



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"ILUMINACION E INSTALACIONES ELECTRICAS"
OPTIMIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A:
ALONSO ROJAS ASCENCIO

ASESOR: ING. BENJAMÍN CONTRERAS SANTACRUZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1999.

271778

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

" Iluminación e Instalaciones Eléctricas "
Optimización de la Energía Eléctrica

que presenta el pasante: Alonso Rojas Ascencio

con número de cuenta: 8825170-7 para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánica Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 12 de Enero de 1999

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>II</u>	<u>Ing. Ramón Osorio Galicia</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>Ing. Casildo Rodríguez Arciniega</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Ing. Benjamín Contreras Santacruz.</u>	<u>[Firma]</u>

DEDICATORIAS:

Dedico este trabajo a una persona muy importante en mi vida, que siempre me ha apoyado de manera incondicional en todo momento, con todo mi cariño para ti papá, Antonio.

A una persona que siempre a estado a mi lado, que me ha sabido comprender y estimular. Y que sin duda estará en mi corazón por siempre mi mamá, Blanca.

A una persona muy especial, la cuál con sus palabras de aliento, cariño y comprensión, me ha impulsado a seguir adelante en todo momento. Lo único que me resta decirte es: gracias por todo tu amor, Sandy.

A mis hermanos: Alicia, José Antonio, Armando y Adrián gracias por todo su apoyo y cariño.

A mi abuela M^a de los ángeles y a Gabriela, Leticia, Patricia, Rafael, Carlos, Antonio, Gabriel, Adrián, Alicia U. y Fabiola gracias por su apoyo y cariño.

AGRACECIMIENTOS:

Al Ingeniero Benjamin Contreras, por la proposición del tema y por consiguiente el tiempo dedicado como asesor de la presente tesina

A Sandra González, Rafael Gaviño y Armando Maldonado quienes contribuyeron en la realización de la presente tesina.

INDICE

Introducción.....	1
Capitulo 1	"Antecedentes"
1.1 La optimización de la energía eléctrica	2
1.2 Tipos de generación de energía eléctrica	2
1.3 Ventajas comparativas de los diferentes tipos de generación.....	4
Capitulo 2	"Cargas eléctricas"
2.1 Motores eléctricos trifásicos	6
2.2 Motores eléctricos monofásicos	11
2.3 Comparaciones en eficiencia entre motores Trifásicos y monofásicos	13
2.4 Tipos de lámparas	13
Capitulo 3	"Planeación de recursos"
3.1 Resultados de encuestas	23
3.2 Necesidades de corregir el F. P.	26
3.3 Como hacer eficientes los motores	35
3.4 Medidas para el ahorro de energía eléctrica	38
Capitulo 4	"Análisis económicos"
4.1 Interpretación de recibo de luz	40
4.2 Tipos de tarifas	40
4.3 Demostración de ahorro económico y sus tiempos de ahorro al corregir el factor de potencia (amortización de los bancos de capacitores)	46
4.4 Aplicación de formulas para bonificación y multas por factor de potencia	51
Capitulo 5	"Perspectivas futuras"
5.1 Investigación en diseño y construcción de lámparas ahorradoras de energía ..	52
5.2 investigación en el uso de superconductores	55
5.3 innovaciones tecnológicas en general	57
Conclusiones.....	59
Bibliografía.....	61

Introducción:

El uso eficiente de la energía, es un tema que está atrayendo de manera creciente la atención de todos los sectores de la sociedad; la preocupación del gobierno con respecto a su dependencia de las importaciones de energéticos, principalmente del petróleo y sus derivados, se manifiesta en la propuesta de las diversas empresas industriales y cualquier ámbito consumidor para reducir el costo total de energía. A su vez, el consumidor, ante el constante incremento de los costos de la energía, puede reducir sus gastos por medio de la reducción directa en el consumo de la energía.

Por esto, de acuerdo con lo analizado en el presente trabajo, es obvio que el ahorro energético representa una alternativa factible a conseguir para lograr, desde el punto de vista industrial, mayor competitividad en el ámbito nacional e internacional, debido a que los costos de producción se ven reducidos en un porcentaje significativo si se logran poner en práctica el mayor número de medidas correctivas.

Ante esta problemática existen algunas industrias, así como grandes consorcios del sector privado, conscientes de la necesidad de implantar técnicas para una mejor utilización de la energía. Particularmente existen entre estos últimos, numerosas empresas que ya han adoptado nuevas técnicas y tecnologías en sus procesos.

El objetivo de este trabajo es el de mostrar los beneficios del ahorro y el uso óptimo de la energía eléctrica en la industria.

En el capítulo 1 se dan los antecedentes básicos del ahorro de la energía, así como una explicación breve de las diferentes formas de generación de la energía eléctrica.

El capítulo 2 pretende dar a conocer, los tipos de cargas inductivas más representativas en el consumo de la energía, además de que consideraremos la gran importancia del Factor de Potencia con un respectivo análisis, demostrando en qué afecta el tener un bajo F.P.

En los capítulos 4 y 5, se explica en forma práctica, a través de los resultados de una encuesta, cuáles son los principales factores que afectan para que haya grandes pérdidas de energía eléctrica, reflejándose en los costos. De acuerdo con lo analizado, se dan posibles alternativas para poder corregir estas fallas, además que estos ahorros los podemos conocer al saber interpretar los recibos de luz, el tipo de tarifa contratada de acuerdo a nuestras necesidades y en el caso la bonificación o multa por el Factor de Potencia.

En el capítulo 5 se hace mención de los avances tecnológicos que se están dando en el ámbito mundial para la optimización de la energía eléctrica.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES:

1.1 La optimización de la energía eléctrica

El presente trabajo sobre la optimización de la energía eléctrica, pretende dar a conocer los principales factores por los que existen grandes pérdidas de energía y dar como resultado una consientización en el ámbito industrial, pues en los últimos años, tanto en los países industrializados como aquellos en vías de desarrollo, han tenido que considerar normas para hacer un uso más eficiente de la energía eléctrica, debido al incremento del costo de la electricidad. Todos estos costos se reflejan principalmente por el hecho de que día con día la explotación irracional de los recursos naturales utilizados para generar la energía eléctrica se van agotando.

En México, es de conocimiento general que casi todos los usuarios, desde doméstico hasta industrial, hacen un uso ineficiente de la energía eléctrica. Esta mala utilización de la energía se da desde la utilización de una lámpara, hasta diferentes tipos de motores aplicados a procesos industriales. Es importante considerar que ante esta situación, tanto las empresas como el mismo gobierno, día con día innovan e importan nuevas tecnologías, para poder cubrir esta problemática. El ahorro de energía eléctrica puede conseguirse mediante la utilización de sistemas avanzados de control de potencia, la instalación de motores eléctricos modernos para ventiladores, bombas, mecanismos de transmisión, y la instalación de equipos de iluminación de alta eficiencia. Por ello, se debe evitar la penalización por bajo Factor de Potencia, ocasionado por elementos inductivos que más adelante analizaremos.

1.2 Tipos de generación de energía

De forma introductoria al tema, analizaremos en forma breve las diferentes generaciones de energía eléctrica. Pero antes definiremos lo que es energía:

Energía: es la capacidad que poseen los cuerpos y sistemas para realizar un trabajo. Todo cuerpo o sistema material que pasa de un estado a otro, produce fenómenos físicos que son manifestaciones de alguna transformación de la energía.

La energía tiene diferentes formas de origen. En México, las fuentes primarias de energía son el petróleo, el gas natural, las caídas de agua, el carbón, la leña, el uranio y la geotermia. Una de las aplicaciones de estas fuentes es la conversión a energía eléctrica mediante plantas hidroeléctricas, termoeléctricas, carboeléctricas y en la nucleoelectrica de Laguna Verde. De igual forma, las fuentes alternas de energía se describen a continuación en forma breve.

Centrales hidroeléctricas:

La energía que se produce en una central hidroeléctrica proviene de la energía potencial y de movimiento del agua de los rios y lagos, que se transforma al fluir a través de las turbinas que mueven un generador, que produce electricidad.

Para edificar una planta hidroeléctrica, se requiere construir presas. En algunos lugares sin embargo, no es necesario hacer grandes vasos, sino aprovechar las caídas naturales.

Centrales nucleoeeléctricas:

En México, solamente existe una central de este tipo y se encuentra en Laguna Verde, en el estado de Veracruz. En una central nuclear, el calor para producir el vapor de agua que mueve las turbinas proviene de un reactor atómico, en el que se producen fisiones nucleares (el combustible es el Uranio), que libera energía en forma de calor.

Centrales termoeléctricas y Carboeléctricas:

Estas centrales funcionan generando vapor de agua a presión con el calor que produce la combustión de petróleo, carbón o gas natural. El vapor a presión mueve una turbina y ésta a su vez un generador, produciéndose así la energía eléctrica.

Fuentes alternas de Energía:

Centrales Geotérmicas:

En algunas regiones, es posible obtener el vapor directamente del subsuelo, gracias a corrientes subterráneas de agua que se evapora por el calor del magma, roca fundida a una temperatura de 1800 grados centígrados, que predomina a 60 kilómetros bajo la superficie terrestre. Esta energía es aprovechada por el hombre en centrales geotérmicas, en las cuales el vapor obtenido mueve turbinas que producen energía eléctrica a través de generadores, de manera similar a como se lleva a cabo en las plantas termoeléctricas.

Minihidráulicas:

Este tipo de plantas de energía aprovecha los recursos hidráulicos en pequeña escala, para convertir la energía potencial y de movimiento del agua en energía mecánica y eléctrica. Los sistemas hidroeléctricos relativamente pequeños pueden abastecer de energía a pequeños poblados y la fuente de agua puede ser un arroyo o un canal.

Energía solar:

Del sol nos llegan enormes cantidades de energía, que es difícil aprovecharla directamente; no obstante, ya existen dispositivos como las celdas fotoeléctricas y termosolares para aprovechar más fácilmente la energía solar. Los sistemas termosolares, convierten la radiación solar en calor y lo transfieren a un fluido de trabajo; el calor se usa entonces para calentar edificios, agua y mover turbinas para generar la electricidad. Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente parte de la energía de la luz solar en electricidad por medio de celdas solares.

Energía eólica:

Las turbinas eólicas convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio de un generador. Los aerogeneradores tienen aspas o hélices que hacen

girar un eje central conectado, mediante una serie de engranes (la transmisión), al generador eléctrico.

Biomasa:

La forma de aprovechar la biomasa como energético puede ser a través de la combustión directa, como tradicionalmente se ha aprovechado en México la leña y el bagazo de caña, o bien mediante la conversión de la biomasa en diferentes hidrocarburos a través de diferentes tipos de procesos.

La combustión directa que todos conocemos, es el proceso por el que se aprovecha el poder calorífico de la biomasa en México. Naturalmente, en México se siguen los métodos tradicionales para producir carbón, que no generan volúmenes muy altos, son específicos y el dato que se conoce es de alrededor de 70,000 toneladas anuales. La pirólisis además del carbón, puede dar lugar a líquidos como el alquitrán, que es un combustible con cierto poder calorífico alto, de unas 9,000 o 10,000 Kcal por litro y también da lugar a la producción de monóxido de carbono, gas que puede emplearse como combustible.

1.3 Ventajas comparativas de los diferentes tipos de generación

Es claro que, ante la utilización de los diversos recursos naturales utilizados para la generación de la energía eléctrica, no son eternos y que de acuerdo al tipo de planta generadora, su vida útil es diferente. Llegando a considerar que el gobierno deberá invertir más en la construcción de plantas hidroeléctricas, ya que tiene la ventaja de que no requieren para su uso hidrocarburos. Así, además de que no emiten partículas contaminantes al medio ambiente, las plantas hidroeléctricas aprovechan los grandes caudales de agua, considerando que en el caso de las plantas termoeléctricas, al paso de los años su uso tendrá que ser limitado y restringido por la utilización de hidrocarburos, caso similar a las plantas carboeléctricas, las cuales trabajan con carbón, elemento que tiende a desaparecer, además de ser altamente contaminante.

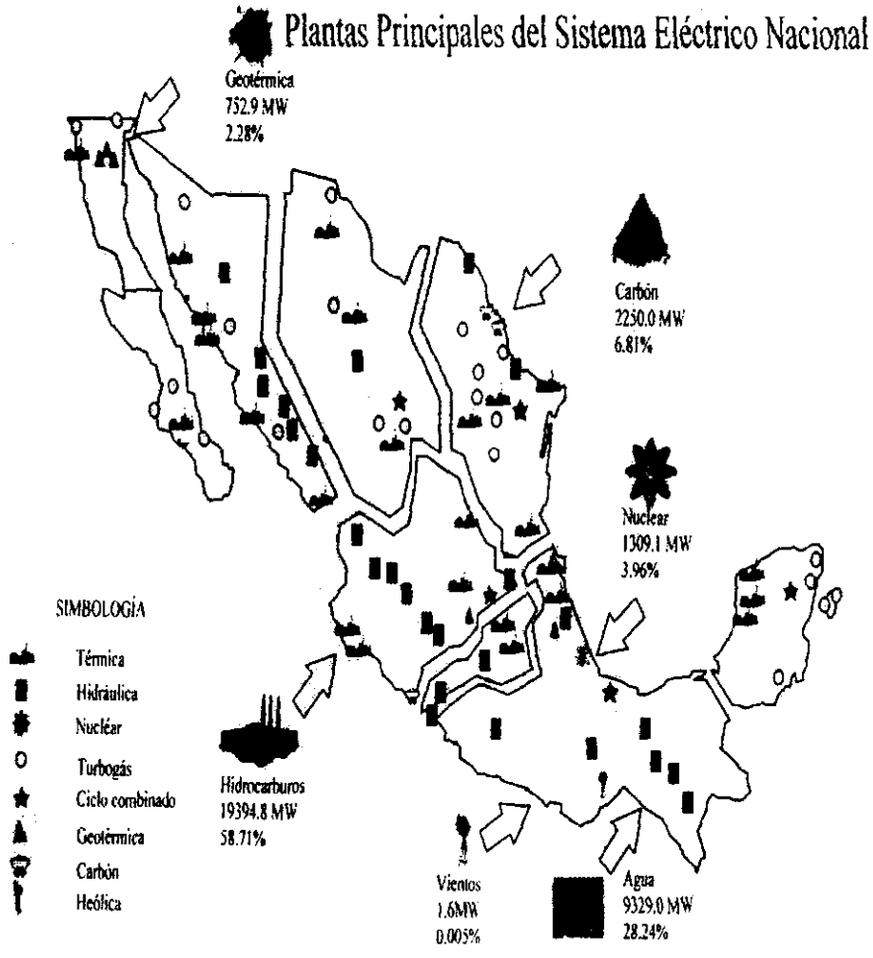
Las plantas nucleoelectricas provocan un alto riesgo para la humanidad, como son radiaciones nucleares, el manejo de desechos radioactivos, elevado costo de operación, mantenimiento e instalaciones. En México, se conoce que la planta de Laguna Verde no trabaja al 100%.

A su vez, las plantas geotérmicas presentan la dificultad de que no es fácil su utilización, ya que al trabajar con los vapores naturales del subsuelo, no son frecuentes dichos lugares.

Tomando en cuenta estas consideraciones, la utilización de las fuentes alternas de energía, aun no desarrolladas completamente, será en algunos años, una de las principales fuentes de energía eléctrica. En el caso de la energía solar, como su

Nombre lo dice, se basa en el sol, fuente que difícilmente se agotará, aunque faltan técnicas más desarrolladas para su mejor explotación. Caso similar es la energía eólica, basada en el viento, elemento natural inagotable, aunque solo se considerarán las zonas donde haya alta intensidad de viento.

Aprovechando los flujos menores de agua, se instalan plantas minihidráulicas, basadas en el funcionamiento de las plantas hidroeléctricas, solo que en pequeña escala.



CAPITULO 2

CARGAS ELÉCTRICAS

2.1 Motores eléctricos trifásicos

Antes de realizar las consideraciones para la optimización de la energía, definiremos en forma breve algunos conceptos básicos relacionados a motores y posteriormente, abarcaremos todo nuestro estudio relacionado a eficiencias y pérdidas del motor, pero primero analizaremos en forma breve los motores trifásicos de inducción (jaula de ardilla).

Motores trifásicos de inducción (jaula de ardilla).

Como primera impresión, la dinamo de inducción podría considerarse también como una dinamo de excitación sencilla, porque solo se aplica corriente alterna polifásica a su estator. Es demostrable que se induce un voltaje de corriente alterna, de frecuencia variable en su rotor, casi del mismo modo en el que se induce un voltaje de CA mediante acción de transformador en el secundario de uno de esos transformadores. La dinamo de inducción, en consecuencia, es una doble excitación que tiene un voltaje de CA aplicado, tanto en su devanado de estator (armadura), como en su devanado de rotor. El voltaje aplicado en la armadura del estator, es un voltaje de excitación de frecuencia constante (normalmente) y potencial constante (normalmente), suministrado por una barra de distribución polifásica o monofásica, idéntica a la de la dinamo síncrona. El voltaje que se aplica al rotor es un voltaje inducido, de frecuencia y potencial variables, que se produce como consecuencia de la velocidad del rotor con respecto a la velocidad síncrona.

El motor de inducción de jaula de ardilla es el de construcción más simple, no tiene conmutador, ni anillos rozantes, ni contactos móviles entre el rotor y el estator. Esta construcción tiene muchas ventajas, incluyendo su desempeño libre de mantenimiento, sus aplicaciones en lugares aislados y su trabajo en ambientes hostiles a la maquinaria, donde hay polvo y otros materiales corrosivos. Por todo ello, es el motor polifásico de CA que más se usa; si bien este motor es quizá el más sencillo de todos los motores, en su funcionamiento y operación, su teoría es altamente complicada.

A continuación, nuestro estudio solo considerará la eficiencia de este tipo de motores y analizaremos algunos conceptos para el análisis de las tablas de eficiencia, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana de eficiencia energética para motores trifásicos, jaula de ardilla, corriente alterna, trifásicos de inducción, de uso general en potencia nominal de 0.746 A. 149.2 KW.

Motor abierto:

Es un motor que tiene aberturas para ventilación, que permite el paso del aire exterior de enfriamiento sobre y a través del embobinado del motor.

Motor cerrado:

Es un motor cuya armazón impide el intercambio libre de aire entre el interior y el exterior de este, sin llegar a ser hermético.

Eficiencia :

La eficiencia se define como la razón entre la potencia de salida y la potencia de entrada del motor, se expresa en Por ciento y se calcula con alguna de las siguientes relaciones:

$$a) \frac{\text{potencia.de.salida}}{\text{potencia.de.entrada}} \times 100$$

$$b) \frac{\text{potencia.entrada} - \text{perdidas}}{\text{potencia.de.entrada}} \times 100$$

$$c) \frac{\text{potencia.salida}}{\text{potencia.salida} + \text{perdidas}} \times 100$$

Eficiencia mínima asociada:

Cada eficiencia nominal tiene una eficiencia mínima asociada, especificada en la columna B de la tabla 1.

Motores de acuerdo a su eficiencia $\left\{ \begin{array}{l} \text{motor.de.eficiencia.estandar} \\ \text{motor.de.eficiencia.alta} \end{array} \right.$

Eficiencia nominal:

Es el valor de la eficiencia mostrado en la placa de datos del motor, seleccionado de la columna A de la tabla 1 por el fabricante. Este valor no debe ser mayor que la eficiencia promedio de una población grande de motores del mismo diseño.

Motor de eficiencia estándar:

Es aquel que tiene una eficiencia nominal igual o mayor que la indicada en las tablas 2 y 3, según su enclaustramiento y número de polos.

TABLA 1.- Eficiencia nominal y mínima asociada (en porciento)

Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima	Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima
99,0	98,8	94,1	93,0
98,9	98,7	93,6	92,4
98,8	98,6	93,0	91,7
98,7	98,5	92,4	91,0
98,6	98,4	91,7	90,2
98,5	98,2	91,0	89,5
98,4	98,0	90,2	88,5
98,2	97,8	89,5	87,5
98,0	97,6	88,5	86,5
97,8	97,4	87,5	85,5
97,6	97,1	86,5	84,0
97,4	96,8	85,5	82,5
97,1	96,5	84,0	81,5
96,8	96,2	82,5	80,0
96,5	95,8	81,5	78,5
96,2	95,4	80,0	77,0
95,8	95,0	78,5	75,5
95,4	94,5	77,0	74,0
95,0	94,1	75,5	72,0
94,5	93,6	74,0	70,0
		72,0	68,0

Nota: Los valores de la eficiencia nominal de la Columna A se obtienen a partir del 99,0%, con incrementos de pérdidas del 10%. Los valores de eficiencia mínima asociada de la Columna B, se obtienen incrementando las pérdidas en un 20%.

TABLA 2.-Valores de eficiencia nominal a plena carga para motores cerrados de eficiencia estándar

Potencia Nominal, kW	[en porciento]			
	2 Polos	4 Polos	6 Polos	8 Polos
0,746	74,0	75,5	75,5	72,0
1,119	77,0	80,0	78,5	75,5
1,492	80,0	81,5	78,5	75,5
2,238	81,5	81,5	80,0	75,5
3,730	82,5	84,0	81,5	82,5
5,595	84,0	86,5	82,5	84,0
7,460	85,5	86,5	84,0	85,5
11,19	85,5	87,5	85,5	85,5
14,92	86,5	87,5	86,5	86,5
18,65	86,5	89,5	86,5	86,5
22,38	87,5	90,2	87,5	87,5
29,84	88,5	90,2	88,5	88,5
37,30	88,5	91,0	88,5	89,5
44,76	89,5	91,7	89,5	89,5
55,95	89,5	91,7	90,2	89,5
74,60	90,2	92,4	90,2	90,2
93,25	91,0	92,4	91,0	91,0
111,9	91,0	92,4	91,0	91,7
149,2	91,7	93,0	91,7	91,7

TABLA 3.- Valores de eficiencia nominal a plena carga para motores abiertos de eficiencia estándar

[en porciento]

Potencia Nominal, kW	2 Polos	4 Polos	6 Polos	8 Polos
0,746	72,0	72,0	72,0	72,0
1,119	72,0	74,0	74,0	74,0
1,492	74,0	75,5	75,5	75,5
2,238	80,0	81,5	80,0	78,5
3,730	80,0	81,5	80,0	80,0
5,595	81,5	82,5	81,5	81,5
7,460	82,5	82,5	82,5	82,5
11,19	84,0	84,0	84,0	84,0
14,92	84,0	84,0	84,0	84,0
18,65	86,5	86,5	86,5	86,5
22,38	87,5	88,5	87,5	87,5
29,84	88,5	89,5	88,5	88,5
37,30	89,5	89,5	89,5	89,5
44,76	90,2	90,2	90,2	90,2
55,95	90,2	90,2	90,2	90,2
74,60	90,2	91,0	90,2	90,2
93,25	91,0	92,4	91,0	91,0
111,9	91,0	92,4	91,0	91,0
149,2	91,7	93,0	91,7	91,7

Motor de alta eficiencia:

Es aquel que tiene una eficiencia nominal igual o mayor que la indicada en las tablas 4 y 5 según su enclaustramiento y número de polos.

TABLA 4.- Valores de eficiencia nominal a plena carga para motores cerrados de eficiencia alta

[en porciento]

Potencia Nominal, kW	2 Polos	4 Polos	6 Polos	8 Polos
0,746	75,5	82,5	80,0	74,0
1,119	82,5	84,0	85,5	77,0
1,492	84,0	84,0	86,5	82,5
2,238	85,5	87,5	87,5	84,0
3,730	87,5	87,5	87,5	85,5
5,595	88,5	89,5	89,5	85,5
7,460	89,5	89,5	89,5	88,5
11,19	90,2	91,0	90,2	88,5
14,92	90,2	91,0	90,2	89,5
18,65	91,0	92,4	91,7	89,5
22,38	91,0	92,4	91,7	91,0
29,84	91,7	93,0	93,0	91,0
37,30	92,4	93,0	93,0	91,7
44,76	93,0	93,6	93,6	91,7
55,95	93,0	94,1	93,6	93,0
74,60	93,6	94,5	94,1	93,0
93,25	94,5	94,5	94,1	93,6
111,9	94,5	95,0	95,0	93,6
149,2	95,0	95,0	95,0	94,1

TABLA 5.- Valores de eficiencia nominal a plena carga para motores abiertos de eficiencia alta

[en porcentaje]

Potencia Nominal, kW	2 Polos	4 Polos	6 Polos	8 Polos
0,746	----	82,5	80,0	74,0
1,119	82,5	84,0	84,0	75,5
1,492	84,0	84,0	85,5	85,5
2,238	84,0	86,5	86,5	86,5
3,730	85,5	87,5	87,5	87,5
5,595	87,5	88,5	88,5	88,5
7,460	88,5	89,5	90,2	89,5
11,19	89,5	91,0	90,2	89,5
14,92	90,2	91,0	91,0	90,2
18,65	91,0	91,7	91,7	90,2
22,38	91,0	92,4	92,4	91,0
29,84	91,7	93,0	93,0	91,0
37,30	92,4	93,0	93,0	91,7
44,76	93,0	93,6	93,6	92,4
55,95	93,0	94,1	93,6	93,6
74,60	93,0	94,1	94,1	93,6
93,25	93,6	94,5	94,1	93,6
111,9	93,6	95,0	94,5	93,6
149,2	94,5	95,0	94,5	93,6

Para calcular la eficiencia en motores trifásicos de inducción (jaula de ardilla)

Cálculo de la eficiencia.

El motor de inducción es, sin duda alguna, el más empleado en la industria actualmente y tiene un alto rendimiento en condiciones nominales. Sin embargo, con cargas ligeras, las pérdidas en el hierro reducen drásticamente el rendimiento del sistema. Para aquellas aplicaciones con carga y velocidad variable, parece lógico estudiar la posibilidad de mejorar el rendimiento del accionamiento; es importante optimizar su rendimiento por dos razones: el ahorro económico y la reducción de la contaminación del medio ambiente.

A continuación, haremos algunos análisis para el mejoramiento de la eficiencia en los motores de inducción. En primera instancia, daremos las fórmulas necesarias para su realización.

Cálculo de las pérdidas por efecto Joule en el estator

Se calculan las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator $I^2 R_m$ utilizando la siguiente ecuación:

$$I^2 R_m = 0,0015 \cdot I_m^2 \cdot R_m \quad [kW]$$

donde: I_m es el promedio de las corrientes en A;

R_m es la resistencia entre las terminales de referencia del estator, corregida a la temperatura de los devanados para cada valor de carga mediante la siguiente ecuación:

$$R_m = R_i \cdot \frac{t_m + K}{t_i + K} \quad [\Omega]$$

donde: R_i es la resistencia de referencia en ohms;

t_i es el promedio de las temperaturas de los devanados del estator en °C; y

K es la constante del material y es igual a 234,5 para el cobre puro.

Para otros materiales en los devanados, deberá usarse el valor especificado por el fabricante.

Cálculo de las pérdidas por efecto Joule en el rotor

Las pérdidas por efecto Joule en el devanado del rotor $I^2 R_r$, se calculan utilizando la siguiente ecuación:

$$I^2 R_r = (P_e - I^2 R_m - P_h) S_m \quad \text{KW}$$

donde:

P_e es la potencia de entrada para cada valor de carga medida

P_h son las pérdidas del núcleo

S_m es el deslizamiento por unidad de la frecuencia de rotación síncrona n_s para cada valor de carga, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$S_m = \frac{n_s - n_m}{n_s}$$

donde: n_s es la frecuencia de rotación síncrona en min^{-1} ; y n_m es la frecuencia de rotación para cada valor de carga medida en min^{-1} .

2.2 Motores eléctricos Monofásicos

Motores monofásicos:

La mayor parte de los motores monofásicos son en realidad de caballaje fraccionario; sin embargo, algunos se fabrican en tamaños normales, de caballaje integral: 1.5, 2, 3, 5, 7.5, y 10 HP, tanto para 115 V como para 230 V en servicio monofásico y aun para servicio de 440 V. Los tamaños especiales de caballaje integral van desde varios cientos hasta algunos miles de HP en servicio de locomotoras, como motores de serie monofásicos de CA.

Los principios básicos de los motores monofásicos de CA son los que con anterioridad se han estudiado; se emplean extensamente el principio de inducción, debido a la simplicidad del rotor y a que evita las dificultades de la conmutación. Se emplean diversas técnicas para producir el campo magnético giratorio necesario para arrancar con inducción. Utilizando la división de fase y los polos sombreados, sin embargo, es demostrable que un rotor de inducción, una vez en movimiento debido a un campo magnético rotatorio, continuará trabajando con un suministro monofásico. Los requisitos de carga y trabajo para los motores monofásicos, son posiblemente

tan severos como los de la maquinaria polifásica o quizá más, debido a que en las aplicaciones domésticas o residenciales, no se tienen procedimientos de mantenimiento rutinario.

Los motores serie monofásicos de CA están diseñados para uso extremadamente rudo en grúas, rampas y servicio de tracción, como locomotoras eléctricas y su tamaño puede variar, según sea de pocos caballos o de algunos miles. A continuación solo analizaremos la eficiencia de estos motores, como medida para la optimización de la energía eléctrica. Además de algunos conceptos necesarios para la utilización de las tablas de eficiencia, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana de eficiencia energética de motores de corriente alterna monofásicos, de inducción.

Eficiencia

La eficiencia se define como la razón entre la potencia de salida y la potencia de entrada del motor. Se expresa en porciento y se calcula con alguna de las siguientes relaciones:

- $[\text{Potencia de salida} / \text{potencia de entrada}] \times 100$,
- $[(\text{Potencia de entrada} - \text{pérdidas}) / \text{potencia de entrada}] \times 100$,
- $[\text{Potencia de salida} / (\text{potencia de salida} + \text{pérdidas})] \times 100$.

TABLA 1.- Eficiencia nominal y eficiencia mínima asociada

[en porciento]

Columna A Eficiencia nominal	Columna B Eficiencia mínima	Columna A Eficiencia nominal	Columna B Eficiencia mínima
99,0	98,8	90,2	88,5
98,9	98,7	89,5	87,5
98,8	98,6	88,5	86,5
98,7	98,5	87,5	85,5
98,6	98,4	86,5	84,0
98,5	98,2	85,5	82,5
98,4	98,0	84,0	81,5
98,2	97,8	82,5	80,0
98,0	97,6	81,5	78,5
97,8	97,4	80,0	77,0
97,6	97,1	78,5	75,5
97,4	96,8	77,0	74,0
97,1	96,5	75,5	72,0
96,8	96,2	74,0	70,0
96,5	95,8	72,0	68,0
96,2	95,4	70,0	66,0
95,8	95,0	68,0	64,0
95,4	94,5	66,0	62,0
95,0	94,1	64,0	59,5
94,5	93,6	62,0	57,5
94,1	93,0	59,5	55,0
93,6	92,4	57,5	52,5
93,0	91,7	55,0	50,5
92,4	91,0	52,5	48,0
91,7	90,2	50,5	46,0
91,0	89,5	48,0	43,0

Eficiencia mínima asociada

Cada eficiencia nominal tiene una eficiencia mínima asociada, especificada en la Columna B de la Tabla 1.

Eficiencia nominal

Es el valor de la eficiencia mostrado en la placa de datos del motor, seleccionado de la Columna A de la Tabla 1 por el fabricante. Este valor no debe ser mayor que la eficiencia promedio de una población grande de motores del mismo diseño.

Nota: Los valores de la eficiencia nominal de la Columna A se obtienen a partir del 99,0%, con incrementos de pérdidas del 10%. Los valores de eficiencia mínima asociada de la Columna B, se obtienen incrementando las pérdidas en un 20%.

2.3 Comparación de eficiencia entre motores monofásicos y trifásicos.

A continuación en forma breve, compararemos estos motores:

- ❖ El motor monofásico tiene mayores pérdidas en el estator, ya que una fase conduce toda la corriente de entrada y como consecuencia, tiene menor eficiencia y mayor aumento de temperatura.
- ❖ Para tener la misma potencia que un motor trifásico de inducción, el motor monofásico debe tener un mayor tamaño de armazón, para la misma velocidad nominal.
- ❖ A la carga nominal, el factor de potencia del motor monofásico es menor que el trifásico.
- ❖ En el motor trifásico, el par interno máximo es independiente de la resistencia del rotor. Para el motor monofásico, si aumenta la resistencia del rotor disminuye el par máximo y aumenta el deslizamiento al que se presenta este.
- ❖ Para los mismos núcleos de rotor y estator, así como tamaños de armazón, el motor monofásico tiene un menor par máximo, menor par de arranque y mayor deslizamiento a los puntos correspondientes de par máximo.

2.4 Lámparas

Otro aspecto importante para la optimización de la energía eléctrica es la iluminación, donde principalmente existen altas pérdidas de energía.

Se considera que casi el 80% de las impresiones sensoriales humanas son de naturaleza óptica, reconociendo de esta forma la importancia de la luz natural (el sol), así como de la luz artificial, como medio de información para cualquier actividad. Ante estas consideraciones, abarcaremos la luz artificial.

El presente trabajo pretende únicamente dar a conocer los principales tipos de lámparas y luminarios y establecer una relación comparativa de acuerdo a su uso,

teniendo en cuenta estos factores para considerar una optimización de la energía eléctrica, de acuerdo con las diferentes áreas donde se pretenda realizar la iluminación artificial.

Con el paso de los años y los avances tecnológicos, se ha incrementado la gran variedad de lámparas, conforme a los diferentes usos y aplicaciones; a pesar de esto, las fuentes luminosas eléctricas solo se clasifican en dos categorías:

- De irradiación por efecto térmico (lámparas de incandescencia)
- De descarga en gas o vapores (lámparas fluorescentes, de vapor de mercurio, de sodio y aditivos metálicos).

Es importante tomar en cuenta diferentes consideraciones, para decidir qué tipo de lámpara se va a utilizar:

Potencia nominal:

Condiciona el flujo luminoso y las proporciones de la instalación desde el punto de vista eléctrico.

Eficiencia luminosa y degeneración del flujo luminoso durante el funcionamiento, promedio de vida y costos de la lámpara: estos factores condicionan la economía de la instalación.

Rendimiento cromático:

Condiciona la mayor o menor apreciación de los colores, respecto a la observación con la luz natural.

Temperatura de color:

Condiciona la tonalidad de luz. Se dice que una lámpara proporciona luz cálida o fría si prevalecen las radiaciones luminosas de color rojizo o azulado.

Tamaño:

Condiciona la construcción de los aparatos de iluminación (direccionalidad del haz luminoso, coste, etc.)

Tipos de lámparas

Existe un amplio conjunto de luminarios y lámparas, pero en este caso nos enfocaremos a las más comerciales, de las cuales destacan:

Lámparas:

* Incandescentes – Foco común

*Fluorescentes - Arranque rápido

- Arranque instantáneo

- Arranque con arrancador

* Alta intensidad de descarga (HID) - Vapor de sodio a alta presión

- Vapor de sodio de baja presión

- Aditivos metálicos

- Vapor de mercurio.

Lámparas incandescentes:

Originan la energía radiante por la emisión a alta temperatura de un filamento de Tungsteno, el cual es calentado por el paso de la corriente eléctrica. La mayor parte de la energía emitida se sitúa en el infrarrojo, por lo que el rendimiento en luz visible es notablemente bajo.

Campos de aplicación:

Este tipo de lámpara es de iluminación general y localizadas principalmente en interiores (viviendas, oficinas, comercios, etc.), lámparas de uso frecuente entre 100 y 300 W. Se recomienda que no sobrepasen más de cuatro metros de altura, en tiendas, oficinas, escuelas. Ya que se recomendaría otro tipo de lámpara pues no iluminaría correctamente el área donde se coloquen. El rendimiento de una lámpara de incandescencia, a igualdad de potencia, es menor cuanto mayor es la tensión nominal (a 220 v un 10% menor que 127 v).

Estas lámparas tienen la característica de que si se alimentan a una tensión nominal inferior se puede alargar su vida útil, pero de lo contrario, si la tensión de alimentación es mayor a la nominal, su vida se acorta considerablemente.

Además es característico que el rendimiento crece a medida que aumenta la potencia nominal, pero el rendimiento disminuye con el transcurso del tiempo. A continuación podemos observar algunas características en la siguiente tabla de este tipo de lámparas.

DATOS DE LÁMPARAS INCANDESCENTES

WATTS	VOLTS (TENSION DE OPERACIÓN)	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS
40	125	465	1,500	12
60	125	890	1,000	15
60	220	588	1,000	10
75	125	1,190	750	16
100	125	1,750	750	18
100	220	1,085	2,500	11
150	125	2,780	750	19
150	220	2,060	1,000	14
200	125	3,750	750	19
200	220	3,040	1,000	15
300	125	6,103	1,000	20
300	220	4,735	1,000	16
500	125	10,100	1,000	20
500	220	9,270	1,000	18
1000	220	17,800	1,000	18

Ventajas:

Presentan un encendido inmediato sin necesidad de equipo auxiliar para su funcionamiento y se conecta directamente a la red.

Además, presenta dimensiones pequeñas y por lo tanto un costo bajo, un factor de potencia unidad, no necesita conexión de condensadores en paralelo con la lámpara. Presenta una luz cálida, neutra y sin colorido; su uso principalmente es doméstico.

Desventajas:

Presenta una baja eficiencia luminosa, además de un reducido rendimiento, reflejado en una corta vida de funcionamiento; su uso principal es doméstico, elevada producción de calor, y un alto destumbramiento.

Lámparas Fluorescentes

Este tipo de lámparas, se basan en el funcionamiento de descarga eléctrica en una atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, donde la luz se genera por el fenómeno de la fluorescencia.

Se presenta una descarga eléctrica, la cual se realiza dentro de un tubo de longitud grande en relación con un diámetro pequeño y dentro de la pared, lleva una fina capa de sustancias minerales fluorescentes, en tanto que, en los extremos del tubo lleva colocados unos filamentos, con una determinada presión, además de una pequeña cantidad de mercurio.

De acuerdo a la modalidad de encendido, se dispone de los siguientes tipos de lámparas fluorescentes:

- Arranque rápido
- Arranque instantáneo
- Arranque con arrancador.

Arranque rápido:

Se caracterizan estas lámparas porque el precalentamiento se obtiene a través de un devanado de calentamiento para cada electrodo, incluyendo el balastro. Dichas lámparas no requieren de un arrancador, pues encienden rápidamente, semejantes a las de arranque instantáneo, aunque por sus características son de mayor uso.

Arranque instantáneo:

Este tipo de lámpara se diseñó para eliminar el dispositivo de arranque y conseguir un encendido más rápido; dicho arrancador se eliminó al utilizarse un balastro que suministra a la lámpara una elevada tensión de arranque. Estas lámparas solo llevan un perno de contacto en cada extremo, el cual se conoce como "línea delgada".

Arranque con arrancador:

Se utiliza un circuito de arranque con dispositivo arrancador, que sirve para precalentar a los electrodos; estas lámparas requieren un balastro para su funcionamiento.

Balastro para lámparas fluorescentes:

El arranque de un tubo fluorescente requiere normalmente una tensión más alta que la red que la alimenta. Esta tensión se consigue provocando por un balastro, una interrupción brusca de la corriente en el circuito de una reactancia, lo que origina sobretensión capaz de hacer funcionar la lámpara. Los balastros, con el tiempo, pierden propiedades y se vuelven incapaces de producir un encendido al primer intento, por lo que, con el envejecimiento son cada vez más los pasos para que el balastro consiga encender la lámpara, lo cual tendrá que ser sustituido, reflejando un costo económico. El uso de balastros en las lámparas lleva consigo un bajo Factor de potencia en las instalaciones de alumbrado, por lo que es recomendable colocar condensadores en paralelo con la lámpara.

Aplicación:

Las lámparas fluorescentes presentan la ventaja de que se pueden obtener distintas coloraciones de la luz, variando la composición química de los revestimientos internos de las ampollas. A continuación daremos una explicación breve de los distintos tipos de lámparas.

Lámpara luz del día:

Presenta un espectro luminoso bastante semejante a la luz natural y tiene una temperatura de color de 6000 K. Se colocan principalmente en aquellos lugares donde se pretenden apreciar mejor los colores sin importar la hora y las condiciones meteorológicas, algunos lugares pueden ser Industrias químicas, carpinterías, joyerías, museos, clínicas, consultorios, entre otros.

Lámparas blanco frío:

Estas tienen la característica de que pueden combinarse con la luz natural y con la luz de lámparas incandescentes, presentan una temperatura de color de 4300 K. Estas lámparas son de las que producen más cantidad de lúmenes, lo cual quiere decir que producen mayor cantidad de luz, pero utilizando el mismo consumo de energía. De acuerdo a lo anterior, son de uso más general, y se pueden utilizar en: garajes, talleres, escuelas, oficinas, archivos, etc.

Lámparas blanco cálido:

Es característico el color de estas lámparas debido a la gran cantidad de radiaciones rojas, lo cual hace que parezcan lámparas de incandescencia; tienen una temperatura de color de 3000 K. Son excelentes para lugares donde se necesite una perfecta reproducción de colores. Se utilizan principalmente en: panaderías, peluquerías, joyerías, restaurantes, bares, teatros, hoteles, aulas, pasillos, despachos, etc.

A continuación observaremos algunos tipos de lámparas fluorescentes y características de cada de estas en la siguiente tabla:

DATOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES

WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES WATTS	ENCENDIDO
22	CIRCULAR	LUZ DE DIA	895	12,000	41	RAPIDO
22	CIRCULAR	B.FRIO DE LUJO	875	12,000	40	RAPIDO
22	CIRCULAR	B.CALIDO DE LUJO	785	12,000	36	RAPIDO
32	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1,850	12,000	58	RAPIDO
32	CIRCULAR	LUZ DE DIA	1,590	12,000	50	RAPIDO
40	CIRCULAR	BLANCO FRIO	2,650	12,000	66	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,400	20,000	82	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,400	20,000	82	RAPIDO
20	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,300	9,000	65	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,300	9,000	65	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,075	9,000	54	CON ARRANCADOR
21	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,030	7500	49	INSTANTANEO
30	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,900	7500	63	CON ARRANCADOR
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	20,000	95	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	20,000	95	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	15,000	95	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	15,000	95	INSTANTANEO
32	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	2,700	12,000	84	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	2,700	12,000	84	INSTANTANEO
34	TUBULAR	BLANCO LIGERO	2,700	20,000	79	RAPIDO
34	TUBULAR	BLANCOFRIO	2,700	20,000	79	RAPIDO
39	TUBULAR	B.FRIO DE LUJO	3,200	12,000	82	INSTANTANEO
39	TUBULAR	B. CALIDO DE LUJO	3,200	12,000	82	INSTANTANEO
39	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,100	12,000	77	INSTANTANEO
39	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,600	12,000	64	INSTANTANEO
40	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,150	12,000	79	RAPIDO
40	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,600	12,000	65	RAPIDO
31	TIPO "U" 1 5/8	BLANCO FRIO	2,800	20,000	90	RAPIDO
32	TIPO "U" "6"	BLANCO FRIO	3,000	20,000	94	RAPIDO
40	TIPO "U" "6"	BLANCO FRIO	2,900	12,000	73	RAPIDO
59	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,000	15,000	102	INSTANTANEO
60	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	6,100	12,000	102	INSTANTANEO
60	TUBULAR	BLANCO CALIDO	6,100	12,000	102	INSTANTANEO
75	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,300	12,000	84	INSTANTANEO
75	TUBULAR	LUZ DE DIA	5,450	12,000	73	INSTANTANEO

Ventajas:

Buena eficiencia luminosa de 4 a 6 veces mayor que las lámparas de incandescencia, presentan baja luminancia de forma que se reducen sensiblemente los problemas de deslumbramiento, presentan bueno y óptimo rendimiento cromático dependiendo del tipo de lámpara, además de una elevada vida útil en comparación con una incandescente.

Desventajas:

Su principal desventaja es que necesitan para su empleo de un balastro, reflejándose así en su costo, en algunos casos grandes dimensiones y por lo tanto más complicada su instalación.

Lámparas de Alta intensidad de descarga (HID).

En este tipo de lámparas, la conducción eléctrica no se realiza en el interior de un metal, como en las lámparas incandescentes, sino a través de un gas ionizado, en el cual se establece una descarga eléctrica; presentan principalmente la emisión de luz concentrada en una o varias frecuencias no continuas.

El encendido o arranque exige una tensión elevada, superior en general, a la suministrada por la red, a través de un balastro. Dentro de este tipo de lámparas se encuentran.

Vapor de sodio:

a) Baja presión

Esta lámpara está llena de gas neón y sodio. La descarga comienza en el gas neón, y su calor evapora progresivamente el sodio. Después de un tiempo, los vapores de este metal terminan por conducir una descarga eléctrica; si la lámpara se apaga en este momento, el vapor de sodio se condensaría y no sería posible el reencendido de modo inmediato, sino después de algún tiempo.

Campo de aplicación:

Este tipo de lámpara se utiliza principalmente para bifurcaciones y nudos de carretera, túneles, pasos subterráneos y en general para indicar lugares peligrosos; es común también para la iluminación en fundiciones y acerías, donde interesa más la percepción de la forma que la de los colores.

Ventajas y desventajas:

Presentan una eficiencia luminosa elevadísima y además alta duración de media de vida, en comparación con las incandescentes. Algunas de estas características las podemos ver en la siguiente tabla.

DATOS LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO BAJA PRESIÓN

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS
18	CLARO	1,800	18,000	100
35	CLARO	4,800	18,000	137
55	CLARO	8,000	18,000	145
90	CLARO	13,500	18,000	150
135	CLARO	22,500	18,000	167
180	CLARO	33,000	18,000	183

b) Lámparas de vapor de sodio de alta presión:

El funcionamiento es similar al de las lámparas de baja presión pero el contenido en sodio es más elevado. Su rendimiento es algo inferior al de las primeras, pero la vida útil es mayor a las anteriores.

Aplicaciones:

La luz de sodio, por su coloración amarillo naranja, no es recomendada para la distinción de colores, por lo tanto no es buena para el alumbrado ordinario, pero su gran rendimiento la hace atractiva donde la distinción de colores no es fundamental, por ejemplo en: Almacenes, naves industriales, zonas portuarias y aeropuertos, vías públicas de tránsito rodado, estaciones y parques ferroviarios.

Ventajas y desventajas:

Buena eficiencia luminosa, limitada depreciación del flujo luminoso, rendimiento cromático discreto, no existe ninguna limitación en cuanto a la posición de funcionamiento, pero presenta desventajas ya que para su empleo necesita dispositivos auxiliares para su alimentación, tarda varios minutos en alcanzar el 80% de la emisión luminosa. La luminosidad es superior que las de vapor de mercurio. Su vida útil, potencia y otras características las podemos observar en la siguiente tabla.

DATOS LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS
35	CLARO	2,250	16,000	64
50	CLARO	4,000	24,000	80
70	CLARO	6,300	24,000	90
70	DIFUSO	6,000	24,000	86
100	CLARO	9,500	24,000	95
100	DIFUSO	8,800	24,000	88
150 (55V)	CLARO	16,000	24,000	107
150 (55V)	DIFUSO	15,000	24,000	100
250	CLARO	27,500	24,000	110
250	DIFUSO	26,000	24,000	104
400	CLARO	50,000	24,000	125
400	DIFUSO	47,500	24,000	119
1000	CLARO	140,000	24,000	140

Lámparas de vapor de mercurio

En este tipo de lámparas, la descarga comienza en un pequeño tubo de cuarzo que contiene vapor de mercurio a alta presión y un gas inerte (argón) para facilitar la descarga. Con el calor producido se evapora el mercurio contenido en la lámpara, proceso que dura algunos minutos para ser este el responsable de la conducción.

Campo de aplicación:

Las lámparas de mercurio ofrecen un rendimiento bastante bueno aunque algo inferior a las de sodio, la coloración de la luz, sin embargo restringe su utilización a aplicaciones del alumbrado general: alumbrado industrial, parques, almacenes, vías públicas.

Ventajas y desventajas:

Eficiencia luminosa óptima, además de un rendimiento cromático discreto y bueno. Según el tipo de lámpara, existen de modelos pequeños, además de una vida útil larga. Pero presentan como desventajas que para su funcionamiento, necesitan de un equipo auxiliar para el arranque de la descarga, el encendido no es inmediato, pues requiere de algún tiempo para alcanzar la máxima emisión luminosa y si se apagan y se desean volver a encender aún calientes, tardarán varios minutos para volver a encender.

DATOS DE LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS
100	BLANCO DE LUJO	4,400	24,000	44
175	BLANCO DE LUJO	8,500	24,000	49
250	BLANCO DE LUJO	12,775	24,000	51
400	BLANCO DE LUJO	23,000	24,000	58
1000	BLANCO DE LUJO	63,000	24,000	63

Lámparas de aditivos metálicos

En estas lámparas, el tubo de descarga que se encuentra en el interior del bulbo, está construido de cristal de cuarzo en forma tubular, en cuyos extremos se encuentra un electrodo de Wolframio en donde va depositado un material emisor de electrones; este material generalmente es óxido de torio.

La corriente eléctrica se hace llegar a los electrodos por medio de una laminilla de molibdeno selladas herméticamente con el cristal de cuarzo; este tubo de descarga contiene en su interior mercurio, yoduro talico y varios de los yoduros de las tierras raras como las antes mencionadas y argón a una presión determinada, que sirve como gas de arranque para la descarga eléctrica.

Campo de aplicación:

Debido a la utilización de los halogenuros de tierras raras, se obtienen rendimientos luminosos más elevados y una mejor reproducción cromática, es decir que la luz proporcionada por estas lámparas refleja fácilmente a los colores naturales sin que estos se vean afectados. Se utilizan principalmente en: salas de venta, salas de

exposición, oficinas y colegios, salas de fabricación de alto nivel, iluminación de acuarios y plantas.

Ventajas y desventajas:

Por la utilización de los aditivos metálicos, estas lámparas presentan alto rendimiento luminoso, además una excelente calidad de luz, tonos de luz semejantes al de la lámpara incandescente. Una larga duración de vida y dimensiones reducidas en su estructura. Pero las desventajas son un alto costo económico, debido a los halogenuros. La tensión de encendido de estas lámparas es elevada y necesita emplear un aparato de encendido con tensiones de choque de 3 a 5 KV. En la siguiente tabla podemos observar algunas características de estas lámparas. Además de las de vapor de mercurio

.....

DATOS DE LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS
70	CLARO	5,200	15,000 V-10,000 H	74
70	FOSFORADO	4,800	15,000 V-10,000 H	74
100	CLARO	7,800	10,000 V-7,500 H	78
100	FOSFORADO	8,000	15,000 V-10,000 H	78
175	CLARO	14,000	10,000 V-7,500 H	80
175	FOSFORADO	13,000	10,000 V-7,500 H	80
250	CLARO	22,000 V-20,000 H	10,000	82
250	FOSFORADO	22,000 V-20,000 H	10,000	82
400	CLARO	36,000 V-32,000 H	20,000 V-15,000 H	90
400	FOSFORADO	36,000 V-32,000 H	20,000 V-15,000 H	90
400	CLARO	40,000	20,000	100
1000	CLARO	110,000 V-107,800 H	12,000 V-9,000 H	110
1000	FOSFORADO	105,000 V-100,000 H	12,000 V-9,000 H	105
1500	CLARO	155,000 V	3,000	103
1500	CLARO	55,000 V-150,000 H	3,000	103

DATOS DE LÁMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS "H.Q.I."

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS
70	BLANCO CALIDO	5,200	10,000	74
70	BLANCO FRIO	5,500	10,000	79
70	BLANCO CALIDO	5,000	10,000	71
150	BLANCO CALIDO	12,000	10,000	80
150	BLANCO FRIO	12,500	10,000	83
150	BLANCO CALIDO	11,000	10,000	73
150	BLANCO FRIO	11,250	10,000	75
250	LUZ DE DIA	19,000	10,000	76
400	LUZ DE DIA	33,000	10,000	83

CAPITULO 3

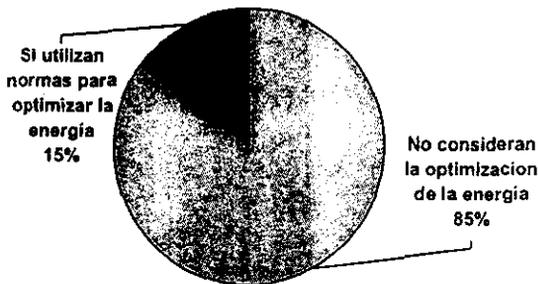
PLANEACIÓN DE RECURSOS

3.1 Resultados de encuesta.

Se realizó una encuesta, cuyo objetivo fue conocer de forma general sobre lo referente a la optimización de la energía eléctrica en las empresas. Esta encuesta se aplicó a alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, que trabajan en empresas donde se podría considerar la optimización de la energía eléctrica, así como algunos estudiantes de ingeniería de la FESC.

Dando a conocer que en relación con este tema son pocos los conocimientos, ya que de acuerdo a los encuestados, la mayoría de las empresas no aplican nada referente a la optimización de la energía eléctrica, o en otras se realizan los métodos de producción normales sin importar si ahorran o no energía.

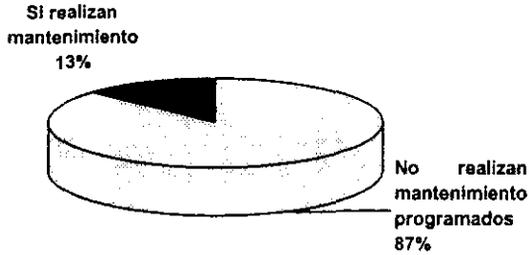
En la siguiente gráfica podemos observar por medio de un porcentaje, que la mayoría de las empresas no consideran la optimización de la energía eléctrica.



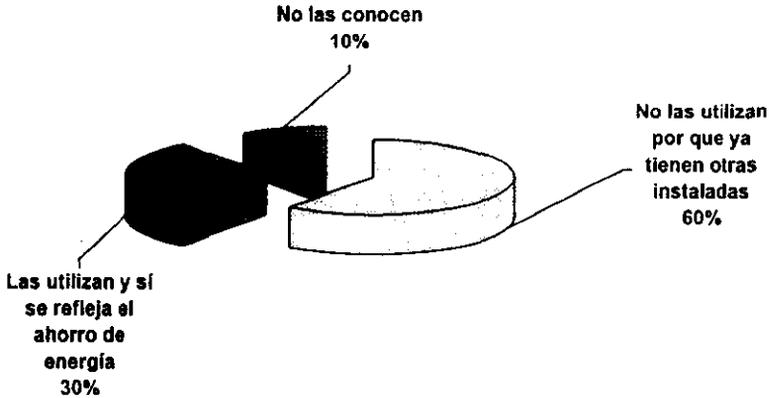
A pesar de todo, algunas grandes empresas si consideran normas para optimizar al máximo la energía, medida económica que se refleja en sus recibos de luz. Estas en su mayoría son solo las empresas más grandes, ya que sus gastos en energía son mayores.

Además, pudimos darnos cuenta que, las medianas empresas realizan sus procesos de producción sin considerar que utilizan equipos, en muchos casos con un alto grado de falta de mantenimiento, lo que ocasiona que en el caso de los motores, estos no funcionen con una eficiencia correcta y a la larga, su vida útil sea menos larga, conociendo así que, en la mayoría de las empresas, no se realizan mantenimientos programados a todo el equipo.

.....

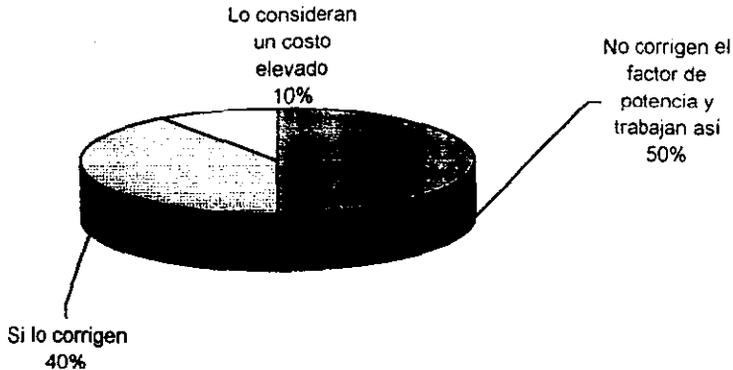


Dentro de la optimización de la energía eléctrica, es sin duda importante considerar la utilización de lámparas ahorradoras de energía. Este punto, de acuerdo a los encuestados, es algo importante pero que le falta más difusión, pues en algunos casos no las conocen, en tanto que en unas empresas sí son utilizadas, pero cuando son instalaciones ya de algún tiempo, las empresas prefieren no realizar el cambio.



Algo muy importante en las grandes empresas, es lo relacionado con el factor de potencia, ya que al no tener revisiones continuas, se puede tener bajo factor de potencia y por consiguiente recargos por parte de la empresa suministradora de la luz. De acuerdo a los resultados de la encuesta, podemos saber que muchas empresas trabajan con un bajo factor de potencia, o en su caso otras, en lugar de tener recargos, prefieren la instalación de bancos de capacitores y de esta forma no tienen multas, ahorran energía y hasta en algunos casos pueden tener bonificaciones por su factor de potencia. Aunque existen empresas que no corrigen el factor de

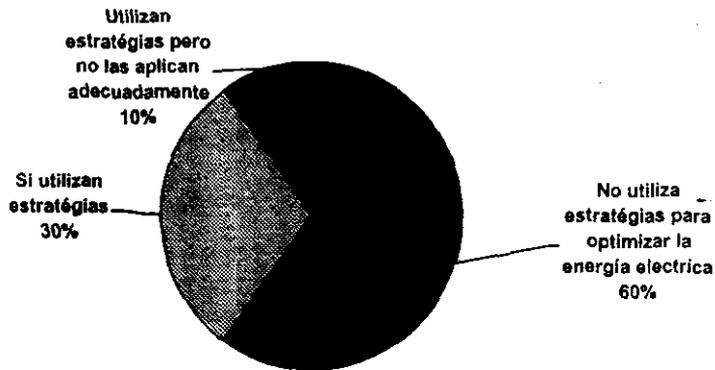
potencia, pues lo consideran un gasto alto, sin tomar en cuenta que a la larga es más barato que estar pagando multas.



Además de todos los resultados analizados anteriormente y obtenidos de la encuesta, es importante considerar otros que ahora se consideran por las grandes empresas para ahorrar energía eléctrica, como es el caso de la utilización de los PLC (controladores lógicos programables). Algunos encuestados consideran que al utilizar un equipo de estos en los procesos, se realizaría el trabajo mejor y en el caso de que no se tenga ningún trabajo asignado, las máquinas dejarían de trabajar y de esta forma se ahorraría energía eléctrica.

Es importante mencionar que ya en diferentes países, así como el nuestro, se está utilizando la tecnología de los motores con variadores de frecuencia para optimizar la energía y de acuerdo a los encuestados, en México son pocas las empresas que utilizan este tipo de motores, o en su caso no sabían que existían.

Se realizaron algunas preguntas para conocer, de forma general, si las empresas en la actualidad aplican estrategias para optimizar la energía eléctrica. En la mayoría de los casos no consideran este punto, ya que es más importante la producción que este tema.



De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos darnos cuenta que falta una cultura sobre este tema, ya que algunas empresas prefieren pagar la luz sin tomar en cuenta que, aplicando algunas estrategias, se optimizaría el uso de la energía eléctrica y de igual forma sería menos el gasto de luz y por tanto un ahorro económico.

3.2 Necesidades de corregir el F.P.

Factor de Potencia

Antes de determinar los factores necesarios aplicados al ahorro de energía, es de gran importancia hacer hincapié en el factor de potencia, pues es uno de los más severos problemas en el costo de la energía.

Gracias al capacitor, la industria y el comercio pueden ahorrar energía reactiva, que es improductiva y de este modo evitarse el cargo por bajo factor de potencia, que cobra la compañía suministradora cuando ella tiene que proveer dicha energía. Al mismo tiempo, reciben también ahorros por concepto de pérdidas (en cables, motores y transformadores, además de balastos utilizados en luminarios), que el capacitor disminuye. Y que además:

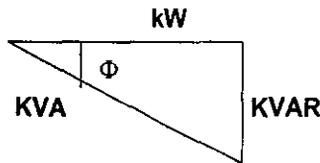
1. La instalación eléctrica puede trabajar más eficientemente.
2. Se prolonga la vida útil de los equipos (cables motores, transformadores, etc.)

En primera instancia definiremos al Factor de Potencia:

Factor de Potencia es el término usado para describir la relación entre la potencia de trabajo, o real y la potencia total consumida, o la relación de watt totales y volt-ampères rms totales.

Así pues, el triángulo de potencias muestra gráficamente la relación entre la potencia real (kW), la potencia reactiva (kvar) y la potencia total (kVA)

$$F.P. = \cos \phi = \frac{KW}{KVA}$$
$$F.P. = \frac{Potencia.Real}{Potencia.Total}$$



kW = Potencia Real

kvar = Potencia Reactiva (no produce trabajo, pero sí hay que pagar por ella)

kVA = Potencia Total requerida para alimentar la carga

$$F.P. = \cos \Phi = \frac{kW}{kVA}$$

Las cargas puramente resistivas, tales como calefactores, lámparas incandescentes, etc., no requieren potencia reactiva para su funcionamiento, por lo que la potencia real y la potencia total son iguales (F.P.=1)

Sin embargo, cargas inductivas, como equipos eléctricos que requieren para su funcionamiento de la corriente de magnetización para crear un campo magnético, tales como motores, transformadores, balastos, etc., consumen además potencia reactiva (KVAR) de la red. Esta potencia reactiva (KVAR), para evitar problemas en la instalación, deberá generarse con capacitores de potencia. De esta forma se evitará un bajo Factor de potencia.

Ventajas de la corrección del factor de potencia.

Además de evitar el cargo por bajo Factor de Potencia en la facturación de la compañía suministradora, existen ventajas adicionales al corregir el Factor de Potencia con capacitores, entre las que podemos mencionar:

1. Potencia liberada (KVA) en el transformador.

La carga máxima total de un transformador se mide en KVA, que numéricamente es igual a:

$$KVA = \sqrt{KW^2 + KVAR^2}$$

donde: kW carga de potencia activa

KVAR carga de potencia reactiva

Así pues, si la carga de potencia reactiva (KVAR) es compensada en el secundario del transformador con capacitores, una parte importante de potencia adicional puede

ser utilizada, conocida como potencia liberada (KVA). La potencia liberada, mientras se mantiene la misma potencia activa, puede ser expresada por:

$$KVA = KW \left(\frac{1}{\cos \Phi 1} - \frac{1}{\cos \Phi 2} \right)$$

donde: KW carga máxima de potencia activa

cos Φ1 Factor de Potencia inicial

cos Φ2 Factor de Potencia deseado

Revisiones periódicas del F.P. y corrección:

Se deben realizar y tomar las lecturas correspondientes en todo el sistema, para verificar qué tipo de F.P. tenemos y en su caso, si el F.P. es bajo, realizar las correcciones adecuadas; hay que revisar la carga y F.P. de cada motor o equipo que sea inductivo regularmente, ya que de esta forma es posible corregir el F.P. de un alimentador en un punto.

Por ejemplo: en un motor, para compensar el bajo factor de potencia de este y de varios motores de menor tamaño, conectados al mismo alimentador, la corrección real se hace agregando o conectado en el sistema equipos y aparatos de bajo F.P. o de F.P. cero con corriente adelantada, tales como capacitores o condensadores estáticos que compensen el bajo F.P. con corrientes atrasadas, que es usual en motores de inducción y otros equipos inductivos.

En algunos casos, pueden sustituirse motores inductivos por motores sincrónicos, que tienen la característica de que pueden funcionar con un F.P. igual a la unidad o de corriente adelantada, pero su desventaja es que tienen un alto costo en comparación a un banco de capacitores.

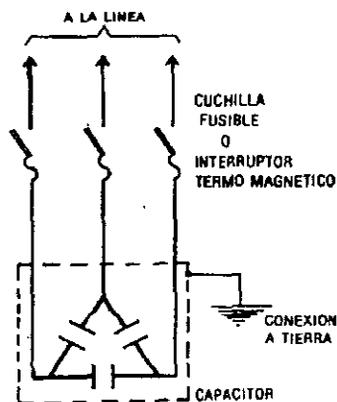


DIAGRAMA DE CONEXION DE UN CAPACITOR

Cómo seleccionar los capacitores para la corrección del Factor de Potencia:

En la práctica, para determinar el tipo de capacitor, basta con conocer la siguiente información:

1. El promedio de las últimas tres mediciones de demanda en KW
 2. El promedio de los tres últimos Factores de Potencia
- Nota: esta información puede ser obtenida de los recibos de la compañía suministradora.
3. El Factor de Potencia deseado.

Tabla para corregir el Factor de Potencia:

De acuerdo con la siguiente tabla, únicamente requerimos saber el factor de potencia actual, el factor de potencia deseado y la demanda en kilowatts. Donde se cruzan ambos factores, es el valor que vamos a multiplicar por los kilowatts para obtener el capacitor necesario:

TABLA PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA DESEADO

Factor de Potencia Actual	Factor de Potencia Deseado															
	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
66	.518	.545	.571	.598	.626	.654	.682	.709	.743	.775	.809	.847	.887	.935	.996	1.138
67	.488	.515	.541	.568	.596	.624	.652	.679	.713	.745	.779	.817	.857	.905	.966	1.108
68	.459	.486	.512	.539	.567	.595	.623	.650	.684	.716	.750	.788	.828	.876	.937	1.079
69	.429	.456	.482	.509	.537	.565	.593	.620	.654	.686	.720	.758	.798	.840	.907	1.049
70	.400	.427	.453	.480	.508	.536	.564	.591	.625	.657	.691	.729	.769	.811	.878	1.020
71	.372	.399	.425	.452	.480	.508	.536	.563	.597	.629	.663	.701	.741	.783	.850	.992
72	.343	.370	.396	.423	.451	.479	.507	.538	.568	.600	.634	.672	.712	.754	.821	.963
73	.316	.343	.369	.396	.424	.452	.480	.507	.541	.573	.607	.645	.685	.727	.794	.936
74	.289	.316	.342	.369	.397	.425	.453	.480	.514	.546	.580	.616	.658	.700	.767	.909
75	.262	.289	.315	.342	.370	.398	.426	.453	.487	.519	.553	.591	.631	.673	.740	.882
76	.235	.262	.288	.315	.343	.371	.399	.426	.460	.492	.526	.564	.604	.652	.713	.855
77	.209	.236	.262	.289	.317	.345	.373	.400	.434	.466	.500	.538	.578	.620	.687	.829
78	.183	.210	.236	.263	.291	.319	.347	.374	.408	.440	.474	.512	.552	.594	.661	.803
79	.156	.183	.209	.236	.264	.292	.320	.347	.381	.413	.447	.485	.525	.567	.634	.776
80	.130	.157	.183	.210	.238	.266	.294	.321	.355	.387	.421	.459	.499	.541	.608	.750
81	.104	.131	.157	.184	.212	.240	.268	.295	.329	.361	.395	.433	.473	.515	.582	.724
82	.078	.105	.131	.158	.186	.214	.242	.269	.303	.335	.369	.407	.447	.489	.556	.698
83	.052	.079	.105	.132	.160	.188	.216	.243	.277	.309	.343	.381	.421	.463	.530	.672
84	.026	.053	.079	.106	.134	.162	.190	.217	.251	.283	.317	.355	.395	.437	.504	.646
85	.000	.027	.053	.080	.106	.136	.164	.191	.225	.257	.291	.329	.369	.417	.478	.620
86	-	-	.026	.053	.081	.109	.137	.167	.198	.230	.265	.301	.343	.390	.451	.593
87	-	-	-	.027	.055	.082	.111	.141	.172	.204	.238	.275	.317	.364	.425	.567
88	-	-	-	-	.028	.056	.084	.114	.145	.177	.211	.248	.290	.337	.398	.540
89	-	-	-	-	-	.028	.056	.086	.117	.149	.183	.220	.262	.309	.370	.512
90	-	-	-	-	-	-	.028	.058	.089	.121	.155	.192	.234	.281	.342	.484
91	-	-	-	-	-	-	-	.030	.061	.093	.127	.164	.206	.253	.314	.456
92	-	-	-	-	-	-	-	-	.031	.063	.097	.134	.176	.223	.284	.426
93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.032	.066	.103	.145	.192	.253	.395
94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.034	.071	.113	.160	.221	.363
95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.037	.079	.126	.187	.328

Ejemplo:

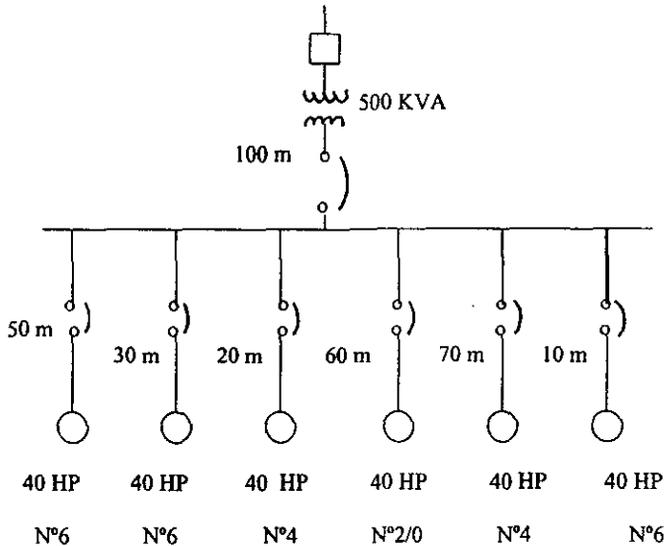
Factor de Potencia actual 0.75, Factor de Potencia deseado 0.9, consumo de potencia promedio 500 KW, voltaje 480 v.

1º. Localice el Factor de Potencia actual

2º. Localice el Factor de Potencia deseado

3º. El valor donde influyen ambos valores (0.398) es el que se multiplica por la potencia (500KW). Para obtener el valor del capacitor adecuado, $0.398 \times 500 \text{ Kw} = 199 \text{ KVAR}$. Por lo tanto, seleccionamos 4 capacitores de 50 KVAR en 480 Volts.

A continuación, realizaremos el siguiente ejercicio para la corrección del Factor de potencia en 6 motores; en primera instancia, lo calcularemos con un F.P. de 0.9, posteriormente con el F.P. con el que está trabajando y por último con la corrección.



$$\% \text{recargo} = \frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{F.P.} \right) - 1 \right] \times 100$$

$$\% \text{bonificación} = \frac{1}{4} \left[1 - \left(\frac{90}{F.P.} \right) \right] \times 100$$

a) Inicialmente, todos los motores trabajan con un Factor de Potencia del 90% atrasado, por lo que de esta manera no existe recargo, ni bonificación; después de algún tiempo de operación, se demuestra que:

Motor 1 \Rightarrow F.P. = 75%

Motor 4 \Rightarrow F.P. = 70%

Motor 2 \Rightarrow F.P. = 75%

Motor 5 \Rightarrow F.P. = 65%

Motor 3 \Rightarrow F.P. = 70%

Motor 6 \Rightarrow F.P. = 75%

Determinar el recargo que se tendrá que pagar en forma individual y total

Solución:

monto anual

para motor.1

$$\% \text{recargo} = \frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{75} \right) - 1 \right] \times 100 = 12\% \quad \text{\$10,000} \quad \text{\$1200}$$

para motor.2

$$\% \text{recargo} = \frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{70} \right) - 1 \right] \times 100 = 17\% \quad \text{\$10,000} \quad \text{\$1200}$$

Para motor.3

$$\% \text{recargo} = \frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{70} \right) - 1 \right] \times 100 = 17\% \quad \text{\$12500} \quad \text{\$2125}$$

para motor.4

$$\% \text{recargo} = \frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{70} \right) - 1 \right] \times 100 = 17\% \quad \text{\$25,000} \quad \text{\$4250}$$

para motor.5

$$\% \text{recargo} = \frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{65} \right) - 1 \right] \times 100 = 23.07\% \quad \text{\$12,500} \quad \text{\$2883.75}$$

para motor.6

$$\% \text{recargo} = \frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{75} \right) - 1 \right] \times 100 = 12\% \quad \text{\$10,000} \quad \text{\$1200}$$

costo total = \$12,858.75

$$\frac{40 - 100\%}{50 - X} = 125$$

$$\frac{40 - 100\%}{100 - X} = 250$$

$$\% \text{bonificación} = \frac{1}{4} \left[1 - \left(\frac{90}{100} \right) \right] \times 100 = 2.5\%$$

b) Corregir el F.P. para cada motor

para $m_1 = m_2 = m_6$

$$KW = (KVA)(F.P.) =$$

$$KW = (0.746)(HP) = (0.746)(40) = 29.84 \text{ KW}$$

$$KVA_1 = \frac{KW}{F.P.} = \frac{29.84}{0.9} = 33.15 \text{ KVA}$$

$$\cos \Phi_1 = 0.9$$

$$\Phi_1 = 25.84^\circ$$

problema :

$$\cos \Phi_2 = 0.75$$

$$\Phi_2 = 41.40^\circ$$

$$\text{sen } \Phi = \frac{Q}{KVA}$$

$$Q_1 = (KVA_1)(\text{sen } 25.84)$$

$$Q_1 = (33.15)(\text{sen } 25.84)$$

$$Q_1 = 14.45 \text{ KVAR}$$

$$KVA_2 = \frac{KW}{F.P.} = \frac{29.84}{0.75} = 39.78 \text{ KVA}$$

$$Q_2 = (KVA_2)(\text{sen } 41.40)$$

$$Q_2 = (39.78)(\text{sen } 41.40)$$

$$Q_2 = 26.30 \text{ KVAR}$$

$$Q_{\text{capacitores}} = Q_2 - Q_1 = 26.30 - 14.45 = 11.85 \text{ KVAR}$$

$$m_1 = m_2 = m_6$$

Para motor m_3

$$KW = (KVA)(F.P.)$$

$$KW = (0.746)(HP) = (0.746)(50) = 37.3 \text{ KW}$$

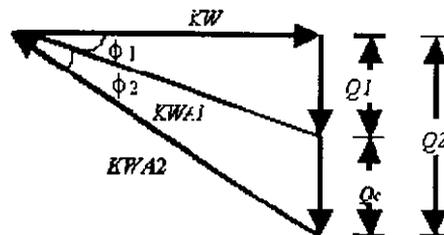
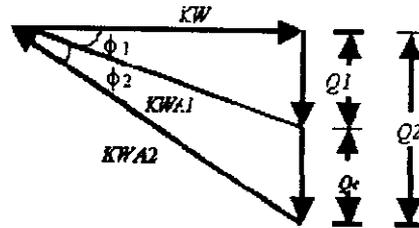
$$KVA_1 = \frac{KW}{F.P.} = \frac{37.3}{0.9} = 41.44$$

$$\cos \Phi_1 = 0.9$$

$$\Phi_1 = 25.84^\circ$$

$$\cos \Phi_2 = 0.70$$

$$\Phi_2 = 45.57^\circ$$



$$\text{sen } \Phi_1 = \frac{Q}{KVA}$$

$$Q_1 = (KVA_1)(\text{sen } 25.84)$$

$$Q_1 = (41.44)(\text{sen } 25.84) = 18.06 \text{ KVAR}$$

$$KVA_2 = \frac{KW}{F.P.} = \frac{37.3}{0.70} = 53.28 \text{ KVA}$$

$$Q_2 = (KVA_2)(\text{sen } 45.57)$$

$$Q_2 = (53.28 \text{ KVA})(\text{sen } 45.57) = 38.04 \text{ KVAR}$$

$$Q_{\text{capacitores}} = Q_2 - Q_1 = 38.04 - 18.06 = 19.98 \text{ KVAR. capacitores}$$

Para m₄

$$KW = (0.746)(HP)$$

$$KW = (0.746)(100) = 74.6 \text{ KW}$$

$$KVA_1 = \frac{KW}{F.P.} = \frac{74.6}{0.9} = 82.88 \text{ KVA}$$

$$\cos \Phi_1 = 0.9$$

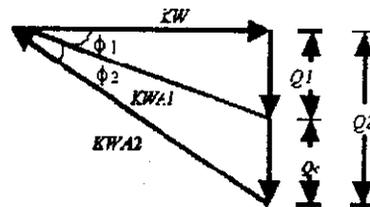
$$\Phi_1 = 25.84^\circ$$

$$\cos \Phi_2 = 0.70$$

$$\Phi_2 = 45.57^\circ$$

$$Q_1 = (KVA_1)(\text{sen } 25.84)$$

$$Q_1 = (82.88)(\text{sen } 25.84) = 36.12 \text{ KVAR}$$



$$KVA_2 = \frac{KW}{F.P.} = \frac{74.6}{0.70} = 106.57 \text{ KVA}$$

$$Q_2 = (KVA_2)(\text{sen } 45.57) =$$

$$Q_2 = (106.57)(\text{sen } 45.57) = 76.1 \text{ KVAR}$$

$$Q_{\text{capacitores}} = Q_2 - Q_1 = 76.1 - 36.12 = 39.98 \text{ KVAR. capacitores}$$

Para m₅

$$KW = (KVA)(F.P.) =$$

$$KW = (0.746)(HP) = (0.746)(50) = 37.3 \text{ KW}$$

$$KVA_1 = \frac{KW}{F.P.} = \frac{37.3}{0.9} = 41.44$$

$$\cos \Phi_1 = 0.9$$

$$\Phi_1 = 25.84$$

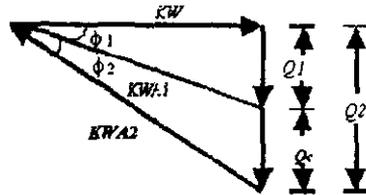
$$\cos \Phi_2 = 0.65$$

$$\Phi_2 = 49.45^\circ$$

$$\text{sen } \Phi_1 = \frac{Q}{KVA_1}$$

$$Q_1 = (KVA_1)(\text{sen } 25.84)$$

$$Q_1 = (41.44)(\text{sen } 25.84) = 18.06 \text{ KVAR}$$



$$KVA_2 = \frac{KW}{F.P.} = \frac{37.3}{0.65} = 57.38$$

$$Q_2 = (KVA_2)(\text{sen } 49.45)$$

$$Q_2 = (57.38)(\text{sen } 49.45) = 43.6 \text{ KVAR}$$

$$Q_{\text{capacitores}} = Q_2 - Q_1 = 43.6 - 18.06 = 25.54 \text{ KVAR. capacitores}$$

c) Determinar el Factor de Potencia global:

$$* \text{La potencia real total} = P_{m1} + P_{m2} + P_{m3} + P_{m4} + P_{m5} + P_{m6} =$$

$$P \text{ tot.} = 29.84 + 29.84 + 37.3 + 74.6 + 37.3 + 29.84 = 238.72 \text{ KW}$$

$$* \text{La potencia Reactiva total (inductiva)} = Q_{2m1} + Q_{2m2} + Q_{2m3} + Q_{2m4} + Q_{2m5} + Q_{2m6} =$$

$$Q_2 \text{ Tot.} = 26.30 + 26.30 + 38.04 + 76.1 + 43.6 + 26.30 = 236.64 \text{ KVAR}$$

$$S_2 = KVA_2$$

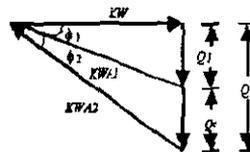
$$|S_2 \text{ total}| = |S_{2m1}| + |S_{2m2}| + |S_{2m3}| + |S_{2m4}| + |S_{2m5}| + |S_{2m6}|$$

$$|S_2 \text{ total}| = 39.78 + 39.78 + 53.28 + 106.57 + 57.38 + 39.78 = 336.58 \text{ KVA}$$

$$S_2 \text{ total} = \sqrt{P^2 \text{ total} + Q^2 \text{ tota}} =$$

$$S_2 \text{ total} = \sqrt{(238.72)^2 + (36.64)^2} = 336.13 \text{ KVA}$$

$$P \text{ total} = 238.72 \text{ kW}$$



$$Q \text{ total}$$

$$236.64 \text{ KVAR}$$

$$S \text{ total} = 336.13 \text{ KVA}$$

$$\cos \Phi_1(\text{total}) = 0.9$$

$$\Phi_{1,\text{total}} = 25.84$$

$$\cos \Phi_1 = \frac{KW_{\text{totales}}}{KVA_{\text{totales}}} = \frac{238.72}{336.13} = 0.71$$

$$KVA_{1,\text{tot}} = \frac{KW_{\text{tot}}}{\cos \Phi_{1,\text{tot}}} = \frac{238.72}{0.9}$$

$$KVA_{1,\text{tot}} = 265.24 \text{ KVA}$$

La demanda de KVA en exceso por bajo Factor de Potencia es:

$$336.13 - 265.24 = 70.88 \text{ KVA}$$

suponiendo que todos los motores trabajan al 100%

$$\text{sen } \Phi_{1,\text{tot}} = \frac{Q_{\text{tot}}}{KVA_{1,\text{tot}}}$$

$$Q_{\text{tot}} = (KVA_{1,\text{tot}})(\text{sen } 25.84)$$

$$Q_{\text{tot}} = (265.24)(\text{sen } 25.84) = 115.61 \text{ KVAR}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{capacitores}} &= \text{KVAR}_{\text{tot}} \text{Capacitores} = Q_{\text{total}} - Q_{1,\text{total}} \\ &= 236.64 - 115.61 = 121.03 \text{ KVAR cap.} \end{aligned}$$

3.3 Cómo hacer eficientes los motores

- ❖ Adoptar motores de inercia reducida, en aquellos accionamientos que realizan un número elevado de arranques.
- ❖ Instalar arrancadores o limitadores de corriente de arranque.
- ❖ Adecuar los motores a la potencia necesaria, de tal forma que trabajen en puntos cercanos al máximo rendimiento o eficiencia.
- ❖ Seleccionar el motor adecuado, de acuerdo a su ciclo de trabajo.
- ❖ Emplear motores de alta eficiencia.
- ❖ Sustituir motores monofásicos de C.A. por motores trifásicos.
- ❖ Sustituir motores asincrónicos antiguos, por motores modernos normalizados.
- ❖ Vigilar la operación de los motores trifásicos, procurando que el desequilibrio de tensión no sea mayor al 1% entre sus fases.
- ❖ Alimentar al motor impulsor de bombas o ventilador, que deben suministrar caudales variables, mediante mediadores de frecuencia.
- ❖ Evitar el arranque de motores simultáneamente.

- ❖ Sustituir, para potencia superior de 100 KW, los motores actuales por otros más adecuados, en los casos de accionamiento a velocidad variable.
- ❖ Evaluar técnica y económicamente, la variabilidad de los rectificadores o inversores, que funcionan en recuperación de energía con la red.
- ❖ Compensar la energía reactiva demandada por los motores de C.A. más importantes o con mayor número de horas de funcionamiento.
- ❖ Reparar el embobinado del motor en talleres autorizados por los fabricantes, con el propósito de no variar sus características de operación, que disminuyan su eficiencia.
- ❖ Inspeccionar periódicamente la instalación eléctrica del motor y su arrancador, con el propósito de revisar la unión de sus conexiones a tierra, así como la alimentación de la carga y la cimentación.
- ❖ Dar un mantenimiento adecuado, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

A continuación analizaremos un ejemplo donde analizaremos el ahorro de energía, si el motor trabajará con una máxima eficiencia

$$\eta = \frac{\text{Potencia.de.salida}}{\text{Potencia.de.entrada}}$$

Ejemplo: si un motor de 100 HP toma de la línea 87.76 Kw

Potencia de salida = (100 HP)(0.746)=74.6 Kw

Eficiencia = (74.6Kw/87.76Kw) x 100 = 85 %

Es decir el motor convierte el 85 % de su energía eléctrica en mecánica, perdiendo el 15% en el proceso de conversión.

En términos prácticos, se gastan y se pagan 15 centavos por cada peso que se utiliza para hacer funcionar el motor

Emplear motores de mayor eficiencia reduce las pérdidas y los costos de operación, por ejemplo, si el motor anterior tuviera una eficiencia del 90%, la potencia ahorrada se puede calcular aplicando la siguiente fórmula.

$$PA = 746 \times HP \frac{100}{E1} - \frac{100}{E2} \text{ w} \qquad PA = 746 \times 15 \frac{100}{81} - \frac{100}{90} \text{ w} = 13.813 \text{ w}$$

donde:

746 = Factor de conversión de HP a Watts

HP = Caballos de potencia

E1 = Eficiencia del motor de menor rendimiento

E2 = Eficiencia del motor de mayor rendimiento

PA = 13.813 Kw

Suponiendo que cada motor trabaja 12 horas diarias, 5 días a la semana y 50 semanas por año que equivale a 3000 horas/año. La energía ahorrada anualmente equivale a (3000horas/año)(13.813 Kw)= 41.439 Kw/h. Además se ahorraría entre otras cosas los recursos naturales que se utilizan para producir esa cantidad de energía

Beneficios del ahorro de energía en motores eléctricos.

Al reducir las pérdidas de potencia en los motores eléctricos, estos operan con mayor eficiencia, lográndose el ahorro de energía y obteniéndose los siguientes beneficios:

- ◆ *Para el medio ambiente:* al reducir el consumo de energía y mejorar la tecnología de conversión y utilización, se van a reducir considerablemente los problemas ambientales en términos generales (lluvia ácida, reducción del incremento de temperatura, contaminación atmosférica, deforestación, desertificación, ruido, etc.) y entonces disfrutar verdaderamente de los beneficios que se obtienen de la ciencia y la tecnología.
- ◆ *Para la nación:* se contribuye a mejorar la balanza de pagos, puesto que, en cierta medida, estamos importando energía, alargando la vida de los recursos energéticos no renovables, como son: el petróleo, el gas natural, el carbón y el uranio; así, se mejoraría la utilización del parque nacional de generación, transformación, distribución y consumo de energía eléctrica, reduciendo los riesgos en la continuidad del servicio, incrementando la productividad de la economía.
- ◆ *Para el sector eléctrico:* se obtendría flexibilidad para atender la demanda, una disminución en las inversiones y/o liberar recursos hacia otras áreas prioritarias dentro o fuera del sector, reduciendo en los costos de producción y suministro, evitando insuficiencia en el suministro de energía eléctrica.
- ◆ *Para los centros de investigación:* oportunidad de desarrollar nuevos proyectos de investigación sobre el campo de ahorro y uso eficiente de la energía, ampliar su infraestructura en sus talleres y laboratorios, para la realización de pruebas de investigación, enriqueciendo su acervo productivo.
- ◆ *Para la industria y el comercio:* en lo que corresponde a este ramo, se obtiene más empleo al buscar la optimización en el equipo que utiliza la industria, en lo que a consumo de electricidad se refiere, fabricación de equipos eléctricos más eficientes, mayor competitividad a nivel nacional e internacional, un incremento en las ventas del equipo eléctrico, una base de una cultura de eficiencia energética y posibilidad de un mayor desarrollo.
- ◆ *Para los usuarios:* reducción en el costo de operación de su equipo eléctrico, mayor durabilidad, operación silenciosa de algunos equipos y mayor versatilidad de sus motores eléctricos. Los beneficios anteriores, ofrecen al usuario productos más confiables y muestran una mayor retribución de la inversión.
- ◆ *Para los profesionistas:* dado que la cultura del ahorro de energía en nuestro país es relativamente reciente, existen pocos profesionistas que se dedican a esta actividad y aquellos que se conocen, tienen las ventajas siguientes: mayor oportunidad de empleo, posibilidad de formar su propio negocio, oportunidad de difundir la cultura de las nuevas técnicas que se aplican en el ahorro y uso racional de la energía en los motores eléctricos.

3.4 Medidas para el ahorro de energía eléctrica.

A continuación, describiremos las sugerencias básicas para la optimización de la energía eléctrica en el área industrial, es decir, en cada parte de la empresa o fábrica:

- ❖ La más importante es dejar que el sol brille, es decir, combinar los techos con domos, así como las persianas en oficinas.
- ❖ Uso de focos ahorradores; el uso de focos fluorescentes compactos, cuesta tan solo la cuarta parte mensual, en tanto que duran diez veces más e iluminan igual en comparación con una incandescente.
- ❖ Reducir la intensidad de la luz; comprar reguladores de intensidad (dimmers), puede ayudar a aumentar la duración de los focos y reducir el consumo y costo mensual, pero no los use con focos ahorradores porque no son compatibles.
- ❖ Utilizar colores claros en las paredes del inmueble; si planea pintar las oficinas o alguna parte de la fábrica, o planta, se debe pensar en colores claros, pues los colores oscuros absorben la luz y se tendrá que utilizar focos de mayor cantidad de Watts para iluminar el área, o los ambientes pintados con colores oscuros, además de que este tipo de colores no ayudan a la reflexión de los colores.
- ❖ Mantener las lámparas limpias. Las lámparas sucias o llenas de polvo, no producen la misma cantidad de luz que las lámparas limpias. Eso se debe a que la mugre y el polvo absorben luz, así que limpiar las lámparas ayuda a mejorar la luz.
- ❖ Instalar interruptores automáticos (Timers). Un Timer apaga y enciende las luces automáticamente y alternativamente según lo programado, por lo que puede contribuir al ahorro de la energía eléctrica, encendiendo y apagando, sin tener que dejar algunas luces encendidas permanentemente. El costo de un Timer no es muy caro, si uno tiene en consideración sus ventajas de ahorro de energía y de seguridad, que podría presentar en algunas partes fuera de la fábrica.
- ❖ Ahorre Watts dondequiera que pueda, utilizando focos de acuerdo al lugar. Para baños pequeños, al igual que en pasillos por ejemplo, no se requiere poner una lámpara de 100 Watts, sino basta con uno de menor potencia.
- ❖ Considere iluminación de baja potencia en exteriores.
- ❖ Eliminar lámparas eléctricas ineficientes (focos incandescentes) y cambiarlas por luminarias de alta eficiencia (sodio, mercurio o fluorescentes).
- ❖ Utilizar controles de tipo fotocelda en el alumbrado exterior y reducir esta al mínimo de seguridad.
- ❖ Utilizar interruptores separados en la iluminación, para que cuando aún exista luz natural, sean apagados.
- ❖ Reducir o eliminar el alumbrado general en aquellos sitios donde la luz natural suministra una iluminación suficiente y reducir la iluminación en las áreas de trabajo, al mínimo necesario desde el punto de vista seguridad.
- ❖ Considerar correctamente la altura e instalación de las lámparas.
- ❖ Disminuir la resistencia de los conductores eléctricos aumentando dicho calibre, para evitar pérdidas por calentamiento.
- ❖ Proporcionar mantenimiento preventivo y lubricación adecuada, a los equipos donde se utilizan motores.
- ❖ Optimizar el tamaño del motor con la carga, para mejorar el Factor de Potencia y la eficiencia.

Beneficios del ahorro de energía

- Genera beneficios económicos, a partir de ahorros derogados en la compañía suministradora
- Incremento de la productividad y competitividad.
- Alto rendimiento en el equipo eléctrico
- Reducción de sobrecargas riesgosas
- Reducción de costos de producción
- Incremento de la contabilidad en los equipos
- Rendimiento óptimo laboral y de servicios, debido a niveles de iluminación que proporcionen el ambiente adecuado
- consientización de una cultura de ahorro de energía para los hijos
- menor costo del servicio
- mejor administración de los recursos energéticos
- mejor impacto ambiental
- reducción en la cantidad de contaminantes
- ahorro económico en el consumo de petróleo

CAPITULO 4

ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1 Interpretación de recibos

Cómo leer el recibo de energía eléctrica:

Para fines de corrección del Factor de Potencia con capacitores, la siguiente información es obtenida del recibo de energía eléctrica de la compañía suministradora (CFE ó CLFC).

1. Energía Consumida, en KWH.
2. Demanda de Potencia, en KW.
3. Energía Reactiva consumida, en KVARH.
4. Factor Potencial actual. Que es el resultado de:

$$F.P. = \frac{KWH}{\sqrt{KWH^2 + KVARH^2}}$$

5. Tipo de tarifa contratada.

NÚMERO DE CLIENTE		NÚMERO DE RECIBO		PERÍODO DE CONSUMO		PERÍODO DE CONSUMO	
45	15 729 0281	1	048903	06	01	4	980423 980623
98- 4-23 A 98- 4-23				30,826.00		AA	
98- 4-23 A 98- 5-25		23000KWH	374KW	14000KVARH	30,825.85		AJ
CARGOS				30,826.00			
9818760	2127 2163	1,000.000	36000 KWH				
9818760	240	1,000	240 KW				
DEMANDA CONTRATADA		1220 KW		34,519.94			
9856687	1598 1624	1,000.000	26000 KVARH				
PAGA A LA FACTURA # 2		81067					
PARABRISAS CITSA DE MEX SA DE CV • FCA CRIST				R. CENTRAL		*****	
FCO I MADERO 147 A IND ATOTO NAUCP MEX							
				EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE		ADEUDOS ANTERIORES	

4.2 Tipos de tarifas

Tarifas:

La Comisión Federal de Electricidad y la Compañía de Luz y Fuerza del Centro y asociados, son los encargados de proporcionar energía eléctrica a todos los usuarios dentro del territorio nacional, denominándose "compañía suministradora".

La compañía suministradora puede dar servicio al usuario, tanto en baja como en alta tensión. Para poder realizar la venta de energía eléctrica, se hace la clasificación de dicha energía de acuerdo a sus usos y capacidades de "Tarifas Eléctricas".

TENSION DE SUMINISTRO

- Para la aplicación e interpretación de las tarifas para la venta de energía eléctrica, se considera que:

a) Baja tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión menores o iguales a 1.0 (uno punto cero) kilovolts.

b) Media tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 1.0 (uno punto cero) kilovolts, pero menores o iguales a 35 (treinta y cinco) kilovolts.

c) Alta tensión a nivel subtransmisión, es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 35 (treinta y cinco) kilovolts, pero menores a 220 (doscientos veinte) kilovolts.

d) Alta tensión a nivel transmisión, es el servicio que se suministra en niveles de tensión iguales o mayores a 220 (doscientos veinte) kilovolts.

Para los fines de estas tarifas, se entenderá como suministro en baja tensión, todo aquél servicio abastecido a las tensiones, que corresponden a los valores indicados por la Norma Oficial Mexicana para tensiones normalizadas NOM-J-98-78.

Los servicios que se alimenten de una red automática, se contratarán a la tensión de suministro disponible en la red, ya sea en alta o en baja tensión y de acuerdo con la tarifa correspondiente en esa tensión.

En los inmuebles de tiempo compartido, el suministro de energía destinado a unidades habitacionales, se contratará por el representante legal o administrador del inmueble, en alta o en baja tensión y según la tarifa que le corresponda, de acuerdo con las características del suministro. Los servicios generales se contratarán por el propietario o el administrador del inmueble. En estos inmuebles, en las propiedades en condominio y en todo edificio integrado por varios apartamentos, cualquiera que sea su uso, cada uno de éstos deberá contar con un suministro individual, respecto del cual el propietario o inquilino deberá contratar el servicio.

En los casos en que el suministrador tenga disponibles, dos o más tensiones que puedan ser utilizadas para suministrar el servicio y originen la aplicación de tarifas diferentes, el suministrador proporcionará al usuario los datos necesarios, para que éste decida cuál será la tensión y la tarifa que le resulten más convenientes. En caso de desacuerdo, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial dictará la resolución correspondiente.

Cuando para el desarrollo de los sistemas, se requiera introducir modificaciones que impliquen un cambio en la tensión de suministro, el suministrador podrá efectuarlas, previo aviso al consumidor, en el plazo y en los términos que en cada caso le sean aprobados, siempre y cuando dichas modificaciones respondan a programas de inversiones autorizados. En el caso de redes automáticas, cuando el cambio de tensión traiga como consecuencia que el servicio quede comprendido dentro de las

condiciones de una tarifa diferente a la que en ese momento se está aplicando, el servicio deberá sujetarse a esta otra tarifa. En casos distintos a las redes automáticas, la aplicación de una tarifa diferente a la del contrato sólo procederá cuando hubiera quedado vencido el plazo aprobado por la autoridad, previa conexión del servicio en la nueva tensión.

CONCURRENCIA DE TARIFAS.

Cuando el usuario destine la energía, suministrada en un solo punto de entrega, a dos o más de los usos previstos en las presentes tarifas y la instalación no pueda separarse para contratar individualmente los respectivos servicios, el suministrador aplicará la tarifa específica o la general que corresponda a la tensión del servicio, a la demanda y al uso principal a que se destine la energía eléctrica.

Si las instalaciones pueden separarse, el usuario quedará obligado a llevar a cabo la separación y convendrá con el suministrador el tiempo necesario para efectuarla y una vez efectuada, se contratarán los servicios para aplicar la correspondiente tarifa a cada uno de ellos.

En caso de que el usuario no celebre el convenio o no efectúe la separación en el plazo convenido, el suministrador aplicará la tarifa

1.- Tarifas actuales (cifras mes a mes)

Tarifa	Aplicación
1	Servicio doméstico
1-A	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano en el rango de 25 a 27 grados centígrados
1-B	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano en el rango de 28 a 29 grados centígrados
1-C	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 30 grados centígrados
1-D	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 31 grados centígrados
1-E	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 32 grados centígrados
2	Servicio general hasta 25 kW de demanda
3	Servicio general para más de 25 kW de demanda
5	Servicio para alumbrado público en las zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara.
5A	Servicio para alumbrado público en el resto del país (excluyendo el Distrito Federal, Monterrey, Guadalajara y zonas conurbadas)
6	Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público
7	Servicio temporal
9	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en baja tensión
9-M	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en media tensión
O-M	Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 300

	kW
H-M	Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 300 kW o más
H-S	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión
H-T	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión
H-SL	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión, para larga utilización.
H-TL	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión, para larga utilización.
HM-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en media tensión
HM-RF	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla en media tensión
HM-RM	Tarifa horaria para servicio de respaldo para mantenimiento programado en media tensión
HS-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en alta tensión, nivel subtransmisión
HS-RF	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla en alta tensión, nivel subtransmisión.
HS-RM	Tarifa horaria para servicio de respaldo para mantenimiento programado en alta tensión, nivel subtransmisión.
HT-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en alta tensión, nivel transmisión
HT-RF	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla en alta tensión, nivel transmisión.
HT-RM	Tarifa horaria para servicio de respaldo para mantenimiento programado en alta tensión, nivel transmisión.
I-15	Tarifa para servicio interrumpible, para demanda máxima medida en periodo de punta, semipunta, intermedio o base mayor o igual a 10,000 kW
I-30	Tarifa para servicio interrumpible, para demanda máxima medida en periodo de punta, semipunta, intermedio o base mayor o igual a 20,000 kW

Tipo de servicio	Tarifas
• <u>Doméstico</u>	1, 1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E
• <u>Servicios públicos</u>	5, 5A, 6
• <u>Riego agrícola</u>	9,9M
• <u>Temporal</u>	7
• <u>General en baja tensión</u>	2, 3
• <u>General en media tensión</u>	O- M, H-M
• <u>General en alta tensión</u>	HS, H-SL, HT, H-TL
• <u>De respaldo</u>	HM-R, HM-RF, HM-RM, HS-R, HS-RF, HS-RM, HT-R, HT-RF, HT-RM
• <u>Interrumpible</u>	I-15, I-30

TARIFAS DOMESTICAS 1997 - 1998

CARGOS POR ENERGIA (\$/kWh)

TARIFA 1

RANGO	DIC/97	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Básico 1-75	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34
Intermedio 76-200	0.35	0.35	0.36	0.36	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40
Excedente	1.03	1.04	1.06	1.07	1.08	1.10	1.11	1.12	1.14	1.15	1.16	1.18	1.19

TARIFA 5

CARGOS POR ENERGIA (\$/kWh)													
TENSION	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIA	0.86	0.80	0.881	0.89	0.902	0.913	0.924	0.935	0.946	0.957	0.969	0.980	0.992
BAJA	1.02	1.03	1.049	1.06	1.074	1.087	1.100	1.114	1.127	1.140	1.154	1.168	1.182

TARIFA 5A

CARGOS POR ENERGIA (\$/kWh)													
TENSION	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIA	0.64	0.718	0.726	0.735	0.744	0.753	0.762	0.771	0.780	0.790	0.799	0.809	0.818
BAJA	0.76	0.855	0.865	0.876	0.886	0.897	0.908	0.919	0.930	0.941	0.952	0.964	0.975

TARIFA 2

SERVICIO GENERAL HASTA 25 KW DE DEMANDA.

1.- APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 (veinticinco) kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

2.- CUOTAS APLICABLES EN EL MES DE 1998

2.1 Cargo fijo.

\$ 21.766

2.2 Cargos adicionales por energía consumida.

\$ 0.84863 por cada uno de los primeros 50 kilowatts-hora.

\$ 1.02792 por cada uno de los siguientes 50 kilowatts-hora.

\$ 1.13340 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

TARIFA 3

SERVICIO GENERAL PARA MAS DE 25 KW DE DEMANDA.

1.- APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda de más de 25 (veinticinco) kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

2.- CUOTAS APLICABLES EN EL MES DE 1998

2.1 Cargo por demanda máxima.

\$ 98.936 por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2 Cargo adicional por la energía consumida.

\$ 0.62535 por cada kilowatt-hora.

3.- DEMANDA POR CONTRATAR.

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor de 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de 25 (veinticinco) kilowatts o de la capacidad del mayor motor o aparato instalado. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

TARIFA O-M

TARIFA ORDINARIA PARA SERVICIO GENERAL EN MEDIA TENSION, CON DEMANDA MENOR A 300 kW.

1.- APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 300 kW.

2.- CUOTAS APLICABLES EN EL MES DE 1998

2.1 Cargo por demanda máxima medida y por la energía consumida.

Región	cargo por kilowatt de demanda máx. medida	Cargo por kilowatt-hora de energía consumida
Baja California	\$ 40.548	\$ 0.30904
Baja California Sur	\$ 44.109	\$ 0.37650
Noroeste	\$ 45.180	\$ 0.34261
Central	\$ 50.614	\$ 0.37838
Noreste	\$ 46.525	\$ 0.34973
Norte	\$ 46.734	\$ 0.35238
Peninsular	\$ 52.264	\$ 0.38074
Sur	\$ 50.614	\$ 0.36405

3.- DEMANDA CONTRATADA.

La Demanda Contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de 20 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado. En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90% (noventa por ciento).

TARIFA HM

TARIFA HORARIA PARA SERVICIO GENERAL EN MEDIA TENSION, CON DEMANDA DE 300 kW O MAS.

1.- APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 300 kilowatts o más.

2.- CUOTAS APLICABLES EN EL MES DE 1998

2.1 Cargo por demanda facturable, y por la energía de punta.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt-hora de energía de punta	Cargo por kilowatt-hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt-hora de energía de base
Baja California	\$ 75.649	\$ 1.03386	\$ 0.28610	\$ 0.22518
Baja California Sur	\$ 72.666	\$ 0.82968	\$ 0.39686	\$ 0.28109
Central	\$ 52.454	\$ 0.99073	\$ 0.31700	\$ 0.26474
Noreste	\$ 48.211	\$ 0.91539	\$ 0.29438	\$ 0.24106
Noroeste	\$ 91.077	\$ 0.87705	\$ 0.31420	\$ 0.25271
Norte	\$ 48.426	\$ 0.92210	\$ 0.29709	\$ 0.24171
Peninsular	\$ 54.160	\$ 1.03646	\$ 0.33212	\$ 0.25469
Sur	\$ 52.454	\$ 0.97028	\$ 0.30311	\$ 0.25178

3.- MINIMO MENSUAL.

El importe que resulta de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% de la Demanda Contratada.

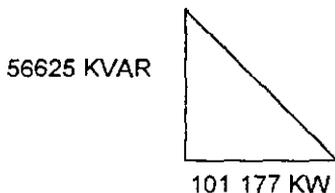
4.3 Demostraciones de ahorro económico y sus tiempos de ahorro al corregir el F.P. (Amortización)

A continuación analizaremos en qué tiempo amortizan los bancos de capacitores.

En primera instancia, se realizará el estudio tomando en cuenta los valores de un recibo de luz, de una empresa y que tiene 2 subestaciones; estos valores son el resultado del promedio de 3 meses.

Ejemplo:

Tenemos: 101 177 kW y un costo de penalización de \$6490.26 por mes 56 625 KVAR



obtendremos primero el factor de potencia actual con base en los valores del recibo de luz, y lo aplicaremos a la siguiente formula:

$$F.P. = \frac{KWH}{\sqrt{(KWH)^2 + (KVARH)^2}} =$$

$$F.P. = \frac{101177}{\sqrt{101177^2 + 56625^2}} = 0.8726$$

obtenemos así un F.P. de 0.87

Ahora, haremos el análisis si fuera el caso de que tuviéramos un F.P. de 0.9



$$\theta = \cos^{-1} 0.9 = 25.84$$

101177 kW

$$KVA = \frac{KW}{\cos \theta} = \frac{101177}{\cos 25.84} = 112417.052 KVA$$

$$KVAR = KVA \sin \theta = 112417.052 (\sin 25.84) = 48998.044 KVAR$$

Teniendo los dos valores de KVAR, tanto con F.P. de 0.87 como de 0.9, se realiza la resta para posteriormente calcular los KVAR por día y por semana, determinando así el valor del banco de capacitores

$$56625.00 KVAR$$

$$- 48998.04 KVAR$$

$$7626.95 KVAR$$

se calculan los KVAR por día y por semana

$$\frac{7626.95 KVAR}{24 \frac{\text{horas}}{\text{dia}}} = 317.78 KVAR \cdot \text{dia}$$

$$\frac{7626.95\text{KVAR}}{24\text{horas}\times 7\text{días}} = 45.39\text{KVAR.semana}$$

De acuerdo al resultado, utilizaremos 2 bancos de capacitores de 50 KVAR cada uno, por tener dos subestaciones. A continuación, se darán las especificaciones de los bancos de capacitores:

INGENIERIA EN TIPOS DE ALTA POTENCIA:

Cotización de 2 bancos de capacitores para la corrección del factor de potencia, con una capacidad de 100 KVAR, cada uno 480 volt, 60 Hertz.

El equipo cuenta con lo siguiente:

- Capacitores
- Sensor relevador
- Interruptor
- Capacitores para cada capacitor
- Fusibles de protección
- Transformador de corriente
- Gabinete servicio interior
- Apartarayos
- Ventilación

COSTO TOTAL DEL EQUIPO: \$ 180,000.00 MN.

Valor con fecha de diciembre 11 de 1998.

El valor del capacitor se divide entre el valor de la penalización

$$\text{\$ } 180,000.00 / \text{\$ } 6490.26 = 27.734 \text{ meses}$$

Se redondea a 28 meses, lo cual indica que en 28 meses se terminará de pagar el banco de capacitores o lo que es igual a:

$$28/12 = 2.4 \quad 2 \text{ años con 4 meses,}$$

pero con el factor de potencia de 0.9, en vez de penalizarse se tienen bonificaciones, entonces al instalarse los bancos de capacitores se corrige el F.P. y por lo tanto se paga antes de lo calculado.

Ejemplo:

Un transformador de 400KVA, con una carga de 200 kW con un $\cos = 0.5$, está cargado a su máximo. Si el Factor de Potencia puede ser mejorado a 0.8, otros 150 KVA serán aprovechables. Y si el factor de potencia puede ser mejorado en otro paso hasta 1.0, otros 50 KVA serán aprovechables.

2.- Disminución de pérdidas por calor (efecto Joule), en cables de alimentación:

Para la misma potencia activa transmitida, una mejora en el Factor de Potencia significa una reducción en la corriente principal.

Para un cable dado, las pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente. Al mejorar el Factor de Potencia de un valor inicial $\cos \Phi_1$ a un valor $\cos \Phi_2$, las pérdidas $I^2 R$ en Watts pueden ser reducidas de acuerdo con la siguiente fórmula, expresadas en % de las originales.

$$K = \left[1 - \left(\frac{\cos \Phi_1}{\cos \Phi_2} \right)^2 \right] \times 100$$

Vemos que una mejora del $\cos \Phi$ de 0.6 a 0.8 reduce las pérdidas en 44% y mejora de 0.6 a 1.0 resultará en una reducción del 64%.

Ejemplo:

Se tiene un motor de 75 HP (56KW) a 440 v. Operando con un Factor de Potencia de 0.72, el motor está en servicio 480 horas/mes (2 turnos diarios), alimentando con cable de 180 mts. De longitud con una sección de 35 mm²

¿Cuál es el ahorro anual en KW/H cuando el Factor de Potencia es mejorado a 0.95?

a) Determinación de la corriente de fase con $\Phi.1 = 0.72$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \Phi_1} = \frac{56000}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.72} = 102 A$$

$$\text{con. } \cos \Phi_2 = 0.95$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \Phi_2} = \frac{56000}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.95} = 77 A$$

b) Resistencia del cable (por fase)

$$R/m = 0.0005 \Omega/m$$

$$R_{\text{total}} = (0.0005 \frac{\Omega}{m}) (180 \text{ mt})$$

$$R_{\text{total}} = 0.09 \Omega$$

c) Cálculo de las pérdidas

$$\text{Con } \cos \Phi 1 = 0.72$$

$$P = 3I^2 R = 3 \times (102)^2 \times 0.09 = 2809 \text{ W}$$

$$\text{Con } \cos \Phi 2 = 0.95$$

$$P = 3I^2 R = 3 \times (77)^2 \times 0.09 = 1601 \text{ W}$$

d) Reducción de pérdidas (en%)

$$\Delta P = \frac{2809 - 1601 \times 100}{2809}$$

$$\Delta P = 43\%$$

comprobando con la formula

$$K = \left[1 - \left(\frac{0.72}{0.95} \right)^2 \right] \times 100$$

$$K = 42.6\%$$

Entonces, $42.6\% \approx 43\%$

e) Cálculo de la energía anual ahorrada

$$\Delta E = \frac{\Delta P \times \text{horas} / \text{mes} \times 12 \text{ meses}}{1000}$$

$$\Delta E = \frac{1208 \times 480 \text{ horas} / \text{mes} \times 12 \text{ meses}}{1000}$$

$$\Delta E = 6958.08 \text{ KWH}$$

4.4 Aplicación de formulas para bonificación y multas por bajo F.P.

Consideraciones del F.P. por la compañía suministradora de energía.

El usuario procurará mantener un factor de potencia tan aproximado a 100% como le sea posible, pero en el caso de que su factor de potencia durante cualquier período de facturación tenga un promedio menor de 90% (noventa por ciento) atrasado, determinados por métodos aprobados por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, el suministrador tendrá derecho a cobrar al usuario la cantidad que resulte de aplicar al monto de la facturación el porcentaje de recargo que se determine según la formula que se señala, en el caso de que el factor de potencia tenga un valor igual o superior de 90% (noventa por ciento) el suministrador tendrá la obligación de bonificar, al usuario la cantidad que resulte de aplicar a la factura, el porcentaje de bonificación según la formula que también se señala.

Fórmula de recargo

$$\text{Porcentaje de recargo} = 3/5 \times ((90/FP) - 1) \times 100 \quad \text{factor menor que 90\%}$$

Fórmula de bonificación:

$$\text{Porcentaje de bonificación} = 1/4 \times (1 - (90/FP)) \times 100 \quad \text{F.P. mayor o igual a 90\%}$$

$$\% \text{recargo} = \frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{75} \right) - 1 \right] \times 100 = 12\%$$

$$\% \text{bonificación} = \frac{1}{4} \left[1 - \left(\frac{90}{100} \right) \right] \times 100 = 2.5\%$$

CAPITULO 5

PERSPECTIVAS FUTURAS

5.1 Investigaciones en diseño y construcción de lámparas ahorradoras de energía

Lámparas fluorescentes compactas.

Las lámparas fluorescentes compactas o ahorradoras de energía, utilizan innovaciones ventajosas, que hacen cada vez más rentable su instalación. Tienen una vida útil hasta diez veces superior a la de las lámparas incandescentes estándar, siendo su consumo un 80 % inferior. La utilización de polvos fluorescentes trifósforos ha mejorado mucho su color, alcanzando casi los niveles de color existentes en las lámparas incandescentes. Asociadas a balastos electrónicos, no presentan ningún efecto estroboscópico ni fluctuaciones de luz. Presentan diferentes formas y potencias en función del fabricante.

El precio de mercado de estas lámparas es superior, aunque teniendo en cuenta su mayor duración frente a las convencionales incandescentes, se puede afirmar que una lámpara de estas características al final de su vida habrá tenido un ahorro económico.

Las lámparas fluorescentes compactas su duración aproximada es 10 veces mayor y consumen 4 veces menos energía, una lámpara de este tipo o tubo de 32 Watts produce la misma cantidad de luz que un foco de 75 Watts.

Estas son las especificaciones del tipo de lámpara fluorescentes que permiten el ahorro de energía eléctrica.

Tipo	Descripción	Watts
AR	Arranque rápido	17
		32
AI	Arranque Instantáneo	55
		60
		31
U-AR	Arranque rápido tipo quot; U	34
CIR	Circular	22

A continuación observaremos algunas características de lámparas compactas diseñadas por Holophane para el ahorro de energía eléctrica en la siguiente tabla:

DATOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LUMENES WATTS	ENCENDIDO
9	TUBO SENCILLO	BLANCO CALIDO	600	10,000	67	RAPIDO
9	TUBO SENCILLO	BLANCO FRIO	600	10,000	67	RAPIDO
13	TUBO SENCILLO	BLANCO CALIDO	900	10,000	69	RAPIDO
13	TUBO SENCILLO	BLANCO FRIO	900	10,000	69	RAPIDO
9	TUBO DOBLE	BLANCO CALIDO	600	10,000	67	RAPIDO
9	TUBO DOBLE	BLANCO FRIO	600	10,000	67	RAPIDO
13	TUBO DOBLE	BLANCO CALIDO	900	10,000	69	RAPIDO
13	TUBO DOBLE	BLANCO FRIO	900	10,000	69	RAPIDO
18	TUBO DOBLE	BLANCO FRIO	1,250	10,000	69	RAPIDO
26	TUBO DOBLE	BLANCO FRIO	1,800	10,000	69	RAPIDO
18	LARGE	BLANCO CALIDO	1,250	12,000	69	RAPIDO
18	LARGE	BLANCO FRIO	1,250	12,000	69	CON ARRANCADOR
36	LARGE	BLANCO CALIDO	2,900	12,000	80	CON ARRANCADOR
36	LARGE	BLANCO FRIO	2,900	12,000	80	RAPIDO
40	LARGE	BLANCO CALIDO	3,200	20,000	80	RAPIDO
40	LARGE	BLANCO FRIO	3,500	20,000	87	RAPIDO

A continuación se muestra un ejemplo sencillo del ahorro de energía al sustituir un foco incandescente de 100 w. Por una lámpara fluorescente ahorradora de energía de 13w.

DATOS COMPARATIVOS

CARACTERÍSTICAS	LAMPARA INCANDESCENTES	LAMPARA FLUORESCENTE
Potencia	100w	13w
Lúmenes aproximados	17500	900
Precio aproximado	\$ 3.00	\$ 36.00
Vida promedio	750 horas	10,000 horas

Ahorro directo

100 w – 13 w = 87 w.

$(87 \text{ w})(10 \text{ horas/día}) = (870 \text{ wh/día})(25 \text{ d/m}) = 21.75 \text{ Kw/h/m}$

$(21.75 \text{ Kw/h/m})(0.268 \text{ \$/Kw/h}) = 5.86 \text{ \$/m}$

recuperación directa aparente $(36.00 - 3.00)/(5.86) = 5.63 \text{ meses}$

Además de que no hay costo extra de instalación, ni instalación de otro equipo para su funcionamiento.

Tubos fluorescentes:

Los tubos fluorescentes de 26 mm de diámetro, constituyen una nueva generación de lámparas con el mismo flujo luminoso y un 10 % menos de consumo de energía que los tubos fluorescentes de 38 mm de diámetro. Además tienen menor peso, facilitando así su manejo y almacenamiento; para usos normales, disponen de una amplia gama de tonos de luz. Con el empleo de polvos fluorescentes de tres bandas (trifósforos), se proporciona una alta eficiencia luminosa y una excelente reproducción cromática. Este tipo de lámpara se pretende que sea utilizada en lugares como: almacenes, muelles de carga, oficinas, escuelas, bancos, grandes almacenes, tiendas de moda, hoteles, restaurantes, tiendas de muebles, etc.

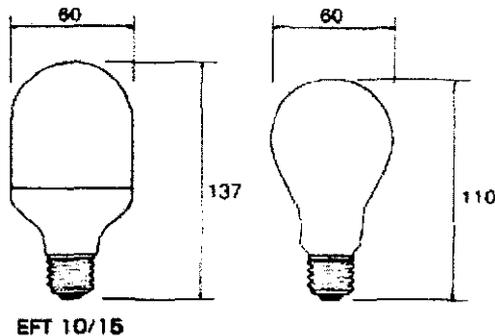
Luminarias:

Los reflectores reducen la cantidad de luz que se pierde dentro de la luminaria. En muchos casos ocurre que, con sólo la mitad de luminarias y unos reflectores adecuados, las necesidades de iluminación de un local quedan cubiertas satisfactoriamente.

Como valores de referencia, mediante la instalación de reflectores y dos o tres tubos en luminarias inicialmente diseñadas para un mayor número de tubos, se pueden lograr importantes ahorros energéticos manteniendo niveles lumínicos adecuados. La instalación de reflectores disminuye la carga térmica del local y permite reducir las necesidades de aire acondicionado.

Lámparas ahorradoras de energía:

En la actualidad, la importancia de ahorrar energía ha generado que las firmas más importantes del área de iluminación, realicen diversos estudios para la creación de lámparas ahorradoras de energía; un caso es Panasonic, la cual maneja algunos modelos de 10 W. y de 15 W. de lámparas de ahorro de energía tiene un diseño altamente eficiente con pérdidas reducidas gracias al circuito inversor, en comparación con las lámparas de ahorro de energía convencional. La cubierta exterior del circuito inversor también se ha hecho más compacta y además se ha minimizado el número de componentes requeridos, reduciendo su diámetro al de las lámparas incandescentes convencionales. El diseño compacto de estas lámparas encuentra una más amplia gama de aplicaciones.



5.2 Investigación en el uso de superconductores

Superconductividad:

Un tema muy importante es el fenómeno de la superconductividad, tema que quizá dentro de muy poco genere grandes cambios en la manera de vida de la humanidad, una nueva revolución industrial.

La superconductividad es una propiedad de la materia, la cual está caracterizada por la ausencia de resistencia eléctrica y por presentar características de diamagneto perfecto. Estas propiedades llevan a un sin fin de aplicaciones en los más diversos campos, las cuales representan toda una revolución industrial. La primera propiedad es la que siempre nos es más clara, puesto que la electricidad es un fenómeno cotidiano y a muy temprana edad nos familiarizamos con esta terminología; si un material en el estado superconductor se le hace pasar una corriente eléctrica, como no presenta resistencia, esta puede circular por un tiempo indefinido transportándose sin pérdidas de energía, la segunda propiedad está relacionada con la reacción de un superconductor en presencia de un campo magnético; el superconductor se comporta como un blindaje a este campo, es decir no permite que el flujo magnético penetre en el interior del material superconductor, este fenómeno de expulsar el flujo magnético se le conoce como efecto Meissner Ochsensfeld, comúnmente referido como efecto Meissner, este puede evidenciarse al colocar un pequeño imán sobre el material superconductor, las líneas de campo son expulsadas y el imán levita.

Los superconductores tienen muchas propiedades electromagnéticas inusuales. Por ejemplo, una vez que una corriente se produce en un anillo superconductor manteniéndose a temperatura suficientemente baja, la corriente persistirá cuantificable.

Limitadores de corriente de falla:

Los superconductores cuentan con varias ventajas de aplicación sobre otras tecnologías, claro ejemplo son los limitadores de corriente y los transformadores. Encontramos que estos limitadores tienen menos pérdidas que los convencionales, además reducen el costo de equipamiento de líneas nuevas, incrementan la capacidad de las existentes, reducen la necesidad de rehabilitación del sistema y en cuanto a la calidad de la energía, permite aislar los circuitos que fallan. Las bobinas superconductoras a altas temperaturas utilizadas en transformadores con capacidad de potencia de 10 MVA usando nitrógeno líquido como refrigerante y dieléctrico ofrecen mayor eficiencia, son más compactas y seguras al eliminar el uso de combustibles.

En la actualidad existen empresas que trabajan en coordinación, para una nueva tecnología, para desarrollar un limitador de corriente de falla. Esto se puede aplicar en diferentes diseños resistivos e inductivos; cuando entendamos esta transición, se desarrollará un prototipo conjunto. Por el momento apenas se cuenta con los materiales.

También se trabaja con cables superconductores con la tecnología actual en largas distancias (más de 500 kilómetros). Las pérdidas de energía eléctrica se estiman cercanas al cinco por ciento, con nuevo cableado superconductor se gana corriente y disminuyen los problemas de voltaje, las pérdidas disminuyen hasta el 2 % se cuenta con líneas más compactas y se alcanzan precios competitivos. Por otra parte, por otra parte en colaboración con universidades canadienses se han logrado progresos importantes en el estudio de la flexibilidad y en la variación de la temperatura crítica del cable.

Además algunas empresas trabajan desarrollando almacenamientos de energía utilizando celdas combustibles. Mediante un cable de superconducción en una bobina se aplican mil amperes, los cuales seguirán circulando sin resistencia este desarrollo es conocido como SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) existen SMES de varias escalas:

Micro SMES. Cuenta con capacidad y potencia desde uno hasta cinco MJ (1 MW) resuelve problemas comerciales de calidad de energía, se utilizan para cargas de procesos grandes y críticos. Sus costos fluctúan entre un millón y dos millones de dólares. Los han comercializado superconductivity (1.4 MVA y 750 KVA).

Un vistazo al futuro:

Los desarrollos logrados constituyen una irrefutable muestra del proceso obtenido en este campo durante los últimos diez años.

El panorama es prometedor: se ha comprobado la capacidad superconductoras de materiales en temperatura transitoria tan altas como 135 °K y por otra parte, ya son cerca de cien las aleaciones que se consideran superconductoras.

Sólo queda el resultado del trabajo de cientos de científicos que investigan diferentes materiales *cerámicos que alcancen la superconducción a la temperatura ambiente* (alrededor de 300 °K), un esperado descubrimiento que revolucionaría a la sociedad moderna. *Tal es el futuro en este campo.*

Con el descubrimiento de los nuevos materiales *cerámicos, superconductores de alta temperatura crítica*, la aplicación de los superconductores se amplió enormemente, dado que, como refrigerante, se puede utilizar nitrógeno líquido en lugar del costoso helio líquido, hasta el presente, los cables superconductores más prometedores son los realizados a partir de la fase Bi-2223 envainados en plata. Esto se debe a que además de poseer una alta temperatura crítica, presenta un alto campo crítico superior (Hc2) a la temperatura de trabajo y pueden procesarse en grandes longitudes.

Para obtener altas densidades de corriente crítica, el material cerámico debe poseer una microestructura particular, los granos del cerámico deben estar alineados como la fase Bi-2223 se orienta en contacto con la plata, se obtiene una mayor textura si el espesor del cerámico es pequeño. Para aprovechar esta particularidad es que se emplean cables superconductores multifilamentarios, consiste en una matriz de plata con numerosas almas de cerámico superconductor. Por último, como ventaja adicional de esta *disposición geométrica*, se obtienen mayor robustez mecánica, lo que permite bobinar estos cables a diámetros más pequeños que los monofilamentarios, *sin observarse degradación en sus propiedades superconductoras.*

Actividades propuestas:

- Preparación de cintas multifilamentarias (7,19 o más filamentos) con precursores cerámicos comerciales de estequiometría nominal Bi-2223
- Realización de los procesos termomecánicos adecuados para obtener cintas multifilamentarias superconductoras.
- Caracterización de las propiedades superconductoras.
- Preparación metalográfica de las muestras y observación al microscopio óptico y de barrido.

Otra aplicación de los superconductores HTc es en el diseño la construcción de toma de corriente para alimentación de imanes superconductores en la levitación superconductor y almacenamiento de energía cinética para aplicaciones de gestión de energía

5.3 Innovaciones tecnológicas en general

Balastos electrónicos:

El balastro electrónico para uno o dos tubos fluorescentes es un equipo auxiliar, ligero y manejable, que ofrece las siguientes ventajas: funcionamiento con corriente alterna y directa, encendido instantáneo sin necesidad de cebador ni condensador de

compensación, ningún efecto estroboscópico ni fluctuaciones de luz, ausencia de ruidos o zumbidos, total seguridad, desconexión automática de tubos defectuosos o agotados, alargan la vida de las lámparas hasta un 50 % lo que ocasiona menores gastos de mantenimiento. Combinado con tubos fluorescentes de 26mm logra ahorros de consumo de hasta un 25 % respecto a los sistemas que utilizan balastos estándar, asimismo y debido a la baja aportación térmica que presentan, permiten disminuir las necesidades de aire acondicionado.

El análisis económico en los motores eléctricos y su regulación:

De acuerdo a la realización de estudios es conocido que los reguladores de frecuencia, son los elementos más adecuados para conseguir el mejor rendimiento energético de los motores.

Hasta hace pocos años, la utilización de motores de corriente continua era la forma más frecuente y eficaz de conseguir la velocidad variable. Todavía es una solución válida en muchos casos. Actualmente se dispone de generadores de frecuencia variable, que regulan la velocidad de los motores de corriente alterna, más robustos y sencillos que los de corriente continua.

Los grandes avances en la electrónica de potencia, permiten disponer en la actualidad de equipos rentables, capaces de controlar los grandes motores industriales de más de 100 MW.

La velocidad máxima de estos motores ya no queda limitada a las 3000 r.p.m. de los motores de un par de polos, sino que elevando suficientemente la frecuencia, se puede conseguir velocidades más elevadas, como por ejemplo bastará citar la existencia de motores síncronos que giran a más de 10,000 r.p.m.

Ventajas de la regulación por variación de frecuencia en motores

Desde el punto de vista técnico destaca la amplia gama de velocidades disponibles y la simplicidad de los motores de corriente alterna, con lo que se reducen drásticamente los problemas de reparación mantenimiento de equipos más complejos.

Desde el punto de vista económico, las ventajas principales radican en el ahorro de energía que se produce por el mejor rendimiento del motor y la menor inversión que representa el motor de corriente alterna variable, así como la reducción de los costos de mantenimiento. Es necesario mencionar que la variación de frecuencia es, además, un procedimiento excelente para el arranque de motores de carga, consiguiendo limitar la intensidad de arranque a valores próximos al nominal del motor, un caso especialmente adecuado para la aplicación de variadores de velocidad es el accionamiento de bombas, ventiladores y compresores, tanto centrífugos como axiales

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

CONCLUSIONES:

La utilización y uso eficiente de la energía eléctrica, cada día va tomando más importancia en el ámbito internacional, resultando por lo tanto de gran interés para cualquier sector industrial en nuestro país.

Además, es importante considerar que esta preocupación surge con respecto a la alta dependencia en relación con el uso de los energéticos y los costos de la energía eléctrica. Ante esta perspectiva, el gobierno y el sector industrial han iniciado el desarrollo de normas y estrategias para optimizar la energía eléctrica.

Tomando en cuenta lo anterior y durante el desarrollo del presente trabajo, es obvio que el optimizar la energía eléctrica, representa una alternativa importante en beneficio de las grandes empresas, además de que abre un camino más sólido en la competitividad en el ámbito nacional e internacional, ya que, al optimizar la energía eléctrica, los costos de producción se van reduciendo y se refleja en un ahorro económico para la empresa.

Después de aplicar una encuesta, pudimos darnos cuenta que son pocas las empresas que aplican estrategias para optimizar y ahorrar la energía. Sin embargo, es notorio que, aunque exista esta preocupación, no hay todavía una gran difusión de métodos o normas para la optimización de la energía eléctrica.

Por lo general, solo las grandes empresas y fábricas son quienes más se preocupan sobre el tema, ya que sus valores de suministro de energía para sus procesos de producción, son mayores reflejándose en sus recibos de luz y por tanto un alto costo económico. Es importante decir que muchas empresas, no utilizan lámparas ahorradoras de energía, pues en algunos casos no las conocen, o prefieren seguir utilizando las ya instaladas ahorrando así el gasto al cambiarlas, sin considerar que al utilizar las lámparas ahorradoras a la larga su ahorro energético y económico se verá reflejado en sus pagos de luz.

El factor de potencia es sin duda uno de los aspectos más importantes por lo que existen grandes pérdidas de energía eléctrica, ya que al trabajar las empresas y fabricas con un bajo factor de potencia, tienen grandes pérdidas económicas debido a las multas y sin duda este problema podría corregirse al instalar bancos de capacitores que, aunque parezca un gasto inicial alto, en unos meses se amortiza, ya que se dejan de pagar multas, y si se obtiene un buen factor de potencia se pueden obtener bonificaciones por parte de la empresa suministradora de energía eléctrica.

Hay que mencionar que muchas empresas no realizan mantenimientos preventivos en equipos para optimizar la energía eléctrica, por consiguiente en algunos casos en uso de motores si presentan bajo rendimiento trabajan así durante los procesos sin considerar que su eficiencia no es la correcta y por tanto puede verse también reflejado en el bajo factor de potencia.

Con los avances tecnológicos, hoy en día es importante considerar la utilización de PLC para sistematizar los procesos de producción y de esta forma, en caso de que las máquinas no se estén utilizando sean apagadas, considerando así optimizar la energía eléctrica.

Considerando todo lo anterior, como primer paso es necesario cuantificar el consumo de energía eléctrica en los diferentes equipos de la empresa o fábrica, para posteriormente realizar las correcciones en los equipos y corregir el factor de potencia e implementar en otros casos normas y estrategias para optimizar la energía eléctrica, como en lugares donde no se usen equipos, como puede ser la parte administrativa de la empresa, o en su caso, todo lo relacionado con los luminarios, que con una buena aplicación y uso, se puede obtener una gran optimización de la energía eléctrica.

Es importante mencionar que a nivel domestico también existe grandes pérdidas de energía eléctrica, como es el caso de las lámparas ya que generalmente en la mayoría de las casas se utilizan lámparas incandescentes, sin tomar en cuenta la existencia de lámparas fluorescentes compactas, las cuales son grandes ahorradoras de energía. Además otro punto es la utilización de bombas de agua cuyo consumo de energía eléctrica es alto, ya que en muchos casos el suministro de agua llega a las casas, cae en una cisterna y para su uso, debe estar a una mayor altura, cuando la presión del agua no es suficiente se utiliza un motor, dicho motor se dejaría de utilizar si la presión del agua fuera la adecuada en las azoteas de edificios y casas, además de utilizar contenedores de agua más grandes. Ahorrándose así el consumo de energía eléctrica del motor.

Actualmente, existen numerosas oportunidades para que los diferentes sectores de la industria, se beneficien de las técnicas que se están aplicando en otros países, con resultados benéficos hablando económicamente.

Pero podemos concluir que, todo lo anterior, no puede funcionar si no se enseña una cultura en relación con la optimización energía eléctrica en cualquier ámbito social, desde el hogar hasta las grandes empresas.

BIBLIOGRAFIA:

- Vittorio Re
Iluminación interna
Ed. Marcombo 1989
- Orlando s. Lobosco, José Luis P.C. Díaz
Selección y aplicación de motores eléctricos
Siemens
Ed. Marcombo 1989
- Fide
Publicaciones para el ahorro de energía
México
- Conae
Tipos de generación y tarifas eléctricas
México
- Irving L. Kosow
Maquinas eléctricas y transformadores
Segunda edición
Ed. Prentice hall, hispanoamericana S.A.
- Catalogo condensado 1997
Ingeniería aplicada al control de luz
Holophane.
- Salvador Cisneros Chávez
Operación de sistemas de potencia eléctrica
Centro editorial de la dirección general de C.F.E.
- Angel Luis Orille Fernández
Centrales eléctricas III
Ediciones upc, junio de 1993
- Alex Ramírez Rivero
Ahorro de energía en sistemas de iluminación
FIDE. Colima, México 1992
- Información obtenida de Internet
<http://www.Conae.gob.mx>
<http://www.axis.org/usuarios/srael/lamp.html>
<http://ekeko.rcp.net.pe/PAE/65/luces.html>