A menudo se usa en análisis financieros de inversiones potenciales debido a la simplicidad de su cálculo.

Cuando la tasa de recuperación es pequeña (menos de un 20 %) se hace uso de un análisis o medición más detallado.

#### MEDICION DETALLADA DE RESULTADOS.

Las medidas de resultados detallados son aquellas que incorporan un factor para corregir el valor del dinero a través del tiempo, generalmente en la forma de factor de descuento. Para propósitos de las diferentes alternativas de inversión, un peso en el presente es de mayor valor que un peso en el futuro. La tasa de recuperación de la mejor alternativa de inversión puede considerarse generalmente, como la tasa de descuento apropiada para evaluar nuevas alternativas, a menos que sea menor que la tasa de interés de préstamo, cuando la nueva inversión requiere de financiamiento. En este caso la tasa de descuento debe ser cuando menos la tasa de interés del préstamo.

Las tasas de descuento pueden variar mucho dentro de la misma compañía para diferentes alternativas, pero generalmente son del orden del 10 al 20 %.

Hay que hacer notar que las utilidades generadas por ahorros de energía pagan impuestos al igual que cualquier otro tipo de utilidad.

Se dispone de varias medidas detalladas para la evaluación

de las oportunidades de inversión; y aquí se analizan las siguientes:

- 1) Análisis beneficio/costo.
- 2) Periodo de recuperación del capital invertido.
- 3) Tasa de recuperación mínima atractiva.

El análisis beneficio/costo requiere de una comparación directa del valor presente de los beneficios, generados por una inversión dada, con sus costos. Generalmente esto se formula en términos de la relación beneficio/costo (B/C). Una relación mayor -- que la unidad implica que los beneficios netos esperados excederán los costos iniciales, de tal manera que dicha inversión es -- rentable; por lo contrario, una relación menor que la unidad implica que la inversión no es rentable.

Como medida absoluta de la rentabilidad de una inversión, esta relación es considerada generalmente superior a las demás.

El flujo de utilidades o ahorros netos (A), cuando son constantes en cada periodo, pueden expresarse en términos de " valor-presente ", utilizando una tasa de descuento y acumulando los beneficios de todo el periodo de vida del proyecto. El valor presente puede estimarse fácilmente mediante el uso de tablas, como la tabla 1.

Si el valor presente de los beneficios es mayor que el costo de la inversión, el proyecto es rentable.

El tiempo de recuperación del capital invertido o periodo de equilibrio, es similar al periodo de pago (PP) que se discutió -- antes, excepto en que el periodo de equilibrio considera tasas de descuento.

Otra vez, la principal desventaja de tal índice de medición es que las inversiones que tienen duraciones diferentes no se pueden comparar; sin embargo, esta medida es útil en la planeación.

financiera y análisis del presupuesto.

El periodo de equilibrio puede aproximarse rápidamente empleando la tabla 1. El factor de valor presente se localiza mediante la tasa de descuento y el periodo de pago que aparece en dicha tabla. Los valores de esta tabla se pueden interpolar para lograr una mayor precisión.

La tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA) se define como la tasa de descuento que reduce el flujo de utilidades netas asociadas con la inversión, a un valor presente de cero. Aunque no siempre es esta una buena medida de resultados económicos, es muy útil cuando se evalúan proyectos que tienen un costo inicial fijo seguido por un flujo positivo de utilidades netas.

Desafortunadamente este índice no se puede calcular en forma directa, sino que se requieren aproximaciones hasta encontrar la solución. A pesar de que no es necesario una tasa de descuento para el cálculo de TREMA, esta es comparada con la tasa de descuento apropiada que justifique la inversión, como en el caso de la relación beneficio/costo (BC). TREMA es muy útil cuando se comparan las tasas de recuperación de las diferentes alternativas.

#### EJEMPLOS DE CALCULO.

La dirección de una empresa considera una inversión de capital en su proceso de manufactura para ahorrar energía lo que costará \$ 47'083,400.00, que incluye el diseño y la instalación sin costos adicionales.

Este proyecto ahorrará un promedio de 7 000 Mkcal por año, durante los próximos 10 años. El costo promedio de este combustible durante el tiempo considerado que se espera sea de \$ 2,000.00 /Mkcal. Considerando que la dirección piensa que una tasa de descuento del 20% es suficiente, debe responderse si este proyecto es rentable.

Costo Inicial	
(CI)	= \$ 47'083,400.00
Ahorro Anual de Combustible	
(AAC)	= 7 000 Mkcal/a
Precio Esperado del Combustible	
(PEC)	= \$ 2,000.00/Mkcal
Ahorro Neto Anual	
(A)	=(AAC x PEC) - CAO
	=(7 000 Mkcal/a x \$ 2,000.00
	/Mkcal) - 0
	= \$ 14'000,000.00/a

#### MEDICION PRELIMINAR DE RESULTADOS.

##### A) Periodo de Pago (PP)

$$PP = CI/A = \$ 47'083,400.00 / 14'000,000.00/a = 3.4 a$$

##### B) Recuperación de Capital (RI)

Depreciación (DL)

$$DL = CI/DEP = \$ 47'083,400.00 / 10 a = \$ 4'708,340.00/a$$

RI, porcentaje/año

$$RI = (A-DL)/CI \times 100\% = (14'000,000.00 - 4'708,340.00) / 47'083,400.00 \times 100 = 19.73\%$$

Usando la recuperación de capital como una aproximación de la rentabilidad del proyecto, se aprecia que después de descontar la depreciación, la inversión resulta atractiva. Si se desea incorporar en este análisis el valor del dinero a través del tiempo deben tomarse mediciones detalladas.

#### MEDICION DETALLADA DE RESULTADOS.

##### A) Análisis Beneficio/Costo.

Para formar una relación beneficio/costo se debe encontrar el valor presente de los ahorros futuros. Usando el factor del valor presente a 20% y 10 años de la tabla 1, se encuentra el valor presente del ahorro neto anual.

Esto resultará en una relación beneficio/costo de:

$$\begin{aligned} B/C &= VP/CI \\ &= 55'558,412.00 / \\ &\quad 47'083,400.00 \\ &= 1.18 \end{aligned}$$

Ahora se puede apreciar que este proyecto es rentable aún cuando se considere el valor del dinero a través del tiempo.

B) El tiempo de recuperación de la inversión se puede aproximar rápidamente usando la tabla 1 y el periodo de pago (PP) que se estimó antes de 3.4 años.

En la columna de 20% se encontrará que el factor del valor presente más cercano a 3.4 es 3.326, lo cual indica que la inversión se recuperará en 6 años, cuando se considere el valor del dinero a través del tiempo.

Mientras que esto es considerablemente mayor que el periodo de pago sin descuento, es sin embargo una mejor indicación de la

rentabilidad de esta inversión, porque incluye el costo de otras oportunidades de inversión. Si se usara la tasa de descuento apropiada, cualquier inversión, cuyo periodo de recuperacion fuera menor que la duracion de la misma inversion, deberia considerarse -- rentable.

TABLA 1. FACTORES DEL VALOR PRESENTE (FVP)

DURACION (n)	TASA DE DESCUENTO (1)				
	5%	10%	15%	20%	25%
1	0.952	0.909	0.870	0.833	0.800
2	1.859	1.736	1.626	1.528	1.440
3	2.723	2.487	2.283	2.106	1.952
4	3.546	3.170	2.855	2.589	2.362
5	4.329	3.791	3.352	2.991	2.689
6	5.076	4.355	3.784	3.326	2.951
7	5.786	4.868	4.160	3.605	3.161
8	6.463	5.335	4.487	3.837	3.329
9	7.108	5.759	4.772	4.031	3.463
10	7.722	6.145	5.019	4.192	3.571
11	8.306	6.495	5.234	4.327	3.656
12	8.863	6.814	5.421	4.439	3.725
13	9.394	7.103	5.583	4.533	3.780
14	9.899	7.367	5.724	4.611	3.824
15	10.380	7.606	5.847	4.675	3.859
16	10.838	7.824	5.954	4.730	3.887
17	11.274	8.022	6.047	4.775	3.910
18	11.690	8.201	6.128	4.812	3.928
19	12.085	8.365	6.198	4.843	3.942
20	12.462	8.514	6.259	4.870	3.954
21	12.821	8.649	6.312	4.891	3.963
22	13.163	8.772	6.359	4.909	3.970
23	13.489	8.883	6.399	4.925	3.976
24	13.799	8.985	6.434	4.937	3.981
25	14.094	9.077	6.464	4.948	3.985

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

La tabla anterior se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$FVP = 1 - \frac{(1 + i)^{-n}}{i}$$

Donde "i" es la tasa de descuento expresada como una fracción y "n" es la vida probable esperada del proyecto, en años.

### 7.5 Análisis marginal.

Muchas inversiones típicas, como las de racionalización de la energía, se caracterizan porque la tasa de retorno decrece conforme aumenta el nivel de la inversión. Un ejemplo de ello es la aplicación de aislantes, donde cada incremento adicional genera menos ahorros que el anterior. En tales inversiones se espera estimar el nivel óptimo de aplicación, en el sentido de que otro nivel de inversión no generará ahorros netos mayores.

La siguiente igualdad será útil para estimar la magnitud óptima de inversión para cualquier medida de ahorro de energía con niveles de aplicación variable:

$$AM = CM.$$

donde

AM = Ahorro marginal. Valor presente de los ahorros generados por el último incremento del proyecto, y

CM = Costo marginal, el costo a valor presente de este último incremento.

Esto se muestra en la figura 1.

La parte superior muestra el costo total (CT) y el ahorro (AT), en función de la magnitud de la inversión. Mientras que cualquier nivel de inversión entre  $Q_0$  y  $Q_1$  es rentable (ya que ahorro igual a costo total), el nivel más rentable es el punto en

que la distancia entre AT y CT es máxima, es decir en  $Q_0$ . Esto -- ocurre cuando la pendiente (o tasa de cambio) de las funciones - AT y CT son iguales. Directamente abajo de este punto, en la parte inferior, se aprecia que  $AM = CM$ .

Es este punto  $Q_0$  el nivel óptimo de inversión, lo cual puede demostrarse de la siguiente manera:

A cualquier nivel de inversión menor que  $Q_0$ , las utilidades adicionales pueden generarse mediante un aumento de la inversión, ya que los ahorros adicionales generados son mayores que su costo; sin embargo, en cualquier punto más allá de  $Q_0$ , los incrementos en el ahorro son menores que sus costos y las utilidades decrecen al aumentar la inversión más allá de  $Q_0$ . Esto deja el punto en que  $AM = CM$  como el verdadero nivel óptimo de inversión.

Es notorio que el uso del análisis marginal no solamente ayuda en la determinación del punto en el cual los incrementos en la inversión dejan de ser rentables, sino que también puede usarse - en sentido inverso; esto es, el análisis marginal puede también - indicar que por reducciones en el nivel de inversión, en un proyecto dado que parece ser incosteable, puede hacerse rentable.

Para una discusión más detallada de las técnicas de análisis marginal y su aplicación, se puede consultar cualquier texto básico de economía, tal como Teoría de Precios y su Uso (Price and -- Its Use, D.S. Watson, Houghton Mifflin Company) y Economía (Economics, P.A. Samuelson, Mc Graw-Hill).

## CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este tipo de estudio se comprobó la gran necesidad que el hombre tiene de utilizar la energía eléctrica y que esta necesidad tiende a un constante aumento, debido al progreso de la humanidad y a que la sociedad se vuelve cada vez más compleja.

Nos dimos cuenta que se necesitará más energía para elevar el nivel de vida y poder renovar las ciudades en su progreso, así como también el de reducir nuestras dependencias sobre el petróleo o algún otro energético menos conveniente y lograr el poder vivir en un medio ambiente más limpio y menos contaminado. Son por estas razones y muchas más que lograr tener una buena y provechosa utilización de este recurso evitando su derroche innecesario, lograremos el tener en un futuro un nivel de vida más elevado del que podríamos tener, si es que no se toma conciencia sobre la utilización de este energético que se ha vuelto indispensable para el desarrollo del hombre.

Esta tesis alcanzó su objetivo principal, ya que los resultados que se obtuvieron fueron positivos, pues se logró el poder de mostrar que si se puede llegar a obtener un ahorro u optimización de la energía eléctrica, para el logro de este fin se recopilaron una serie de recomendaciones, las cuales resultaron ser puntos muy favorables y convenientes para su adopción, aunque esto no signifique que su resultado sea factible para cualquier industria ya que este estudio fue elaborado en una forma general con el fin de dar una idea más clara pero no precisa.

Por medio de las entrevistas realizadas a las diferentes industrias se notó claramente que existe gran ignorancia sobre el tema debido a que en la actualidad no existe una concientización sobre su importancia por parte de las industrias ni de las personas en general lo cual es muy lamentable.

Por lo tanto se dedujo que el primer paso es el de concienti

zar a todo el personal de la industria, esto se puede lograr mediante un programa de racionalización de la energía eléctrica, el cual debe contar con el interés y la participación de los empleados para su éxito.

Para llevar acabo este plan es necesario, primero, desarrollar una actitud en los empleados respecto a la importancia de la problemática en la que se encuentra este tipo de energía. para lograr un mayor interés de los empleados se recomienda que se aplique, tanto a la compañía, como al hogar del empleado o a la comunidad.

El siguiente objetivo será el de motivar a cada uno, para que se practique el uso racional de la energía eléctrica.

Para alcanzar estos objetivos es importante tener una adecuada comunicación con los empleados, educándolos en todos los aspectos relacionados con el uso eficiente de este recurso, que como se mencionó anteriormente éste deberá ser enfocado, tanto a su trabajo, como a su vida personal.

Esta comunicación se puede lograr mediante seminarios, discusión personal, sesiones de trabajo debidamente programadas, así como también por medio de la distribución de literatura informativa y descriptiva, presentación de transparencias, películas y muy especialmente realizar en la práctica el uso racional de este tipo de energía. La asesoría requerida para que resulte ser una comunicación efectiva en la elaboración del programa de uso racional, podrá obtenerse de especialistas en este campo.

Hemos pues de hacer todo lo posible para conservar la energía, pero sin reducir el nivel de vida ni retardar el crecimiento económico. Harán falta varios años para que todos los planes sobre la conservación de la energía tengan pleno efecto, por lo cual se requiere de paciencia.

Cada unidad de energía eléctrica consumida actualmente exige

una gran inversión de capital, al mismo tiempo que las reservas - de recursos naturales se agotan paulativamente. Por lo cual el -- mundo no puede darse el lujo de desperdiciar ningún tipo de ener- gético.

## BIBLIOGRAFIA .

- \* J.R. Kernan, " Examples of Energy Conservation ".  
National Bureau of Standards Special Publication No. 403, Vol 11
- \* D. Rudawitz, " Reports on Energy Conservation in Industry ".  
National Bureau of Standards, Special Publication No.403, Vol 11
- \* " Fluorescents - On/Off " Lighting Design and Application.
- \* L.A. Wood, " Energy Conservation Through Scheduling and Process Changes ", Energy Conservation Through Effective Energy Utilization, National Bureau of Standards Special Publication No.-403, Vol 11.
- \* Crecimiento económico y consumo de energía ( revista ).  
Martín J.M.  
Investigación Económica, No. 148-149.  
Facultad de Economía, U.N.A.M., México.
- \* Programa de Energía.  
Diario Oficial de la Federación.
- \* Algunos problemas en el desarrollo energético de Méx.  
Ponencia presentada en el Congreso Nacional de Economistas.  
Sternar, T.
- \* Análisis Técnico Económico de los principios básicos para la Estructura de tarifas eléctricas en nuestro país.  
Figueroa Noriega Luis Rolando.
- \* Asociación Industrial Vallejo y Universidad Autónoma Metropolitana.  
Memorias del tercer y cuarto seminario sobre el uso eficiente - de la Energía en la Industria.
- \* " El panel del petróleo durante los ochentas: Elementos de poli

tica y perspectivas.

Willars, J.M.

\* Electrical Machines.

Siskind.

Ed. Mc Graw Hill. ( Segunda Edición ).

\* Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Ind.

Enrique Harper.

Ed. Limusa.

\* Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas.

Claudio Mataix.

Ed. Harla. ( Segunda Edición ).

\* Análisis de Circuitos de Ingeniería.

William H. Hayt, Jr.

Jack E. Kemmerly.

Ed. Mc Graw Hill.

\* Manual de Realidades en Torno a la Energía.

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Instituciones: O.I.E.A. E I.N.I.N.

\* Memorias sobre el Foro del Uso Racional de la Energía.

Temas:

-Políticas para el uso racional de la energía eléctrica.

-Las tarifas y el control de la demanda de energía eléctrica.

-Programas de conservación de energía.

-El ahorro de energía en las operaciones unitarias.

-Financiamiento a proyectos de uso racional de la energía.

\* Electric Furnaces Conserve More Than Energy.

Iron Age.

- \* Selective Energy Use Proposing a New Dimension In Electric Power Control.

Bailey, S.J.

Control Engineering.

- \* Realidades en torno a la energía.

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

México, Julio, 1984.

# INSTANESIS

TESIS • INFORMES • MEMORIAS  
COPIAS • REDUCCIONES • EN-  
CUADERNADO • IMPRESIONES •  
COPI-OFFSET • TRANSCRIPCIO-  
NES IBM EN LINO • DIBUJO DE  
GRAFICAS, PLANOS Y ORGANI-  
GRAMAS • HELIOGRAFICAS •  
REVELADO KODAK.

ENRIQUE G. MARTINEZ No. 30  
(ANTES PARROQUIA)  
TEL. 13-99-23 GUADALAJARA