



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON

**"MANUAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA
ENERGÍA ELÉCTRICA EN CENTROS
DE PEMEX REFINACIÓN"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICO

P R E S E N T A :
RAMON ARENAS RODRIGUEZ

ASESOR: ING. JOSE JUAN RAMÓN MEJÍA ROLDAN

México

1999

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

280010



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
RECCION

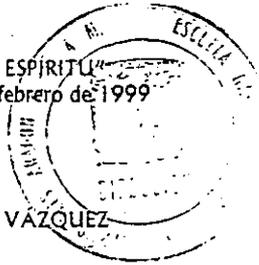
RAMÓN ARENAS RODRÍGUEZ
P R E S E N T E.

En contestación a la solicitud de fecha 15 de febrero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. JOSÉ JUAN RAMÓN MEJÍA ROLDAN pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado, "MANUAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN CENTROS DE PEMEX REFINACIÓN", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 26 de febrero de 1999
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



c c p Secretaria Académica.
c c p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/MCA/IIa.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/242/99

ASUNTO: Revisión previa de Tesis antes de
autorizar su impresión

ING. JUAN JOSE MEJIA ROLDAN (ASESOR)
ING. RAUL BARRON VERA
ING. J. ANTONIO VILLANUEVA ORTEGA
ING. ABEL VERDE CRUZ
ING. NARCISO ACEVEDO HERNANDEZ

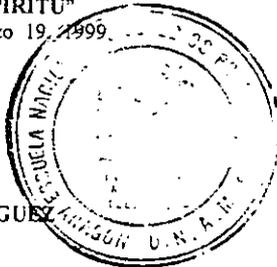
En forma anexa le hago entrega de un ejemplar del proyecto de tesis titulado "MANUAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA EN CENTROS DE PEMEX REFINACION" del alumno RAMON ARENAS RODRIGUEZ con número de cuenta 8910144-7

Esto con el fin de que sea revisada por usted, y nos dé su evaluación y comentarios por escrito, mismos que le pido me haga llegar a la brevedad posible.

Agradezco de antemano su colaboración y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Bosques de Aragón. Edo de Méx., marzo 19, 1999.
EL SECRETARIO TÉCNICO

ING. ALFREDO VELASCO RODRIGUEZ



C c p Alumno

AVR*scd



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/EXT11/99

ASUNTO: Constancia de estudios

Lic. Alberto Ibarra Rosas
Secretario Académico
Presente

Por este medio me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el
Sínodo del Examen Profesional del alumno ARENAS RODRÍGUEZ RAMÓN, con
número de cuenta: 8910144-7, con el tema de tesis "MANUAL PARA EL USO
EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN CENTROS DE PEMEX
REFINACIÓN"

PRESIDENTE	ING. JUAN RAMÓN MEJÍA R.
VOCAL	ING. RAÚL BARRÓN V.
SECRETARIO	ING. NARCISO ACEVEDO H.
SUPLENTE	ING. ABEL VERDE C.
SUPLENTE	ING. ANTONIO VILLANUEVA O.

Asimismo le informo que el examen profesional del alumno, está programado para
celebrarse el día 30 de Junio, a las 11:00 en la Universidad Saleciana.

Sin otro particular por e momento, me despido de usted.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPERANZADO"
San Juan de Aragón, Edo. de México, 10 de mayo de 1999

EL JEFE DE LA CARRERA

ING. IVÁN MUÑOZ SOLÍS



c.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez, Jefe del Departamento de Servicios Escolares.
c.c.p. Asesor de Tesis.
c.c.p. Alumno.



AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES:

Les agradezco con mucho cariño a ellos el haberme dado la oportunidad de haber cursado una carrera. Es por ello que este es el momento más grato de mi vida, el haber culminado una etapa importante en la vida.

A MIS ABUELOS:

Por tenerlos todavía con vida y haber tenido la fortuna de tener unos abuelos así como son ellos. He aprendido mucho de ellos, y espero tenerlos por muchos años más.

A MIS HERMANOS:

Para ellos no tengo palabras con que agradecerles durante todo este tiempo que hemos convivido como una familia.

A MI ASESOR Y PROFESORES:

Que durante mi estancia en la ENEP tuve el agrado de conocer y por los conocimientos que de ellos obtuve para mi formación como profesionista a todos ellos gracias.

A MIS COMPAÑEROS DE BANCA:

Por haberlos conocido y haber convivido durante todos estos años en la carrera y aprender algo de ellos como personas.

AL ING. ADELINA GARCÍA MARTÍNEZ:

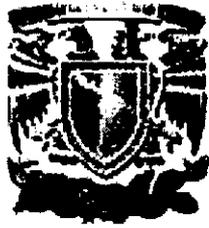
Le agradezco el haberme tomado como su tesista en el INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO, además de la buena amistad que llegamos a conformar y que está perdurará GRACIAS

Ramón Arenas Rodríguez

1999

PENSAMIENTO

**Dormí y soñé que la vida era alegría, desperté
y vi que la vida era servicio, serví y descubrí
que en el servicio se encuentra la alegría.**



MANUAL PARA EL USO
EFICIENTE DE LA ENERGIA
ELECTRICA EN CENTROS
DE PEMEX REFINACION



INDICE

INDICE

CONTENIDO	PAGINAS
AGRADECIMIENTOS	1
INDICE	5
OBJETIVO	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO I	12
DEFINICIONES	13
1.1 Equipos Eléctricos	13
1.1.1 Equipos, sistemas o accesorios en general	13
1.1.2 Aisladores	16
1.1.3 Luminaria	17
1.1.4 Transformadores de medición	17
1.2 Efectos Eléctricos	18
1.2.1 Calentamientos	19
1.2.2 Sobrecarga	20
1.2.3 Sobrecorriente	20
1.3 Características de los conductores eléctricos	20
1.4 Características de la instalación eléctrica	22
1.4.1 Capacidad instalada	24
1.5 Tipos de corrientes	28
1.6 Propiedades de la energía	29
1.7 Unidades de medición	31

CONTENIDO	PAGINAS
CAPITULO II	32
DIAGNOSTICOS ENERGETICOS	33
2.1 Diagnóstico energético de primer nivel	34
2.1.1 Objetivo del diagnóstico energético de primer nivel	34
2.2 Diagnóstico energético de segundo nivel	35
2.2.1 Objetivo del diagnóstico energético de segundo nivel	35
2.2.2 Pasos a seguir para la realización de un diagnóstico energético de segundo nivel	36
2.3 Diagnóstico energético de tercer nivel	36
2.4 La instrumentación en los diagnósticos energéticos	37
2.5 Etapas del programa integral para la administración de la energía	38
2.6 Optimización de la energía eléctrica	40
CAPITULO III	43
PRINCIPALES CONSUMIDORES	44
3.1 Motores eléctricos	44
3.1.1 Áreas de oportunidad en el empleo de motores eléctricos	44
3.2 Iluminación	56
3.2.1 Clases de fuentes de luz	57
3.2.2 Lámparas	58
3.2.3 Balastos	64
3.2.4 Áreas de oportunidad en el empleo de iluminación	71
3.3 Transformadores	72
3.3.1 Áreas de oportunidad en el empleo de transformadores	74
3.4 Sistema de aire comprimido	75

CONTENIDO	PAGINAS
3.4.1 Áreas de oportunidad en el empleo de aire comprimido	77
3.5 Sistema de ventilación	83
3.5.1 Áreas de oportunidad en el empleo de ventiladores	85
CAPITULO IV	88
SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES ELECTRICAS COMO PARTE DE UN PROGRAMA PARA EFICIENTAR EL USO DE LA ENERGÍA ELECTRICA	89
4.1 Seguridad	89
4.1.1 Objetivo principal del trabajo de seguridad	89
4.1.2 Seguridad en instalaciones eléctricas industriales	91
4.2 Mantenimiento	94
CAPITULO V	101
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELECTRICA	102
5.1 Sistema eléctrico	104
5.2 Formatos para la recopilación de información	104
ANEXO A	145
ANEXO B	157
CONCLUSIONES	166
BIBLIOGRAFÍA	167

OBJETIVO

Elaborar un manual para desarrollar y aplicar medidas para el uso eficiente de la energía eléctrica en plantas industriales, el cual contempla los procedimientos para realizar los análisis energéticos respectivos, así como las características de los equipos consumidores y la elaboración de los mecanismos y la documentación necesaria para realizar los diagnósticos energéticos correspondientes.

INTRODUCCIÓN

El final de siglo se ha caracterizado por la globalización de los mercados, la variación en el precio de los recursos energéticos ante la expectativa de su agotamiento y una contaminación ambiental, que ha dejado sentir sus efectos nocivos sobre la salud humana. El óptimo aprovechamiento de los recursos energéticos es un medio importante en la estrategia económica de una planta industrial, sea cual sea su ramo de producción, para incrementar su productividad de tal manera que le asegure su permanencia en el mercado internacional.

La forma en que cada país hace uso de la energía constituye sin duda un fiel indicador del modo de vida de su sociedad. El nivel de desarrollo, la utilización de los recursos naturales, la estructura de producción de bienes y servicios, la eficiencia y competitividad y el grado de bienestar se ven reflejados indefectiblemente en la generación y consumo de energéticos.

La electricidad es una de las formas en que se manifiesta la energía. Esto se debe a su propiedad, para transformarse con facilidad y elevados rendimientos respecto a las demás energías, para transportarse a grandes distancias con medidas simples y relativamente económicas. Esta energía desempeña un papel esencial en el hogar y en los distintos sectores productivos.

La generación de electricidad en nuestro país depende en un 60% de los hidrocarburos; es decir de centrales termoeléctricas cuyo consumo de combustible las convierte en ocasiones en un peligro para el medio ambiente.

A medida que va pasando el tiempo la energía eléctrica se emplea cada vez más. Es por eso que se ha desarrollado aceleradamente la industria eléctrica, la cual mejora su equipo: alternadores, transformadores, motores, convertidores, instrumentos de medición, control y protección, aparatos de automatización de los procesos de elaboración. La energía eléctrica se utiliza para alimentar motores, luminarias, dispositivos calefactores y otras cargas de menor consumo de energía.

El aumento acelerado de la población en México va acompañado de una serie de servicios, y esto hace que cada día aumente la demanda de energía eléctrica; asimismo se requiere de la preparación de recursos humanos que tengan conocimientos sólidos en el campo de la electrotecnia; así como las bases de lo que es el ahorro de energía eléctrica.

La cantidad de energía primaria que se requiere para producir electricidad es cerca de la tercera parte del total y se pierde durante la conversión el 70%, quedando hasta esa etapa una utilidad del 30%.

En el ámbito global, la producción y consumo de energía eléctrica originan el 60% de las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero. No es de sorprenderse que uno de los grandes problemas que enfrenta la industria eléctrica en el Mundo, es el impacto ambiental que se produce.

Es por ello que hay que crear una nueva conciencia que a través del uso racional de la energía eléctrica, nos conduzca a una nueva cultura energética que permita un mejor equilibrio entre el hombre y la generación de energía eléctrica, con su consecuente impacto favorable sobre el medio ambiente.

Los diagnósticos energéticos permiten definir las áreas de oportunidad y precisar tanto los potenciales, como las medidas que se requieren aplicar y las inversiones estimadas.

Los diagnósticos energéticos son un medio esencial para la elaboración de un programa de ahorro y conservación de la energía eléctrica en cualquier planta industrial, cuyo propósito primordial es elevar la productividad de la empresa, y al mismo tiempo coadyuvar al mejoramiento del medio ambiente reduciendo las emisiones.

Una empresa industrial para alcanzar los objetivos de productividad a través del mejor aprovechamiento de la energía eléctrica requiere establecer un programa de uso racional de la energía.

Por tal motivo se presenta este manual en el cual se detallan los pasos a seguir en un diagnóstico energético enfocado al área eléctrica. El cual contiene cinco capítulos, divididos de la siguiente manera: el primero presenta las principales definiciones asociadas a la distribución y utilización de la energía eléctrica. En el segundo se describe los diagnósticos energéticos enfocados al área eléctrica, así como el material y equipo que se usará al realizar los mencionados estudios. El tercero trata sobre los principales consumidores de energía eléctrica. El cuarto describe la importancia que la seguridad y el mantenimiento tienen dentro de un Programa Integral de Optimización de la Energía. Finalmente el quinto capítulo presenta las recomendaciones y sugerencias propuestas para la implementación de los diagnósticos energéticos en el sistema de PEMEX refinación.



CAPITULO I

DEFINICIONES

CAPITULO I

DEFINICIONES

1.1 EQUIPOS ELECTRICOS

1.1.1 EQUIPOS, SISTEMAS O ACCESORIOS EN GENERAL

Accesorio

Un accesorio es una herramienta o utensilio auxiliar, el cual esta destinado principalmente para efectuar una función mecánica más que eléctrica, como por ejemplo una tuerca, un buje u otra parte de un equipo o sistema.

Capacitor

Se le denomina capacitor o condensador al elemento capaz de almacenar carga eléctrica. Dos placas conductoras están separadas por una capa aislante. Al aplicar una corriente alterna, el capacitor es ajustado de forma que la corriente avanzada equilibra el retardo del circuito, dando un factor de alta potencia.

El comportamiento característico de este elemento se ilustra en la figura 1.1. En ella se aprecia que la corriente siempre va un paso adelante del voltaje, en otras palabras, en el capacitor la corriente antecede al voltaje.

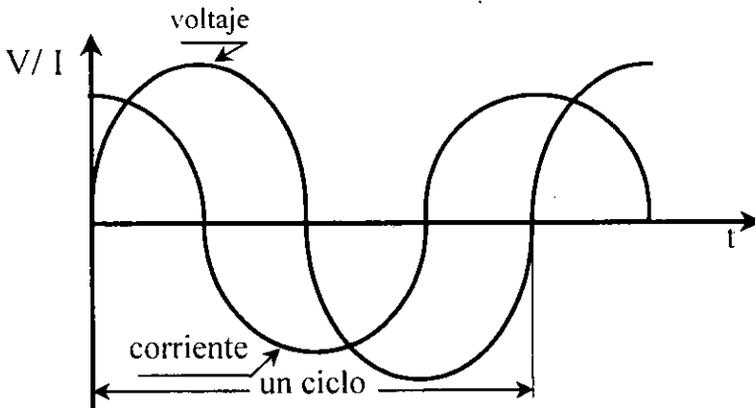


Figura 1.1

Circuito eléctrico

Es una trayectoria continua o cerrada en la cual pueden hacerse circular corrientes eléctricas, quedando éstas confinadas dentro de dicha trayectoria.

Un circuito eléctrico está integrado por diversos elementos que se interconectan en la trayectoria o trayectorias de corriente. En general dichos elementos son de dos tipos:

- 1) Elementos activos o fuentes de fuerza electromotriz, que suministran energía eléctrica al circuito. Pueden ser de corriente directa (CD) o de corriente alterna (CA).
- 2) Elementos pasivos que almacenan la energía eléctrica o la convierten en otras formas de energía (resistencia, inductancias, capacitancias, etc.).

Equipo

Es un término general que agrupa material, accesorios, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos y similares formando un todo y que se usan como partes de la instalación eléctrica o conectada a ella.

Electrodo de tierra

Es un conductor o varilla enterrada en la tierra que se emplea para mantener el potencial de tierra en los conductores conectados a éste y llevar a tierra las corrientes conducidas a él.

Barra de tierra

Es una malla de tierra protectora, empleada para establecer un potencial uniforme a tierra de la estructura conectada a ella y está sólidamente unida a los electrodos de tierra.

Conductor de tierra

Es un conductor empleado para conectar a la barra de tierra equipo o sistemas de alumbrado.

Inductancia

Es un elemento que almacena energía en forma de un campo magnético. En la figura 1.2 se aprecia cómo los cambios de corriente van atrasados con respecto a los cambios de voltaje, por lo que se puede decir que en una inductancia el voltaje antecede a la corriente.

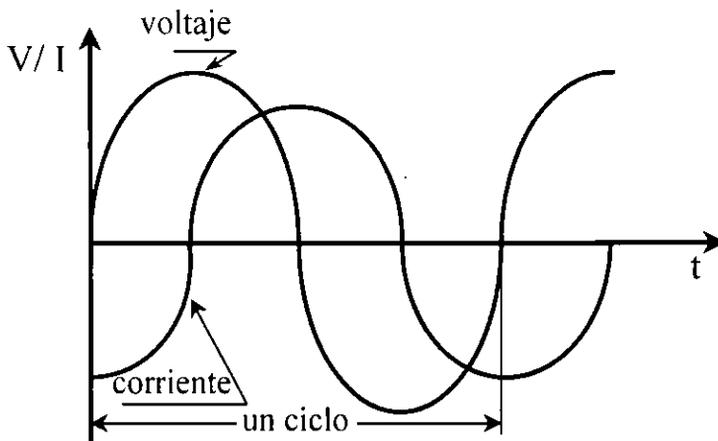


Figura 1.2.

Medidor de consumo de energía eléctrica

Aparato para medir la cantidad de electricidad que se consume; la unidad de medición es el Kilowatt-hora. Un Kilowatt-hora equivale a 1000 watts de electricidad utilizados durante una hora.

Medidor de demanda

Aparato que utiliza un mecanismo mecánico para registrar el nivel más elevado de energía consumida entre lecturas de medidor. Esta cifra máxima de kilowatts determina el pago por demanda de energía eléctrica durante el periodo de facturación.

Motor eléctrico

Es un equipo por medio del cual la energía eléctrica en forma de corriente de electrones se transforma en energía mecánica, que al ser acoplados a un mecanismo desarrollan un trabajo.

Sistema general de tierras

El sistema general de tierras tiene como principal objetivo conducir, atenuar o dispersar en el suelo las corriente eléctricas peligrosas y mantenerlas a un potencial cero, para reducir o eliminar los daños que a su paso pueden causar al equipo y a las personas; por lo que su función es de suma importancia para la seguridad en general.

Sistema de tierras

Se define como una instalación que tiene como fin evitar que se establezcan peligrosas diferencias de potencial eléctrico entre cualquier elemento metálico y tierra.

Tierra

Se define como el punto en el cual el potencial eléctrico se hace cero.

Transformador

Un transformador es un equipo que transforma la energía eléctrica de CA de un nivel de voltaje en energía eléctrica de CA de otro nivel de voltaje, mediante la acción de un campo magnético. Consiste en dos o más bobinas de alambre envueltas alrededor de un núcleo ferromagnético común. Estas bobinas no están (generalmente) conectadas directamente. La única conexión entre las bobinas es el flujo magnético común presente dentro del núcleo.

1.1.2 AISLADORES

Aisladores

Materiales que no permiten el movimiento libre de muchos electrones. Actualmente no existe ningún material con las características de un aislador perfecto.

Los aisladores son tan importantes como los conductores, porque sin ellos no sería posible mantener a los electrones fluyendo en las zonas en que deseamos y evitarlos en donde no se requieren.

Aislante eléctrico

Es un material dentro del cual no existen, o existen pocas cargas libres que puedan moverse bajo la acción de un campo eléctrico.

Materiales aislantes

Son aquellos que poseen características de un aislador. Los materiales aislantes se clasifican en función del grado de estabilidad térmica. Para ello se define el término clase de aislamiento que se refiere a la temperatura máxima que puede soportar el material antes de que se presenten cambios irreversibles en su estructura molecular. La mayoría de los materiales aislantes son de naturaleza orgánica y su vida depende del número de combinaciones moleculares

irreversibles, de naturaleza química, que se producen en función del tiempo y de la temperatura.

De forma aproximada se puede decir que la vida del aislamiento se reduce a la mitad por cada 7 u 8 °C de temperatura por encima de su nivel de estabilidad térmica.

Algunos de los materiales aislantes más comunes son: papel, vidrio, cerámica, plástico, hule, barniz, mica, y porcelana. Bajo condiciones normales, el aire es también un buen aislante eléctrico.

1.1.3 LUMINARIA

Balastro

Dispositivo utilizado en las lámparas de descarga eléctrica para obtener las condiciones necesarias para el arranque y la operación de éstas.

Luminaria

Una unidad luminosa completa, consistente en una fuente de luz (lámpara) y otras partes, tales como, un reflector, un refractor, una caja contenedora, soportes, etc. El poste, el brazo de lámpara, etc., no se consideran parte de la luminaria.

Reflector

Dispositivo que se utiliza para proyectar la luz de una lámpara en la dirección deseada por medio del proceso de reflexión.

Refractor

Es un dispositivo ya sea una esfera (o globo), placa o banda de plástico o cristal, diseñada para controlar la luz de una lámpara.

1.1.4 TRANSFORMADORES DE MEDICION

Transformador de corriente

Es un tipo de transformador en el cual la corriente secundaria es directamente proporcional a la muy superior corriente primaria, por lo que, y para efectos de medición, se puede lograr una muestra bastante exacta de la corriente en una línea de conducción.

El transformador de corriente consiste en un embobinado secundario envuelto alrededor de un anillo ferromagnético, con una línea primaria única, que

pasa por el centro del anillo. El anillo ferromagnético retiene y concentra una pequeña muestra de flujo de la línea primaria. Luego dicho flujo induce un voltaje y una corriente en el embobinado secundario.

Transformador de potencial

Un transformador de potencial es un transformador devanado especialmente, con un primario de alto voltaje y un secundario de baja tensión. Tiene una potencia nominal muy baja y su único objetivo es suministrar una muestra del voltaje del sistema de potencia, para que se mida con los instrumentos incorporados. Puesto que el objetivo principal es el muestreo del voltaje, deberá ser particularmente preciso como para no distorsionar los valores verdaderos. Se pueden conseguir transformadores potenciales de varios niveles de precisión, dependiendo de qué tan precisas deban ser sus lecturas, para cada aplicación especial.

1.2 EFECTOS ELECTRICOS

Armónicas

De acuerdo con Fourier cualquier función periódica puede representarse mediante una serie infinita de funciones senoidales. Esta serie contiene un término que es de la misma frecuencia que la función original, que se le llama componente fundamental. El resto de los términos se conocen como armónicas por que su frecuencia es múltiplo de la frecuencia fundamental. De esta manera se puede considerar que una onda esta descompuesta en componente fundamental y armónicas. Las funciones periódicas que poseen simetría de media onda, que es el caso de las ondas en sistemas eléctricos de potencia, solo contienen armónicas impares.

Las ondas de voltaje que se reciben de la compañía suministradora son imperfectas. Esto se debe a que en su generación tienen pequeños defectos o a que algunos componentes de la red responden de una manera no lineal. Por ejemplo; el valor de la inducción magnética en el núcleo de un transformador está cerca de la saturación, la corriente de magnetización puede propiciar la aparición de armónicas. Entre mayor sea el contenido de armónicas de una onda, mayor será su desviación de la forma senoidal.

El contenido de armónicas producido por los elementos de un sistema tradicional todavía no es muy grande, y el problema no es tan importante sin embargo, a medida que crezca el número de equipos con dispositivos de electrónica de potencia, aumentará el contenido de armónicas en la red y será

necesario instalar filtros que las eliminen.

Un motor de corriente directa alimentado por corriente alterna trifásica a través de un rectificador de onda completa, cuyo control de voltaje se logra variando el ángulo de encendido de tiristores, consume una corriente que dista mucho de ser una senoide. Esta corriente puede causar problemas al sistema, a los otros usuarios y a las transmisiones telefónicas y radiofónicas. Se puede decir que estos consumidores contaminan el sistema con sus armónicas.

Las armónicas de orden inferior (3,5,7,9,11 y 13) tienen mayor impacto en el aumento de pérdidas en las máquinas eléctricas, y por lo tanto provocan sobrecalentamiento. Las armónicas de orden superior (arriba de 20 y hasta 50) causan interferencias en las líneas de teléfono y en las ondas de radio.

Ruido eléctrico

Es aquel que aparece en cualquier sistema utilizado para recoger, transmitir o presentar información, puede originarse en el exterior del aparato o en el interior del mismo y, en ambos casos, puede deberse a causas naturales o a alguna interferencia ocasionada por motores o generadores eléctricos.

El ruido eléctrico se clasifica en no fluctuante y fluctuante. El primer caso es el resultado de la radiación de otros equipos eléctricos o de oscilaciones parásitas originadas en el propio circuito. El fluctuante es impredecible, y atendiendo a su naturaleza, origen o efectos, recibe las denominaciones siguientes; ruido térmico, de fluctuación, de contacto, de distribución, de partición, y de granalla o de parpadeo. El comportamiento de los circuitos desde el punto de vista del ruido se define por medio del llamado factor de ruido o relación entre la potencia del ruido de salida en una red con una fuente de ruido y la potencia de ruido de esta fuente.

1.2.1 CALENTAMIENTOS ELECTRICOS

Calentamiento dieléctrico

Calentamiento dieléctrico es el calentamiento de un material nominalmente aislado debido a sus propias pérdidas dieléctricas cuando el material es colocado en un campo eléctrico variable.

Calentamiento eléctrico

Es el que produce por el flujo de una corriente de electrones. Cuando una corriente fluye en un circuito que contiene resistencia, se produce calor, y la resistencia y los conductores que forman el circuito, elevan su temperatura.

Calentamiento por inducción

Es el calentamiento de un material nominalmente conductor debido a sus propias pérdidas I^2R cuando el material es colocado en un campo de variación electromagnética.

1.2.2 SOBRECARGA

Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad normal o de plena carga nominal o de un conductor con exceso de corriente sobre su capacidad nominal, cuando tal funcionamiento, de persistir por suficiente tiempo, causa daños o sobrecalentamientos peligrosos. Una falla, tal como un corto circuito o falla de tierra, no es una sobrecarga.

1.2.3 SOBRECORRIENTE

Cualquier valor de corriente mayor que la corriente nominal del equipo, o mayor que la capacidad de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra. Una corriente en exceso de la nominal puede ser acumulada por cierto equipo y conductores para un grupo dado de conductores.

1.3 CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS

Conductancia

Se emplea para describir el grado de eficacia con que un material permite el flujo de la corriente. Cuanto más alta sea la clasificación de conductancia de un metal, mayor cantidad de corriente conducirá. De la misma forma, cuanto más baja sea la clasificación de conductancia de un metal, menor será la corriente que conduzca. También es posible expresar esto diciendo que los materiales de baja conductancia se oponen o resisten al flujo de la corriente eléctrica.

De la tabla 1.3.1 se puede observar la conductancia relativa de varios metales con respecto al cobre.

Tabla 1.3.1

METAL	CONDUCTANCIA RELATIVA
Plata	1.08
Cobre	1.00
Oro	0.725
Aluminio	0.625
Tungsteno	0.312
Zinc	0.275
Latón	0.227
Platino	0.172
Hierro	0.149
Niquel	0.129
Estaño	0.121
Acero	0.116
Plomo	0.081
Mercurio	0.018
Nicromel	0.0166

Conductor eléctrico

Es un material dentro del cual existen numerosas cargas "libres" (electrones o iones) que se mueven cuando se ejerce sobre ellas una fuerza producida por un campo eléctrico. Los electrones en la periferia de los átomos de un conductor se consideran cargas "libres", ya que se requiere de una energía relativamente pequeña para ponerlos en movimiento.

La función de un conductor es conducir corriente entre dos puntos en un circuito eléctrico. El alambre de cobre es considerado un buen conductor porque tiene muchos electrones libres. Los átomos de cobre se mantienen ligados debido a la estructura que el cobre forma cuando es un sólido.

La energía eléctrica se transmite a través de los conductores por medio del movimiento de los electrones libres que emigran e un átomo a otro dentro del conductor.

Si la cantidad de electrones que se puede mover en un material es mayor para una fuerza aplicada determinada, entonces el conductor que se tiene es mejor. La plata es el mejor conductor pero comúnmente usamos el cobre, que le sigue en calidad, ya que es más barato. Se ha comenzado a usar el aluminio; cuando se usa correctamente este es casi tan buen conductor como el cobre, pero mucho más barato. Los demás conductores que le siguen son el zinc, latón y hierro.

Resistencia

Es la oposición que manifiesta un material al flujo de la corriente. Su unidad de medición es el ohm (Ω).

Hay diferentes materiales que ofrecen una resistencia diferente al movimiento de los electrones.

De la tabla 1.3.2 se puede observar la resistencia relativa de varios metales con respecto al cobre.

Tabla 1.3.2

METAL	RESISTENCIA RELATIVA
Plata	0.92
Cobre	1.00
Oro	1.38
Aluminio	1.59
Tungsteno	3.20
Zinc	3.62
Latón	4.40
Platino	5.80
Hierro	6.67
Níquel	7.73
Estaño	8.20
Acero	8.62
Plomo	12.76
Mercurio	54.60
Nicromel	60.00
Carbono	2030.00

Resistencia dieléctrica

Es la máxima intensidad de campo eléctrico que un dieléctrico puede resistir, sin perder sus propiedades aislantes.

Resistencia de puesta a tierra

Es aquella resistencia medida entre el sistema de tierras y tierra. Se considera función directa de la resistividad del terreno y función inversa del área de la red del sistema de tierras.

1.4 CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION ELECTRICA

Cerca

Es una división que rodea una instalación eléctrica para evitar que personal no autorizado tenga acceso a la misma, protegiéndolo de sufrir un accidente y/o para proteger el equipo de daño físico.

Cercado

Se refiere al equipo eléctrico rodeado por una cerca.

Eficiencia

La eficiencia de una conversión de energía es la razón del trabajo útil o la producción de energía y el trabajo de entrada de la energía. Se expresa por medio de la siguiente relación; $E=(E_s/E_e)\times 100\%$ en donde E_s representa la energía de salida y E_e la energía de entrada.

Instalación eléctrica

Se denomina instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de generación o suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos de sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactores, canalizaciones y soportes.

Lugar húmedo

Lugar parcialmente cubierto bajo cobertizo, marquesina, pórticos techados, y lugares similares, así como lugares interiores sujetos a grado moderado de humedad, tales como sótanos y algunas bodegas de almacenamiento frío.

Lugar mojado

Las instalaciones bajo tierra o en planchas de metal o mampostería en contacto directo con la tierra, y localidades sujetas a la saturación con agua u otros líquidos, tales como áreas de lavado de vehículos, y lugares expuestos a la intemperie y desprotegidos.

Lugar seco

Es un lugar normalmente no sujeto a humedad. Un lugar clasificado como seco puede estar temporalmente sujeto a humedad, como el caso de un edificio en construcción.

Mantenimiento

Es la actividad humana que reúne acciones preventivas, correctivas y predictivas interrelacionadas dentro de un marco económico, a fin de preservar y mantener los recursos de la empresa en condiciones eficientes, seguras y

económicas.

El mantenimiento en instalaciones eléctricas es importante ya que de él depende en su mayoría el buen funcionamiento de todo el sistema o planta industrial. El mantenimiento en instalaciones sencillas prácticamente no se requiere mientras no haya modificaciones o mal trato. En aquellas instalaciones donde si se requieren consiste básicamente, en limpieza, la renovación de pintura, apriete de uniones, ajuste de contactos y revisión de los elementos de protección.

En los transformadores es muy importante revisar periódicamente las características dieléctricas del aceite, resistencia de aislamiento; en motores y generadores, mantener engrasados los rodamientos y cambiar carbones cuando sea necesario. Por otra parte debe protegerse a los equipos contra los malos tratos que, por ignorancia o descuido, puedan darle los operarios. Es claro que un mantenimiento adecuado y el buen trato alargan la vida de una instalación.

Resistividad del terreno

Es la propiedad del terreno a oponer resistencia al paso de la corriente eléctrica, en este caso a tierra. Esta resistividad es función de los elementos del terreno donde se opere, así como la temperatura y humedad existentes.

Seguridad

La seguridad consiste en un sistema coordinado de acciones y elementos que desempeñan las siguientes funciones: evitar situaciones peligrosas para las personas, minimizar los daños provocados por condiciones anormales así como aislar la zona donde es factible que aparezca una falla, de forma tal que el resto de la instalación continúe operando en las mejores condiciones posibles, con lo cual se cuenta con una instalación más confiable y productiva.

1.4.1 CAPACIDAD INSTALADA

Carga máxima para la que esta diseñada o construida una planta o sistema, no limitada por las condiciones de servicio existentes.

Capacidad de corriente

Corriente que puede conducir un conductor eléctrico, expresada en amperes, bajo operación continua y sin exceder su temperatura máxima de operación.

Carga conectada

Suma de las capacidades de todos los equipos y/o aparatos que consumen energía eléctrica conectados a un sistema suministrador.

Carga continua

Es la corriente máxima que se mantiene durante tres horas o más.

Carga nominal

Potencia de salida del impulso en kW que puede ser suministrada en forma continua al voltaje nominal de salida. Puede considerarse también como la carga al 100%.

Demanda

Es la cantidad de energía eléctrica que el usuario requiere, debiendo ser este valor de acuerdo a la tarifa que tenga contratada el usuario con la compañía suministradora de energía eléctrica; la cual se expresa en kW.

Demanda máxima

Es la potencia máxima registrada en un instante de tiempo determinado.

Demanda máxima anual

Las más elevadas de todas las demandas de carga eléctrica que se producen durante un intervalo determinado en el año.

Factor de demanda

Es la relación de la demanda promedio entre la máxima potencia horaria (demanda pico) registrada en el periodo de tiempo analizado.

$$Fd = \left(\frac{d_{prom}}{d_{pico}} \right) \times 100 \text{-----} \% \quad d_{prom} = \frac{W}{horas}$$

Donde:

dpico= Potencia máxima registrada en una hora.

W = Potencia total de un tiempo determinado.

Factor de capacidad

Razón entre la cantidad de electricidad máxima generada por una planta o sistema en KWH, y su capacidad productiva teórica en KWH.

Factor de carga

Es el cociente de la potencia o demanda máxima entre la potencia (carga) instalada, por tanto:

$$FC = \frac{P_{max}}{P_{instalada}}$$

Resulta muy difícil definir con precisión el factor de carga porque se desconoce la capacidad exacta que los equipos demandaran del equipo impulsor que los mueven, ya que por lo general la capacidad del equipo impulsor es mayor que la necesaria para operar los equipos.

Factor de pérdidas

Es el porcentaje de tiempo requerido por la demanda pico para producir las mismas perdidas que se tienen por la demanda real en un lapso definido. El factor de pérdidas se puede obtener con el promedio de los cuadrados de las demandas horarias entre el cuadrado de la demanda pico. El factor de pérdidas siempre resulta igual o menor al factor de demanda.

$$F_{pérdidas} = \frac{\sum_0^{24} (P_{hr})^2}{(I_{pico})^2} \times 100 \qquad P_{hr}^2 = \frac{P_{hr_1}^2 + P_{hr_2}^2 + \dots + P_{hr_{24}}^2}{24}$$

Factor de potencia

“El factor de potencia es el cociente de la relación total de watts entre el total de volt-amperes, es decir, la relación de la potencia activa entre la potencia aparente. Cuando la corriente y el voltaje son funciones senoidales y ϕ es el ángulo de defasamiento entre ellos, el coseno de ϕ es el factor de potencia (f.p.)”. Entonces el f.p. depende del defasamiento entre el voltaje y la corriente, que a su vez depende de la carga conectada al sistema.

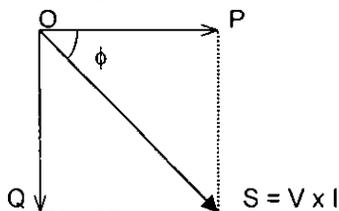
De esta forma, la potencia activa es igual al producto del voltaje "V" y la corriente "I" por el coseno del ángulo de defasamiento entre ellos:

donde: ϕ = ángulo de fase entre el voltaje y la corriente.

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

En la siguiente figura 1.3 se muestra el diagrama vectorial donde aparece la potencia aparente "S" con sus dos componentes: la potencia activa "P" y la potencia reactiva "Q".

Figura 1.3



De la figura 1.3 se desprende que:

$$S = P^2 + Q^2$$

Donde:

P se expresa en Watts

S se expresa en VoltsAmperes

Q se expresa en VoltsAmperes reactivos

Entonces el f.p. será:

$$fp = \cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{P^2 + Q^2}$$

La carga de una instalación está constituida principalmente por equipos eléctricos (motores y transformadores fabricados a partir de bobinas "inductancias"). Por esta razón es normal encontrar que predomine la carga inductiva sobre la capacitiva, es decir, generalmente la corriente está atrasada con respecto al voltaje, por lo que es más común oír hablar del f.p. atrasado.

Se define como positiva a la potencia reactiva generada por las centrales eléctricas o por bancos de capacitores y consumida por los usuarios.

Potencia activa

La potencia activa o real es la potencia que fluye en una dirección desde la fuente de generación hacia la carga, en donde se convierte en otra forma de energía, generalmente mecánica, externa al circuito; lo cual indica la tasa de suministro de energía, se mide en kilowatts.

Potencia reactiva

Este tipo de potencia fluye hacia y permanece dentro del circuito eléctrico sin realizar trabajo útil. La unidad empleada es el kilovoltampere reactivo.

Potencia aparente

La mayoría de los dispositivos utilizados requieren dos componentes de corriente, magnetizante (corriente reactiva) y potencia producida (corriente activa). La suma vectorial de estas dos componentes se conoce con el nombre de potencia aparente. Se expresa en kilovoltampere

La representación gráfica de estas tres potencias se muestra a continuación en la siguiente figura

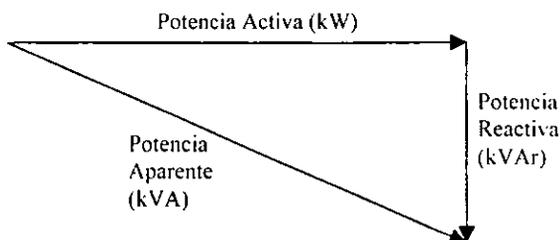


Figura 1.4

1.5 TIPOS DE CORRIENTES

Corriente eléctrica

Es el movimiento continuo de las cargas libres de un conductor dentro del este, producido por la acción de una diferencia de potencial aplicada al mismo. La unidad de medida es el amper.

Corriente directa y corriente alterna

La corriente alterna es una corriente eléctrica que circula en forma continua, y debido a las características de producción de la misma varía en forma de onda senoidal, alcanzando un valor máximo, pasando por un valor cero e invirtiendo su sentido, lo cual se muestra en la figura 1.5a, por ejemplo la corriente suministrada por un motor de corriente alterna o por un transformador de distribución a la red eléctrica de nuestro país; la corriente directa en cambio es una corriente eléctrica rectificadora, cuyo sentido es siempre el mismo, como se observa en la figura 1.5b, por ejemplo la corriente suministrada por un generador de corriente directa.

Corriente nominal

Es aquella la cual resulta cuando se encuentra trabajando él (motor u otro equipo) a su carga, tensión y frecuencia nominales.

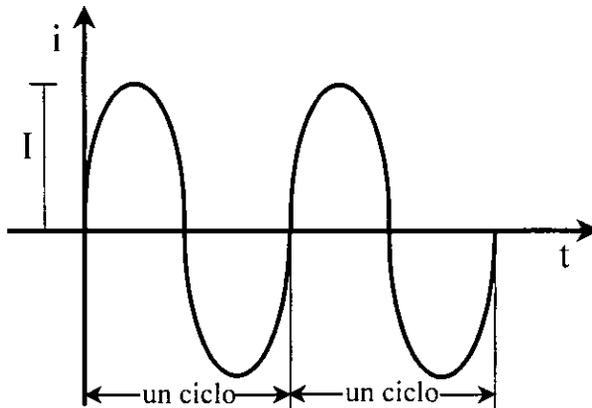


Figura 1.5a

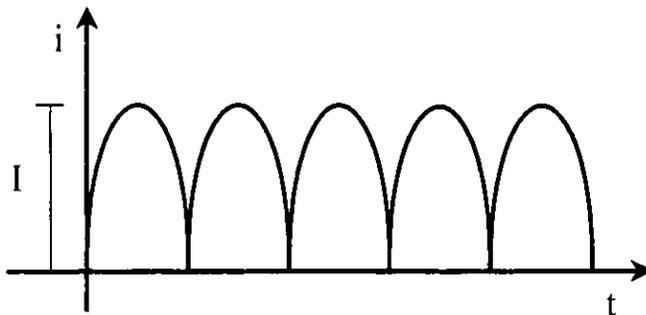


Figura 1.5b

Corriente trifásica

Corriente alterna en la cual se encuentran presentes tres ondas senoidales separadas, idénticas en frecuencia y en voltaje, pero separadas 120 grados entre ellas.

1.6 PROPIEDADES DE LA ENERGÍA

Conservación de la energía

En un Programa de Administración Energética se define el término "Conservación de la Energía" como todas las acciones tendientes a lograr el aprovechamiento óptimo de los recursos energéticos especialmente los finitos, aumentando la eficiencia en su utilización, sin deterioro del nivel de vida y optimizando la relación global entre consumo y crecimiento económico.

Electricidad

Propiedad de la materia que se manifiesta cuando por algún medio se altera el balance que existe en condiciones normales (materia inerte), entre el número de protones (carga positiva) y el número de electrones (carga negativa) que componen sus átomos.

Entre los medios que alteran el balance antes indicado pueden mencionarse: el frotamiento, acciones químicas, campos eléctricos y magnéticos.

La electricidad se manifiesta en muy diversas formas, tales como: fuerzas de tracción o repulsión, producción de calor, producción de luz, reacciones químicas y producción de campos magnéticos.

Energía

Energía es la capacidad para producir un trabajo. Se manifiesta en diversas formas, como por ejemplo, energía potencial, cinética, elástica y calor y una de sus características más importantes es que un tipo de energía se puede transformar en otro u otros sin que su valor total se pierda.

La energía es esa capacidad de la materia que hace posibles las transformaciones que se operan en la misma materia; la variación de energía libre de una sustancia da lugar a un trabajo que se mide en las mismas unidades de la energía.

Como la energía no se puede crear sino sólo transformar, se debe partir de fuentes energéticas naturales y en ellas operar las debidas conversiones. La búsqueda de fuentes de energías naturales abundantes y si es posible inagotables es un reto para el hombre actual.

Uso eficiente

Se hace referencia al hecho de que, dado un determinado número de factores de producción (consumidores), utilicen la energía en forma lo más óptima posible.

Uso racional

Por uso racional se entiende la utilización de la energía estrictamente necesaria, evitando el desperdicio; constituye en este sentido un medio para lograr la conservación.

La conservación va más allá del grado de uso que de la energía se haga en un momento dado. Involucra el conocimiento y la retención de las reservas de energéticos y sus posibilidades de sustitución sin afectar el bienestar social.

1.7 UNIDADES DE MEDICION

Ampere

Es el flujo de corriente a través de un conductor desplazándose a una velocidad de un Coulomb por segundo, equivalente a 6.286×10^{18} electrones por segundo.

Candela

Es la unidad de intensidad de una fuente de luz en una dirección dada. La candela se define como la intensidad luminosa producida por 1/600 000 de metro cuadrado de un cuerpo negro radiante a la temperatura de solidificación del platino. La intensidad luminosa de una lámpara o luminaria se expresa en candelas.

Lumen

Se define como la unidad de flujo de luz emitida por un radian sólido proveniente de una fuente de luz de una candela de intensidad. Esta es la unidad más utilizada para expresar el flujo de luz proveniente de una fuente luminosa.

Lux

Es la iluminación producida por un lumen uniformemente distribuido sobre un metro cuadrado.

Un lux equivale a la intensidad luminosa de un lumen/m² 0.0929 bujías-pies, y una bujía-pie equivale a 10.76 luxes.

Reflectancia

Razón entre la radiación reflejada por una superficie y la radiación total incidente en dicha superficie.

Voltaje

Cantidad de fuerza electromotriz, medida en volts (V), que existe entre dos puntos de un conductor que lleva una corriente constante de un ampere.



CAPITULO II

DIAGNOSTICOS
ENERGETICOS

CAPITULO II

DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS

La principal acción en materia de optimización de la energía se tiene en la creación de un "Programa Integral de Administración de la Energía". Este programa se debe establecer con el fin de crear un marco que concrete la estrategia de la organización en materia energética, del cual deriven todas las acciones necesarias dirigidas a su uso eficiente.

Es posible definir un "Programa Integral de Administración de la Energía" en la siguiente forma:

"Un sistema que promueve el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos en las organizaciones con base en la implementación de una nueva cultura en el uso eficiente de los energéticos".

El programa tiene como centros de acción el crecimiento de la competitividad, nacional y/o internacional y la mitigación del impacto ecológico. Con este nuevo esquema, la energía juega un papel determinante que obliga a cambiar la metodología de los programas utilizada hasta la fecha a una que plantee la optimización energética conjuntamente con los factores de producción y considere diversos conceptos como el de la administración energética, esto es en la forma de obtener y mantener el mejor nivel de uso de este insumo sin limitar la actividad económica de la empresa.

Este programa se basa en la aplicación de métodos y técnicas para la obtención de los elementos que permitan establecer la estrategia de aplicación de acciones para optimizar el uso de la energía.

De estas metodologías y técnicas los diagnósticos energéticos son las herramientas fundamentales, ya que de ellos se derivan la caracterización energética de la empresa, la identificación del potencial de ahorro, el nivel de inversión para alcanzarlo, la asignación de costos de los energéticos dentro de los costos de producción y el panorama general de un Programa Integral de Administración de la Energía, así como el seguimiento y control del mismo. En ellos se hace el análisis histórico del consumo de energía relacionado con los niveles de producción y el análisis de las condiciones de diseño y operación de los equipos, a las características de los procesos y tecnologías utilizadas. Con base a este análisis, se fijaran los objetivos y metas a seguir en función de los potenciales de ahorro descubiertos y se investigarán las diversas alternativas para alcanzarlos. Existen distintos grados o niveles de complejidad o detalle para

eficientar el uso de los energéticos, así como de los objetivos y ambiciones de mejoramiento energético de la alta administración de la empresa.

2.1 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE PRIMER NIVEL

En la mayoría de los casos el diagnóstico energético de primer nivel es uno de los primeros pasos en un Programa Integral de Administración de la Energía en una empresa. El diagnóstico energético de primer nivel (DEN1) es un diagnóstico preliminar del uso de la energía en una planta y resulta de una identificación inicial del potencial de ahorro de energía en la misma. El diagnóstico energético de primer nivel se basa en el análisis de datos obtenidos fácilmente y sin requerir en la mayoría de los casos instrumentos de medición sofisticados.

El diagnóstico de primer nivel incluye una inspección de la planta, recopilación de datos relacionados con energía y producción, mediciones con equipo de medición portátil, el análisis de los datos y las mediciones y la preparación de una memoria con las conclusiones de las observaciones y los análisis. (Se deben incluir formatos para la recopilación de datos de placa y mediciones, factura eléctrica y datos de producción).

2.1.1 OBJETIVO DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE PRIMER NIVEL

El objetivo del diagnóstico de primer nivel es identificar todas las posibles medidas de ahorro de energía en una planta en un tiempo limitado; recopilar y ordenar todos los datos de consumo de energía y producción y evaluar la necesidad de hacer un diagnóstico más profundo y detallado.

Los objetivos específicos del DEN1 son los siguientes:

- Recopilación y desarrollo de la base de datos de consumos y costos de la energía y de producción y definiciones de los índices energéticos globales de la planta.
- Evaluación objetiva de las condiciones de la planta, basándose en la observación del estado de equipos y de la operación de la planta.
- Identificación y cuantificación preliminar de las medidas de ahorro de energía, especialmente las de nula y baja inversión, mantenimiento y políticas de inversión.

- Evaluación del nivel de instrumentación, su estado y utilidad en la determinación de consumos e índices energéticos.
- Identificación de las estrategias para establecer un Programa Integral de Administración de la energía, o llevar a cabo un diagnóstico de segundo nivel.

Los resultados deberán permitir:

- La implementación inmediata de medidas de ahorro de energía con nula o baja inversión.
- Desarrollar un sistema de información energética de la planta.
- Concientizar al personal de la planta.
- Promover el uso eficiente de los energéticos.
- Determinar el balance de energía global de la planta.

2.2 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE SEGUNDO NIVEL

El diagnóstico energético de segundo nivel, DEN2; permite realizar el análisis detallado de la empresa industrial, comercial o de servicios y establecer las bases para la toma de decisiones sobre la realización de proyectos de ahorro de energía.

El DEN2 usualmente sigue de un DEN1. En algunas empresas es posible iniciar directamente con el DEN2, incluyendo los elementos descritos en la metodología para el DEN1.

2.2.1 OBJETIVO DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE SEGUNDO NIVEL

El análisis preliminar de datos sobre consumos, costos de energía y de producción para mejorar la comprensión de los factores que contribuyen a la variación de los índices energéticos de la planta y generalmente se basa en los datos obtenidos en el DEN1.

- ◆ Obtener el balance energético global de la planta, así como balances energéticos específicos de los equipos y líneas de producción intensivas en consumo de energía para su cuantificación.
- ◆ Identificar las áreas de oportunidad que ofrecen potencial de ahorro de energía.
- ◆ Determinar y evaluar económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables y las medidas técnicamente aplicables para lograrlo.

- ◆ Analizar las relaciones entre los costos y los beneficios de las diferentes determinaciones dentro del contexto financiero y gerencial de la empresa, para poder priorizar su implementación.
- ◆ Desarrollar un plan de acción para la realización de todos los proyectos de ahorro de energía, incluyendo fechas, metas y responsabilidades; tal plan de acción permitirá reemplazar y dar continuidad el programa integral de administración de la energía.

2.2.2 PASOS A SEGUIR PARA LA REALIZACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE 2^{do} NIVEL

- Planificar el diagnóstico.
- Recopilar y revisar datos.
- Complementar el trabajo preparatorio (incluyendo la realización de formatos para la recopilación de información).
- Efectuar trabajo de campo.
- Analizar los datos recopilados.
- Identificar y analizar oportunidades de optimización de energía eléctrica.
- Revisar conclusiones con personal de la planta.
- Preparar informe y desarrollar el plan de acción.

2.3 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE TERCER NIVEL

En esta etapa se considerará la mejora del nivel tecnológico de los procesos, la inversión requerida para la implementación de las propuestas sugeridas de los estudios realizados, es de magnitud considerable y su realización se considera a largo plazo, pero a cambio, permite optimizar integralmente los procesos, generando propuestas de optimización económicamente rentables, considerando activamente el elemento integrador economía–medio ambiente. En este nivel se determinan los ejes de investigación y desarrollo tecnológico a seguir, para evaluar diferentes tecnologías disponibles y para asegurar la efectividad del Programa Integral de Optimización de la Energía, aumentando la productividad y competitividad de la empresa.

2.4 LA INSTRUMENTACIÓN EN LOS DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS

Para que un diagnóstico sea válido se debe de apoyar en mediciones confiables, precisas y ofrecer de manera concreta recomendaciones de acción. Antes de analizar un equipo o sistema; es indispensable determinar, qué, como, dónde y cuándo medir.

Es cierto que no todos los conceptos que integran un diagnóstico son resueltos con mediciones. Sin embargo, aquellos referidos a instalaciones existentes, modificaciones, ampliaciones o gestión tecnológica, invariablemente se apoyarán en mediciones hechas en sitio.

Cuanto más complejo es el sistema, más exigente es el monitoreo que requiere el uso tanto de la energía productiva, como el de la improductiva.

La selección apropiada de los instrumentos de medición a utilizar, es vital en la conducción de un diagnóstico energético.

La importancia de contar con mediciones confiables, radica en obtener una imagen en cifras reales, del proceso energético en una instalación y de las proporciones y destino de energía inútil y desperdiciada.

Para la medición, se parte del conocimiento de los parámetros que intervienen en cada etapa de transformación, de los efectos que se producen en ellos por el cambio y de los patrones que siguen esos cambios.

La selección del equipo apropiado para las mediciones y el uso efectivo que se haga de él, son muy importantes en el programa de optimización de energía y deben considerarse en las etapas iniciales de éste.

- Elaborar una base de datos que permita reunir información de equipos de varias marcas y obtener recomendaciones específicas de ellos.
- Obtener información de costo, de mantenimiento, procedimientos de operación, dimensiones del equipo, precisión y entrenamiento requerido.

Lo anterior se resume en la siguiente tabla 2.1.

TABLA 2.1

Diagnóstico energético	Instrumentación básica empleada en la medición de energía eléctrica		Destino de la acción	Tiempo de implementación	inversión
	Equipo	Costo promedio \$ M.N. 1998			
<i>1er NIVEL</i>	Multímetro	3260	ACTITUD MANTENIMIENTO SEGURIDAD	INMEDIATO CORTO PLAZO	NULA O BAJA INVERSIÓN
	Amperímetro	2230			
	Voltmetro	1500			
	Tacómetro	3525			
	Luxómetro	1750			
Termómetro	2050				
<i>2do NIVEL</i>	Analizador de redes	92000	CIRCUITOS INGENIERÍA INTERCONEXIÓN	MEDIANO PLAZO	MEDIA INVERSIÓN
	Analizador de armónicas	11254			
	Medidor de nivel de ruido	1300			
	Probador de resistencia a tierra	40000			
<i>3er NIVEL</i>	Adecuada a la tecnología empleada	-----	PRINCIPIOS	LARGO PLAZO	INTENSIVAS DE CAPITAL

2.5 ETAPAS DEL PROGRAMA INTEGRAL PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA

En forma similar que para los diagnósticos energéticos, la implementación y desarrollo de un Programa de Administración de la Energía deberá realizarse por etapas, las cuales es posible dividir en:

1^{era} Etapa.

Se basa en un listado de verificaciones y acciones generales el cual puede elaborarse utilizando diversas fuentes de información, incluyendo consultorías relacionadas con el ahorro de energía y las propias experiencias obtenidas de campo. Esta etapa debe de concentrarse en la identificación de acciones obvias para la aplicación de medidas inmediatas de nula o baja inversión.

La alta rentabilidad de estas medidas y su relativa facilidad técnica de aplicación permitirán establecer metas de ahorro ambiciosas, las cuales pueden ser alcanzadas en periodos relativamente cortos.

Algunos ejemplos de estas acciones son:

- * Eliminación inmediata de pérdidas, desperdicios o fugas de energía eléctrica, agua, aire comprimido, vapor, gases, etc.
- * Control de iluminación.
- * Control de demandas y factor de potencia.
- * Instalación de aislamientos adecuados y la recuperación térmica.
- * Negociación de tarifas eléctricas.

En esta etapa es primordial; concientizar, capacitar y crear el hábito de ahorro permanente de energía en todo el personal.

2^{da} Etapa.

Se centra en un detallado análisis de cada operación unitaria, de las condiciones de diseño y de los parámetros especificados para la maquinaria y el equipo.

Con esta información se pueden fijar los estándares de consumo energético por unidad producida, establecer las mejoras potenciales en relación con el diseño original y con las experiencias mas recientes, comparar con operaciones competitivas y establecer también los programas de operación óptima y de mantenimiento productivo total, (preventivo y correctivo) de equipo e instalaciones, contando con esto con parámetros de referencia para una operación estandarizada de la empresa.

En esta etapa se establecen los sistemas de medición y monitoreo, por ejemplo; intensidades energéticas, reportes de consumo de energía y balances de electricidad, etc., que permitan detectar de inmediato las desviaciones de la operación.

En ella también se contempla la rentabilidad de las inversiones en materia de optimización de la energía, previendo considerables disminuciones, obteniéndose una serie de beneficios derivados de mejores y más amplios conocimientos de los procesos de producción.

3^{era} Etapa.

Esta etapa se refiere a la optimización de los procesos en donde se hace necesaria la utilización de herramientas, como la actualización permanente de los balances de materia (masa), energía y los balances de exergía.

Con la información obtenida en la 2^{da} etapa y en esta, es posible lograr optimizaciones como la implementación de sistemas de cogeneración, sustitución de la fuente primaria de energía, cambio en las condiciones de operación como temperatura, presión, etc.

En esta etapa la rentabilidad de los proyectos de ahorro de energía se desacelerarán aún más, pero se alcanzan condiciones de operación óptima o muy cercanas a este punto. Sin embargo, es aquí en donde la relación beneficio–costo de las medidas de ahorro de energía alcanzadas es poco sensible a la inversión realizada.

Por último en esta etapa se manejan proyectos de modernización, la sustitución de maquinaria y/o equipo para mejorar la productividad y para la optimización energética, para el mejoramiento de los procesos y actualización de tecnología. Es decir cambios en las rutas tecnológicas, en los equipos y en los sistemas de obtención y procesamiento de la información, así como la aplicación de conceptos tales como: calidad total, justo a tiempo, mantenimiento productivo total, etc.

Es una etapa en donde se requiere de la búsqueda de oportunidades de ahorro de energía, donde se exige de nuevas metodologías, de tecnologías de vanguardia, de manera de revertir la tendencia de estancamiento de la curva de éxitos expresada en relación beneficio–costo.

Un Programa Integral de Administración de la Energía es por naturaleza ininterrumpido y se deben analizar el seguimiento y control continuos, dirigidos y controlados con base a revisiones periódicas, ajustando, estableciendo y renovando prioridades de acuerdo con exigencias del entorno tanto nacional como mundial.

2.6 OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Dentro de un sistema eléctrico la constitución básica esta dada por la producción y consumo de energía eléctrica. Existen usuarios de servicios proporcionados por la energía eléctrica que demandan de este tipo de energía y deben entonces existir medios de generación de energía eléctrica.

En la siguiente tabla 2.2 se muestran datos de las principales fuentes utilizadas en la generación de energía eléctrica en nuestro país.

TABLA 2.2

ENERGETICO	Mw	%
Combustóleo	13271	42.39
Ciclo combinado	1898	6.06
Turbogas	1777	5.68
Combinado interno	149	0.48
Dual	1750	5.59
Carbón	1900	6.07
<i>SUBTOTAL</i>	20745	66.07
Hidroeléctrica	9131	29.17
Geotérmica	753	2.41
Nuclear	675	2.16
Eólica	1.75	0.01
<i>TOTAL</i>	31306	100

CAPACIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA EN MEXICO.

Fuente: el sector energético en México, edición 1996

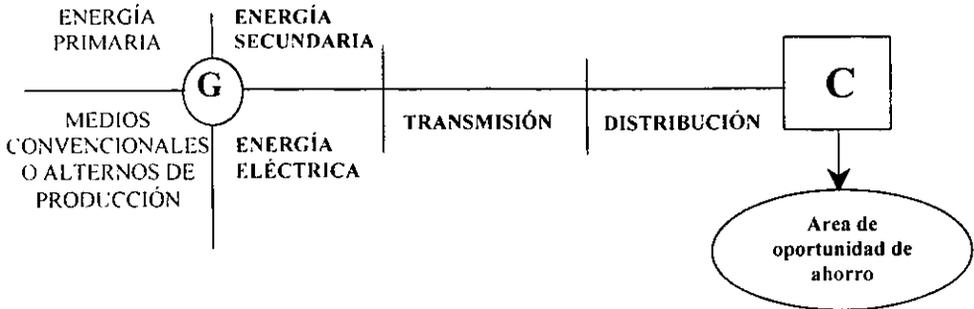
Es posible observar que la fuente principal de generación de energía eléctrica, desde el punto de vista de volumen de producción lo forma el grupo denominado conceptualmente como medios convencionales de generación de energía eléctrica, que se describe a continuación:

- > Centrales termoeléctricas.
- > Centrales hidroeléctricas.
- > Centrales nucleoeléctricas.

Existen otros medios alternativos de producción de energía eléctrica, algunas de ellas aun en proceso de experimentación, que constituyen otra fuente de menor volumen, que actualmente se pueden considerar como complementarias, pero que es posible que en el futuro constituyan una fuente importante de suministro, como la energía nuclear, geotérmica y eólica.

El esquema básico para representar la generación y uso o consumo de la energía eléctrica se muestra a continuación en la siguiente figura 1.

FIGURA 1



La optimización de la energía eléctrica trata en este trabajo con la optimización en la utilización de la misma, para en esta forma aumentar la eficiencia, eficacia y productividad y reducir el impacto ambiental.

Una parte fundamental de un diagnóstico energético es contar con formularios y formatos de recopilación de datos los cuales deberán tomar en cuenta a los principales consumidores de energía eléctrica y ciertas características para cada uno de ellos.



CAPITULO III

PRINCIPALES
CONSUMIDORES

CAPITULO III

PRINCIPALES CONSUMIDORES

A continuación se mencionan los principales consumidores de energía eléctrica, en una refinería, así como información básica que deberá ser considerada en cada caso, tomando como base generalizada, a considerar a cada uno de estos equipos, no como una unidad aislada, sino como parte de un proceso:

3.1 MOTORES ELECTRICOS

Según estudios realizados por el Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (FIDE), se estima que de un 70% a 80% de la energía consumida por el conjunto de todas las industrias se transforma en energía mecánica por medio de motores eléctricos. Esto significa que considerando un rendimiento medio del orden del 80% del universo de los motores en aplicaciones industriales, cerca del 15% de la energía eléctrica industrial se convierte en pérdidas en los motores eléctricos.

En las refinerías se cuenta con una gran variedad de motores eléctricos para el funcionamiento de los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de ellas.

3.1.1 ÁREAS DE OPORTUNIDAD EN EL EMPLEO DE MOTORES ELÉCTRICOS

Uso racional del motor

Para reducir el consumo de energía eléctrica es posible utilizar controles para apagar los motores cuando estos no son necesarios, esto es cuando estos no estén produciendo. Cuando se utilizan correctamente los controles de los motores disminuyen considerablemente el consumo de energía, se reduce el desgaste del sistema mecánico y se mejora el funcionamiento.

Desconectar los motores cuando se encuentren operando en vacío

Algunos ejemplos son: molinos, compresores, bombas hidráulicas, etc. Esta acción también mejora considerablemente el factor de potencia, además de que se puede reducir la demanda al desconectar el equipo y se vea reflejado en la factura eléctrica.

Operar el motor a su máxima eficiencia

Los mayores ahorros de energía eléctrica, se obtiene cuando el motor opera a su máxima eficiencia. La eficiencia o rendimiento de un motor eléctrico es una medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil. Se expresa usualmente en por ciento de la relación de la potencia mecánica entre la potencia eléctrica, esto es:

$$\eta = \left(\frac{\text{Potencia mecánica}}{\text{Potencia eléctrica}} \right) \times 100$$

Ajustar la velocidad de operación del motor

Está es una de las oportunidades de ahorro de energía más importantes y que se puede aplicar con el mismo personal de la planta y con simples modificaciones a los diámetros de las poleas, en ventiladores, extractores, sopladores, etc.

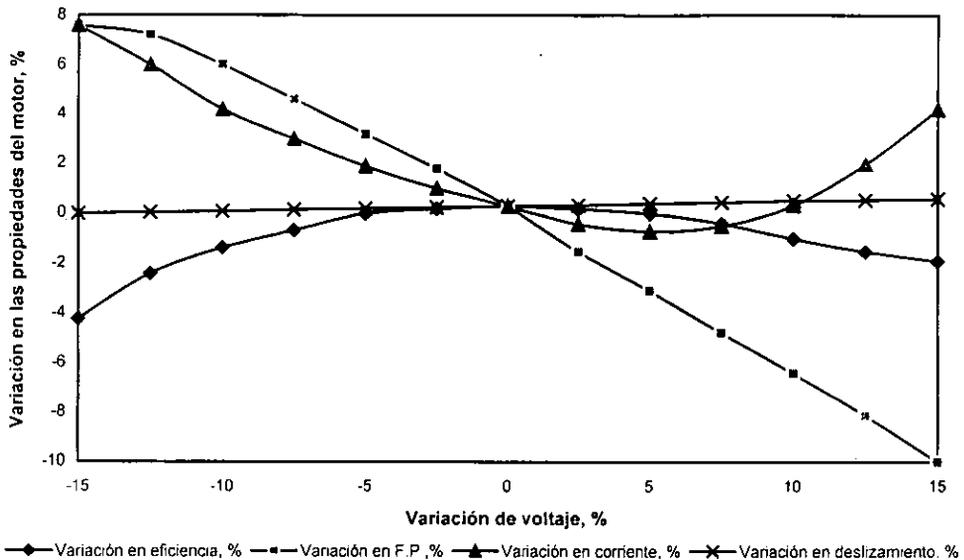
En cargas centrífugas un pequeño cambio en la velocidad del motor a plena carga se transforma en un significativo cambio en el consumo de energía.

Las leyes de afinidad aplicada a los ventiladores, establecen que la potencia demandada por el motor varía al cubo de la velocidad de rotación y en contraste el flujo de aire varía linealmente con la velocidad.

Mejorar el suministro de energía eléctrica

El voltaje del motor debe mantenerse lo más cercano posible al valor indicado en la placa con una desviación máxima del 5%. Si el motor es operado ha un voltaje inferior al de la placa, por ejemplo, 10% el motor incrementará la corriente para producir el par requerido por la carga. Esto causa un incremento en las pérdidas del tipo I^2R . Debido a estas pérdidas se incrementará la temperatura del motor, lo que reduce considerablemente la vida del aislamiento y por lo tanto del motor. Las variaciones de voltajes mayores al 10%, provocan que disminuya en gran medida la eficiencia, el factor de potencia, el par y el tiempo de vida del motor. Esta anomalía puede corregirse ajustando las derivaciones (TAB'S) del transformador.

FIGURA 3.1 Efectos de la variación de voltaje en el funcionamiento del motor



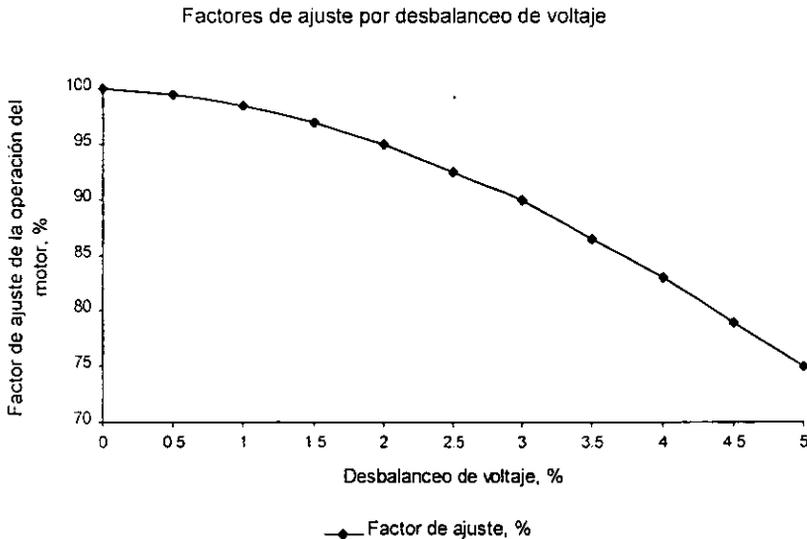
Corregir el desbalanceo de voltaje

Otro aspecto importante en la operación eficiente de un motor, es el desequilibrio o desbalanceo entre las magnitudes de voltaje de cada fase. Esta relación se expresa en porcentaje.

$$DI\% = \left(\frac{\text{Máxima desviación respecto al valor promedio del voltaje}}{\text{Voltaje promedio}} \right) \times 100$$

La eficiencia del motor se reduce en forma notable a medida que aumenta el desbalanceo de voltaje. Por ejemplo un desbalanceo del 3.5% se traducirá en un aumento de las pérdidas de aproximadamente un 20% con el consiguiente aumento de la temperatura. Desbalances superiores al 5% indican un serio problema.

FIGURA 3.2 Factores de ajuste por desbalanceo de voltaje



Un desbalanceo de voltaje de un 2% requiere tomar un factor de ajuste de 0.95, este es un factor multiplicativo y cada uno de los parámetros de operación del motor se verán afectados por este valor. Por ejemplo si la eficiencia es del 88%, con este desbalanceo será de $(88)(0.95) = 83.6\%$

A continuación se presentan algunas de las causas que ocasionan el desbalanceo:

- Un circuito abierto en el lado primario del sistema de distribución.
- La distribución no uniforme de cargas monofásicas sobre un mismo sistema de alimentación.
- Fallas en la operación de los capacitores automáticos.
- Que el equipo se encuentre demasiado lejos del transformador.

Estas son algunas de las principales causas por las que se queman los motores, es conveniente realizar algunas de las siguientes acciones.

- Revisar en el diagrama unifilar de la planta que las cargas monofásicas se encuentren uniformemente distribuidas.
- Monitorear regularmente el voltaje en cada fase, para verificar el desbalance.
- Instalar indicadores de falla en las tierras de la planta.
- Realizar anualmente una inspección por termografía.

Cualquiera que sea la causa del desbalanceo éste debe de corregirse, ya que la corriente excesiva, produce mayores pérdidas, reduce la eficiencia y acorta la vida del motor.

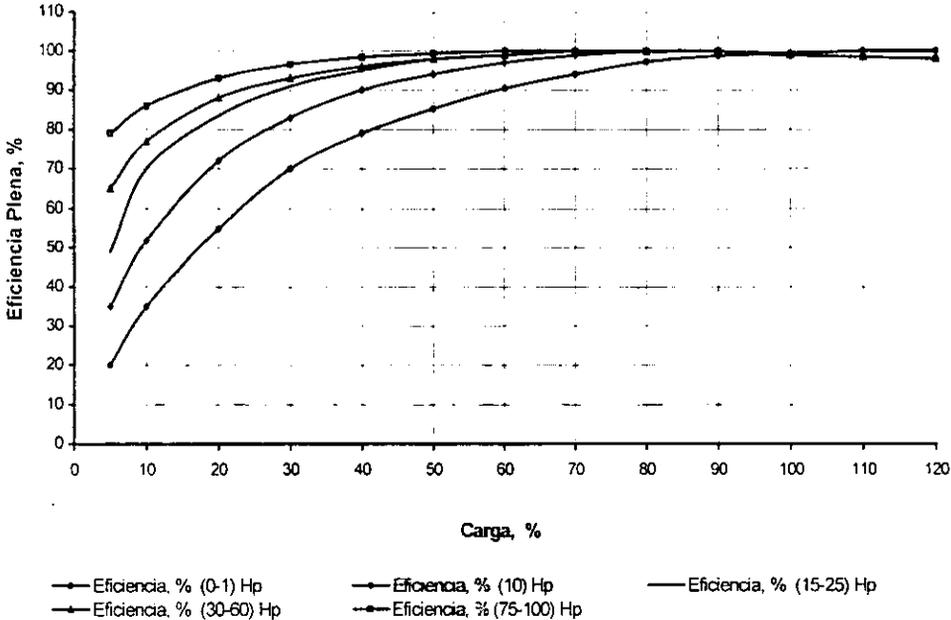
Cuando el desbalanceo sea superior al 1% es necesario corregir las causas, y cuando superior al 3% hay que actuar rápidamente ya que el motor se puede quemar.

Operar el motor a su carga nominal

La mayoría de los motores no operan a su carga nominal, por lo que la eficiencia, el factor de potencia y la corriente de placa no son aplicables, ya que estos valores se toman para condiciones de carga nominal.

La eficiencia tiene poca variación desde el 50% hasta el 100% de la carga nominal, y comienza a disminuir a partir del 40% de carga.

FIGURA 3.3 Variación de la eficiencia con el porcentaje de carga



Incrementar el factor de potencia del motor

El objetivo económicamente rentable es el de incrementar el factor de potencia al 95%.

Mejorar la eficiencia de la transmisión

La mayoría de los motores eléctricos no se encuentran conectados directamente a su carga accionada, utilizan poleas, cadenas o bandas flexibles. La más común es esta última.

Las bandas síncronas previenen las pérdidas por deslizamiento y mejoran la eficiencia de la transmisión en 4%. Las bandas en V muestran una buena eficiencia cuando son instaladas, pero se reduce con el paso del tiempo ya que en su vida útil una banda en V incrementa su longitud un 3%.

Las bandas dentadas (de primera generación) pueden reemplazar directamente a las bandas en V por que dependen de la fricción para transmitir la potencia, y utilizan la misma polea que la banda estándar. La eficiencia de estas bandas es 2% superior al de las bandas en V. Estas bandas trabajan más frías por que absorben poca energía e incrementan de un 20 a 30 % la vida útil de la banda.

Actualmente se cuenta también con la familia de bandas HTD (high – torque drive) para cargas con alto par de operación, son conocidas como bandas síncronas de la segunda generación estas también son dentadas pero requieren que la polea también sea dentada, tienen dientes curvos y trabajan más silenciosamente que las bandas dentadas las cuales tienen dientes trapezoidales. Debido a que estas bandas utilizan el contacto de los dientes para transmitir la potencia y no la fricción se evitan las pérdidas por deslizamiento.

La tercera generación de bandas se refiere a las bandas PolyChain de Gates Rubber y Panther de Dayco estas bandas tienen dientes curvilíneos similares a las HTD pero con ventajas adicionales.

El costo de estas bandas tiene que relacionarse con la duración de la banda, por ejemplo la banda dentada cuesta un 25% más pero también dura 25% más de tiempo y ahorra energía. Para las otras bandas el costo es el doble por que involucra cambiar también las poleas, pero eso solo se hace una vez.

A continuación se muestra una tabla donde se dan las características de las bandas flexibles.

TABLA 1 Características de las Bandas Flexibles

Tipo de Banda	Eficiencia (%)	Costo relativo	Ruido
Estándar en V	93	1	Bajo
Dentada	95-96	1.25	Bajo
HTD	98	2	Moderado
Tercera Generación	98	2.5	Moderado

Alinear correctamente los motores

Los motores deben de estar alineados correctamente. Ya que sino están bien alineados esto ocasiona una vibración, lo que se puede entender como el movimiento oscilatorio o la agitación de las piezas o del sistema completo.

Causas principales de vibración en los sistemas electromotrices.

La vibración en los sistemas electromotrices y principalmente en los motores, puede ser ocasionada por diversos factores, como son la desalineación, el desbalanceo y la resonancia de pata suelta o de la estructura de anclaje del motor. En la tabla 2 se presentan de manera descriptiva una relación del porcentaje de ocurrencia de las causas que provocan la vibración en los motores.

TABLA 2 Causas principales de vibración

Causa principal del problema de vibración	Porcentaje de ocurrencia, %
Desalineación	50 – 70 dependiendo de la capacidad de los operarios
Desbalanceo	30 – 40 debido a errores de ensamblaje
"Resonancia de patas/estructura"	30 – 40 en estructuras flexibles
Amplificación de la resonancia de tubos o tuberías, cubiertas, base de acero, largueros, vigas, plataformas, etc.	20 – habitualmente parcialmente resonante

La desalineación como causa de la vibración

La vibración ocasiona grandes problemas en los sistemas electromotrices, los cuales repercuten en elevados costos de mantenimiento y de consumo de energía eléctrica. Si bien es cierto que muchos de estos gastos son inevitables, también es cierto que en ocasiones estos gastos pueden ser disminuidos en gran medida.

Para el caso de las vibraciones, en los sistemas electromotrices, su disminución representa importantes ahorros económicos, los cuales llegan a tener una relación de 1:1, es decir una disminución en el nivel de vibración del 70%, representa una disminución en el costo de mantenimiento cerca del 70%.

Comprar un motor de alta eficiencia

Existen en el mercado motores de los denominados de "Alta eficiencia", los cuales tienen un incremento de 6% de eficiencia para los motores menores de 50 HP, y de un 2 al 3% de incremento para los motores mayores a 50 HP. El costo se incrementa en un 20 a 30% con respecto a los motores estándar, pero este incremento en precio se paga rápidamente con los ahorros de energía.

Hasta hace algunos años, el costo inicial era el factor más importante al seleccionar un motor de características dadas por él o los fabricantes. Solía dejarse a un lado consideraciones como la del costo de operación, que depende de la eficiencia, lo cual es comprensible por el bajo costo de la energía en ese entonces y por que en la industria, la energía eléctrica representaba un porcentaje pequeño del valor total de sus costos de producción ya que la energía eléctrica en ese entonces estaba a muy bajo costo.

La cantidad de dinero que se ahorra por la compra de un motor del alta eficiencia, en lugar de un estándar, depende de:

- > La capacidad del motor.
- > Horas al año de operación.
- > El porcentaje de carga.
- > El incremento de la eficiencia.
- > Costo de la energía eléctrica en la empresa.

Determinación de las horas de operación. El ahorro de energía eléctrica es directamente proporcional al número de horas de operación. Es necesario determinar el número de horas de operación del motor por turno, día y año.

Determinación de la energía ahorrada. Un motor de alta eficiencia consume menos energía eléctrica para proporcionar la misma energía mecánica que un motor estándar. La diferencia de eficiencia determina los kW ahorrados.

Por medio de la siguiente ecuación se puede calcular el ahorro, al comparar la compra de un motor de alta eficiencia contra la compra de un motor estándar, que operará a la misma carga pero con diferente eficiencia:

$$kW_{\text{ahorrados}} = hp \times L \times 0.746 \times \left(\frac{100}{E_{\text{est.}}} - \frac{100}{E_{\text{alta eficiencia}}} \right)$$

donde

hp = Potencia Nominal del Motor

L = Porcentaje de Carga

$E_{\text{est.}}$ = Eficiencia del motor estándar bajo condiciones de trabajo

$E_{\text{alta eficiencia}}$ = Eficiencia del motor de alta eficiencia bajo condiciones de trabajo

El ahorro anual de energía será:

$$kWh_{\text{ahorrados}} = kW_{\text{ahorrados}} \times \text{horas anuales de operación}$$

Con el ahorro en la demanda calculado y los cargos por demanda y consumo dependiendo de la tarifa eléctrica, se pueden calcular los costos anuales de operación ahorrados por medio de la siguiente ecuación:

Ahorro económico

$$AE = (kW_{\text{ahorrados}} \times 12 \text{ meses/año} \times \text{carga mensual por demanda}) + (kWh_{\text{ahorrados}} \times \text{carga por energía consumida})$$

Las ecuaciones se aplican cuando los motores operan a carga constante. En caso de variaciones, se puede aplicar las ecuaciones para cada período en el que la carga es aproximadamente constante, el ahorro total será la suma de los ahorros en cada período.

La energía que se ahorre dependerá del tamaño del motor y del incremento en la eficiencia entre el motor de alta eficiencia y el motor estándar instalado.

Debido a la mejora en el diseño y al uso de materiales de alta calidad, el costo de los motores de alta eficiencia es de un 20 al 30% mayor que el de un motor estándar. En muchos casos los ahorros en el consumo de energía permite amortizar el sobrepago inicial en un tiempo muy corto.

Para determinar la factibilidad económica de instalar un motor de alta eficiencia, se evalúan los ahorros con relación a la diferencia en los costos.

Para la compra o reemplazo de un motor que se ha quemado o al término de su vida útil, el tiempo de recuperación asociado a la compra de un motor de alta eficiencia, en lugar de uno estándar, es igual al sobreprecio entre los costos totales ahorrados al año.

Período de recuperación para una nueva adquisición

$$PR = \frac{\text{Diferencia en el precio entre el motor de alta eficiencia y el estándar}}{\text{Ahorros anuales}}$$

Período de recuperación para el reemplazo

$$PR = \frac{\text{costo del nuevo motor} + \text{costo de la instalación}}{\text{Ahorros totales anuales}}$$

Al hacer el reemplazo por este tipo de motores es necesario evaluar los ahorros de energía que se tendrán y los porcentajes de carga, esto se debe de llevar a cabo empleando formatos adecuados.

En las figuras 3.4 y 3.5 muestran la comparación de motores estándar y de alta eficiencia, con respecto a eficiencia y porcentaje de carga respectivamente.

FIGURA 3.4

Comparación de la eficiencia de motores eléctricos estándar y de alta eficiencia

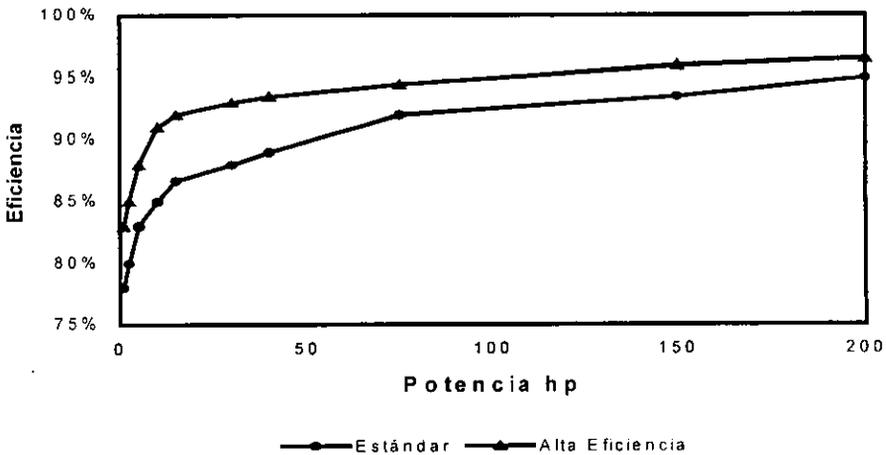
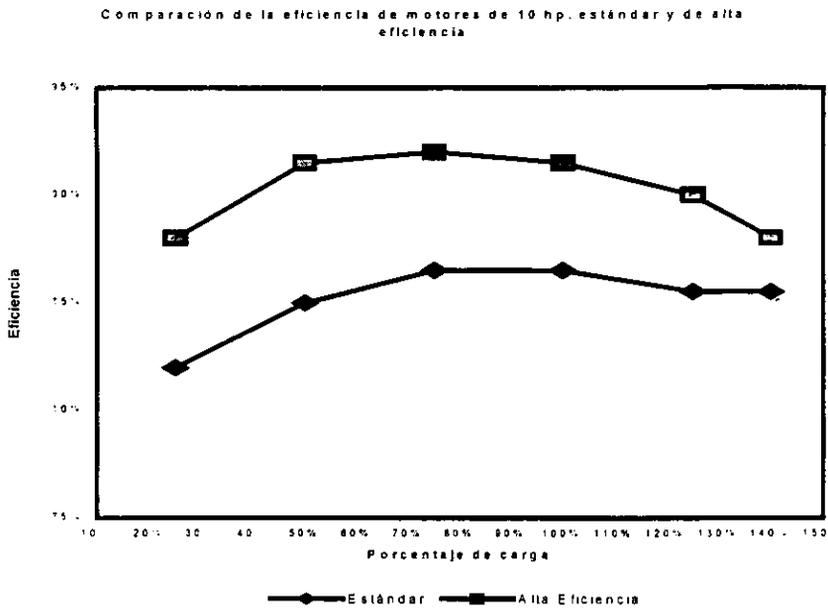


FIGURA 3.5



Controlar por medio de variadores de frecuencia

Los motores de inducción están bien diseñados en aplicaciones de salida constante. Sin embargo, existe un gran número de combinaciones motor/carga/sistema donde la operación a velocidad constante no satisface eficientemente los requerimientos del proceso, debido a dos factores comunes, que a continuación se describen:

Motores sobredimensionados. Los motores comúnmente están sobredimensionados para sus cargas causando la reducción de la eficiencia, también se reduce el factor de potencia, y en muchos casos se incrementa el consumo de energía en la carga por que se reduce el deslizamiento.

Carga variable. Muchas aplicaciones requieren una salida modulada del sistema motor/carga accionada. Esos sistemas están dimensionados para proporcionar el máximo de salida bajo las peores condiciones de operación, pero rara vez se requiere mucho flujo. El exceso de energía se desperdicia, comúnmente por alguna forma de estrangulamiento.

Muchos sistemas sufrirán ambos de estos problemas, en el caso de sobredimensionamiento, se debe de seleccionar el motor más pequeño que

proporcione la potencia y par suficiente. En el caso de carga variable, el tamaño del motor debe dimensionarse para las condiciones cuando se requiere el flujo máximo aunque sea por un pequeño porcentaje de tiempo.

El controlar la velocidad del motor para que corresponda a los requerimientos de la carga proporcionan muchos beneficios, incluyendo el incremento de eficiencia energética y la mejora del factor de potencia, se mejora la productividad de muchos procesos de manufactura por reducción de desperdicios y se proporciona mejor control sobre el arranque y paro.

A continuación se en listan algunos de los beneficios proporcionados.

- Iguala la potencia de salida del motor a los requerimientos de la carga.
- Mejora la precisión del proceso.
- Mejora el factor de potencia.
- Incrementa la producción y la flexibilidad.
- Rango de operación extendido.
- Manejar múltiples motores.
- Alta eficiencia y bajos costos de operación.
- Los motores requieren de un mínimo de mantenimiento.
- Control lineal de aceleración y desaceleración con suaves arranques/paros y cambios de velocidad.
- Límites para la corriente, están disponibles para un rápido y preciso control del par.
- Pocas partes y refacciones son requeridas tanto para el motor como para el variador.
- Los variadores de frecuencia son sólidos y confiables y su diseño asegura pocos tiempos de fuera de servicio.
- La operación en reversa se obtiene en forma electrónica sin necesidad de contactores.

El proceso de selección de un variador, es aquel en donde la carga es de consideración fundamental. Es importante entender las características de velocidad y par, así como los requerimientos de potencia, de tipo de carga a ser considerada. Cuando se consideran las características de la carga, se debe de considerar lo siguiente:

- ¿Qué tipo de carga está asociada con la aplicación?.
- ¿Tiene la carga un componente de descarga o amortiguamiento?.

- ¿Cuál es el tamaño de la carga?.
- ¿Existen cargas con alta inercia involucradas?.
- ¿Cuáles son las características del motor?.
- ¿Sobre que rango de velocidad se encontrará altas cargas?.

3.2 ILUMINACIÓN

La iluminación en las refinерías es fundamental requiriéndose una iluminación adecuada y eficiente.

Una iluminación adecuada implica atención a varios elementos, tales como la clase de recinto o local y el servicio para el cual se requiere, la luminaria más apropiada para el servicio; el efecto del color y la reflexión de techos, paredes y pisos; la intensidad, distribución, difusión y color de la luz y el brillo intrínseco de la luminaria, así como el deslumbramiento y las sombras.

El diseño de sistemas de iluminación está basado en la forma en que se usará un espacio. Las categorías establecidas incluyen: iluminación industrial, iluminación en oficinas, etc. Asimismo, debe estar basado en las tareas ejecutadas en el área, tales como lectura, escritura u operación de una máquina. Estos sistemas pueden ser uniformes en todo el espacio, o no uniformes, ajustados a la tarea de cada área de trabajo. Existen tres formas básicas de iluminación que son:

Iluminación general o ambiental: Es luz de fondo o luz completa en el espacio y suministra un nivel dado de iluminación en toda el área ayudando a reducir contrastes entre el alumbrado de tarea y áreas con luz de acentuación.

Iluminación de tarea o suplementario: Es la iluminación desde fuentes de luz cercanas que permiten la ejecución de tareas visuales específicas y es luz localizada sobre el plano de trabajo (mesas de dibujo, escritorios, etc.).

Iluminación de acentuación o general localizado: Es luz direccional proyectada para enfatizar un objeto en particular o para atraer la atención a una parte del campo de la visión (vitriñas, aparadores, etc.).

La cantidad de iluminación, es formalmente llamada iluminancia y es medida en luxes (lx) siendo el lux un lumen por metro cuadrado (lm/m^2). Las necesidades de iluminancia dependen de las tareas involucradas.

Para comparar la eficiencia de un sistema de iluminación bajo diferentes condiciones, se desarrolló el concepto de Densidad de Potencia por unidad de superficie, el cual indica la potencia total instalada en sistemas de alumbrado por unidad de superficie. Esta unidad de medida es el watt por metro cuadrado

(W/m^2). Los W/m^2 nos permiten comparar qué fuentes de luz son más eficaces esto es los lúmenes por watt que existen (lm/w).

En las plantas industriales normalmente se utilizan lámparas de descarga de alta intensidad (DAI), "lámparas de mercurio, de halógeno metálico y las de sodio a alta presión".

Las fuentes de luz de descarga de alta intensidad se caracterizan por tener larga vida y alta eficiencia.

La intensidad de luz debe ser abundante para tener una visión clara y distinta. La distribución de luz debe ser tal que la iluminación sobre una parte dada del local o área de trabajo sea por lo menos casi uniforme. Excepto para los efectos de alumbrado especiales, el color de la luz aproximado al de la luz de día o el que tienda hacia el amarillo será en general el más satisfactorio.

El deslumbramiento, es el resultado de un brillo intenso en áreas concentradas dentro de la línea de visión directa, debe ser eliminado completamente. Las sombras son necesarias para distinguir los contornos, pero tales sombras deben ser difusas y no demasiado abruptas o densas.

Los valores recomendados para las intensidades de iluminación deseables para una visión adecuada y fácil, se dan por la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (o en el Illuminating Engineering Society IES. Manual de alumbrado).

3.2.1 CLASE DE FUENTES DE LUZ

Existe una amplia variedad de luminarias para proporcionar luz en cada área específica, y su elección debe basarse en factores tales como el brillo de la superficie, eficiencia y mantenimiento. El color y la reflexión de paredes, techos y pisos afectan el factor de utilización total empleado al calcular el rendimiento luminoso necesario para obtener el nivel de iluminación deseado.

Para edificios comerciales y plantas industriales generalmente se utilizan cinco tipos de lámparas: incandescentes, fluorescentes, de vapor de mercurio de halógeno metálico y de vapor de sodio.

Las clases más comunes de fuentes de luz de Descarga de Alta Intensidad (DAI) son las de mercurio, las de halógeno metálico y las de sodio de alta presión. En este tipo de lámpara, la conducción eléctrica no se realiza en el interior de un metal, como en las lámparas de incandescencia, sino en el seno de un gas ionizado, en el cual se establece una descarga eléctrica. Todas tienen un tubo de arco sellado, el cual es como un relámpago encerrado en una botella, aunque en

este caso la radiación es sostenida, no se disipa de inmediato. La tensión aplicada a los dos extremos del tubo del arco excita un gas "de arranque", que a su vez calienta un compuesto metálico hasta ionizarlo, convirtiéndolo en la principal fuente de luz. Cada uno de los tres tipos de fuente contiene un metal o una combinación de metales diferentes dentro del tubo.

La energía radiante que emite cada tipo de lámpara es de una longitud de onda determinada. Esto se debe a que las lámparas de mercurio, las de halógeno metálico y las de sodio aparentemente tengan un color diferente, ya que cada una utiliza una clase de metal diferente para establecer el arco. Lo anterior se debe a que cada elemento químico tiene un color espectral característico.

Todas las fuentes DAI requieren de una balastro que controle la corriente que llega al arco una vez que éste ha sido iniciado. Si no se utiliza una balastro, la lámpara se destruirá al poco tiempo. Las características dinámicas de cada tipo de lámpara son ligeramente diferentes, por ello cada una requiere de un tipo específico de balastro, "excepto en algunos casos especiales".

3.2.2 LÁMPARAS

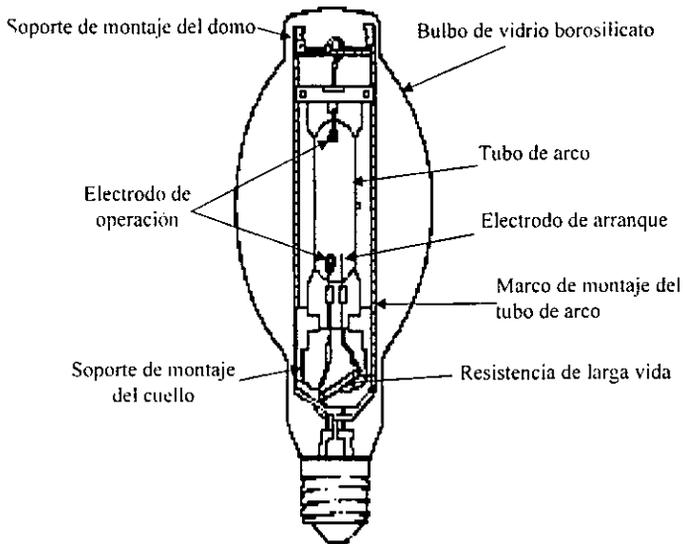
Lámparas de mercurio

Las lámparas de mercurio fueron las primeras fuentes de luz general de descarga de alta intensidad que se utilizaron. Eran apreciadas por que tienen una larga vida y bajo costo inicial por bujía-pie, en comparación con los focos incandescentes. Las lámparas de mercurio se utilizan en los sistemas en donde las fuentes de luz permanecen encendidas durante varias horas, y el mantenimiento resulta difícil o costoso. Actualmente se pueden obtener lámparas de mercurio de 50 a 2000 watts, y su forma puede adaptarse a una gran variedad de usos industriales.

La figura 3.6 muestra una lámpara de mercurio típica, la cual consiste en una bombilla exterior llena de gas inerte (generalmente nitrógeno) que forma un envase protector para el tubo del arco interior. El tubo del arco contiene mercurio puro. Como el mercurio no ejerce mucha presión al vaporizarse a la temperatura ambiente también se agrega gas argón para facilitar el encendido.

Estas lámparas tardan de 3 a 5 minutos para alcanzar el 80% de su luminosidad total. Este periodo puede prolongarse más cuando hace mucho frío.

FIGURA 3.6 Lámpara típica de vapor de mercurio



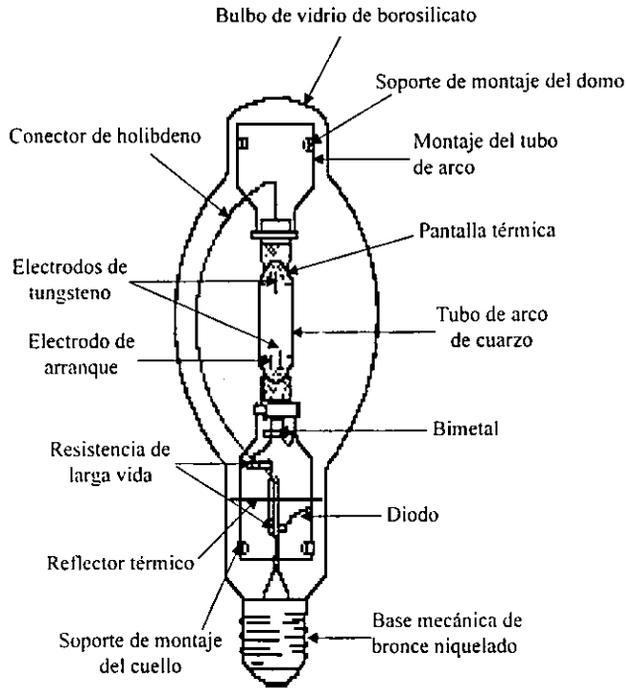
La bombilla exterior de las lámparas de mercurio puede ser de cristal transparente o estar cubierta en su interior de fósforo. Los dos tipos son intercambiables, siempre y cuando tengan la misma potencia en watts. No obstante, si se cambian las bombillas exteriores, la distribución fotométrica de la lámpara será diferente. El fósforo convierte la radiación ultravioleta en luz visible y proporciona un mejor balance de luz, desde el punto de vista del color.

Lámparas de halógeno metálico

Estas lámparas también se conocen con el nombre de lámparas de vapor metálico. Se encuentran disponibles en el mercado para capacidades de consumo entre 175 y 1500 watts. Estas lámparas son más eficientes que las de mercurio y además proporcionan mejor color.

El diseño de una lámpara de metal halógeno es similar al de una lámpara de mercurio figura 3.7. La principal diferencia consiste en que el arco de mercurio se le agregan otros metales para mejorar sus características de color, así como la eficiencia. Además del mercurio, el tubo del arco contiene otros metales en forma de sales (generalmente yoduros). El calentamiento requiere de 5 a 7 minutos, dependiendo del tipo de lámpara y balastra.

FIGURA 3.7 Lámpara típica de halógeno metálico



El tubo del arco de las lámparas de halógeno metálico contiene yoduros en cantidades superiores a las necesarias para estabilizar el arco. Esto da lugar a que siempre quede una reserva de amalgama, la cual pasará al arco cuando éste requiera más. La temperatura de estos materiales de reserva determina la presión interior del tubo del arco, así como la cantidad de aditivo en forma de vapor. Esto a su vez determina las características cromáticas de la lámpara, así como la cantidad de luz o lúmenes que emite. Lo anterior significa que las variaciones de voltaje debidas a variaciones en el sistema y en la lámpara, así como la posición de encendido pueden originar cambios en el color aparente.

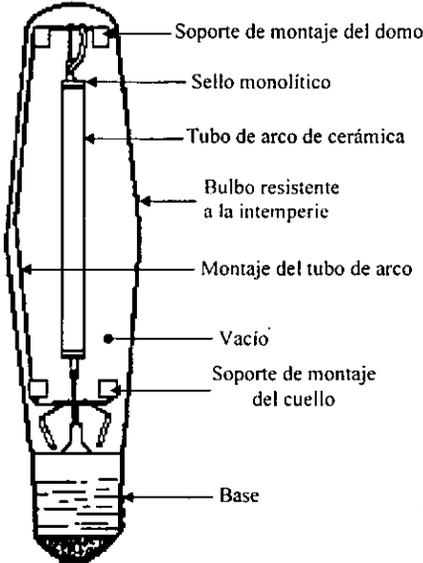
Por lo tanto, para la misma variación de voltaje, las lámparas de halógeno metálico tienen una mayor variación de color que las lámparas de mercurio.

Las lámparas de halógeno metálico también se encuentran disponibles con bombillas revestidas en su interior de fósforo. Esto mejora ligeramente su producción de color y reduce la brillantez, lo cual es de particular importancia en las instalaciones interiores cuando se instalan lámparas a baja altura.

Lámparas de sodio de alta presión

Las fuentes de luz de sodio de alta presión (SAP) son las de mayor eficiencia de entre todas las lámparas DAI; esto es, proporcionan más lúmenes por watt consumido. Puesto que las tarifas por concepto de consumo de electricidad se han elevado, también se ha incrementado el uso de esta clase de lámparas. Las lámparas de sodio de alta presión son 50% más eficaces que las de halógeno metálico y que las fluorescentes, también son dos veces más eficaces que las de mercurio y seis veces más eficaces que las de filamento incandescentes ver figura 3.8.

FIGURA 3.8 Lámpara típica de sodio alta presión



Las lámparas de sodio de alta presión son diferentes de las demás fuentes DAI figura 3.8. en vez de un electrodo de arranque, la balastra utiliza un circuito especial para encender la lámpara. El tubo del arco contiene gas xenón que utiliza como arranque así como una mezcla de mercurio con sodio. La balastra contiene un circuito especial de arranque que ioniza al xenón por medio de impulsos de escasa energía y alto voltaje (aproximadamente de 2500 a 3000 volts). En el periodo de calentamiento se originan cambios de color este tiene una duración de 3 a 4 minutos. Sin embargo, el color de la lámpara en su condición estable, no cambia apreciablemente durante su vida útil, los únicos cambios de color que tendrá se deberán exclusivamente a los cambios en el voltaje de operación.

La temperatura que existe en la pared del tubo del arco es de 1000°C. Entre el tubo del arco y la bombilla exterior existe un vacío con el fin de conservar el color; la cubierta exterior de la lámpara es de cristal de borosilicato (material resistente al calor) el cual se utiliza comúnmente en la mayoría de lámparas de descarga de alta intensidad.

Vida de las lámparas y mantenimiento del nivel de lúmenes

Todas las lámparas tienen una vida nominal expresada en horas de servicio.

El valor de un sistema de iluminación no depende de la vida de las lámparas, sino del nivel de iluminación que éste produce. Si el nivel de iluminación baja significativamente, es necesario limpiar y recolectar las luminarias.

Como el nivel de iluminación inicial de un sistema se calcula previniendo una disminución, se justifica la reposición de las lámparas antes de que termine su vida útil.

El consumo en watts del sistema dependerá de la cantidad de luminarias que contenga y del consumo de cada una. Si se opta por un programa de reposición espaciadas, inicialmente el sistema consumirá mucha más energía de la que es necesaria. Una mayor conservación o un factor de depreciación menor se logra si se cambian las lámparas antes de su deterioro total. El punto de equilibrio ocurre cuando el ahorro de electricidad y el costo inicial del sistema compensan los costos mayores del programa de reposición de lámparas antes de que estén totalmente agotadas.

En la tabla 3 se muestra la vida promedio de los tipos de lamparas que existen en el mercado.

TABLA 3

TIPO DE LAMPARA			POTENCIA (W)	RENDIMIENTO (L/W)	VIDA (HORAS)	APLICACION	
INCANDESCENTES			25-1500	9-20	1000	Vivienda, oficina, comercio.	
D E S C R I P C I O N E S	M E R C U R I O	Alta presión	50-2000	35-65	9000	Talleres, almacenes, parques, complejos deportivos, grandes naves industriales, estacionamientos.	
		Luz mixta		15-35	6000		
		Halógenos	250-2000	70-90	3000		
	FLUORESCENTES			20-65	40-65	6000	Oficinas, comercios, talleres.
	S O D I O		Alta presión	70-1000	60-90	9000	Naves industriales, carreteras, autopistas, alumbrado publico en zonas muy concurridas, aeropuertos, monumentos
Baja Presión			35-200	80-135	6000		

Rendimiento de color y temperatura del color aparente

Las lámparas de halógeno metálico tienen mejores características cromáticas que las de mercurio y que las de sodio de alta presión. No obstante, si se requiere una excelente calidad de color se deben utilizar lámparas fluorescentes complementarias u otras fuentes de luz con altos índices de rendimiento de color.

La temperatura del color aparente de las lámparas de mercurio nuevas varía entre 3027 a 3717 °C, dependiendo del tipo de lámpara.

La temperatura del color aparente de una lámpara de halógeno metálico disminuye a lo largo de su vida, lo que origina un cambio hacia un color más cálido. La temperatura del color aparente de las fuentes de halógeno metálico varía de 3327 a 3977 °C. En las lámparas recubiertas con fósforo, la temperatura fluctúa de 3127 a 3627 °C.

La temperatura del color aparente de las lámparas de sodio de alta presión no cambia mucho durante su vida. Por regla general, con el paso del tiempo su luz se hace mas blanca y al final de su vida adquieren un color más cálido. La temperatura del color aparente de las lámparas de sodio alta presión estándar fluctúa de 1627 a 1827 °C.

Para hacer comparaciones, considere que la temperatura de color aparente de los focos incandescentes es de 2617 °C.

Fallas de las lámparas

La envoltura exterior de la fuente de luz DALI está hecha de un cristal sumamente resistente al ataque de la mayoría de los agentes ambientales. Sin embargo, cuerda del casquillo y el portalámparas están más expuestos al daño por estos agentes, por lo que deben protegerse con luminarias específicamente diseñados para esta situación.

Muchos portafocos tienen una depresión en la cuerda que dificulta la colocación de la lámpara. Si la lámpara no se asienta de manera adecuada dentro del portalámparas, no puede hacer buen contacto. Esto puede originar un arco entre la lámpara y el portafoco, lo cual estropearía la lámpara.

Los portafocos están hechos de tal manera que sea difícil atornillar la lámpara con el fin de impedir que ésta se afloje por rozamientos o vibraciones. Para sujetar firmemente una lámpara se requiere una torsión de 35 libras-pulg.

Si se rompe la bombilla exterior de una lámpara de mercurio, ésta no se apagara, a menos que el tubo del arco también se agriete o se desprendan los alambres alimentadores. Sin embargo, los bulbos de mercurio desnudos emiten rayos de luz de onda muy corta (rayos ultravioleta) que pueden causar quemaduras en la piel, conjuntivitis y otros padecimientos cutáneos y oculares. Por lo tanto, si se rompe la envoltura exterior de una lámpara de este tipo, hay que apagarla, esperar a que se enfríe y reemplazarla.

3.2.3 BALASTROS

Las principales funciones que realiza un balastro son:

- Transforma la tensión de línea al valor de tensión de encendido y de operación necesaria para cada tipo de lámpara, según sus especificaciones.
- Proporciona una cantidad específica de energía eléctrica para calentar los cátodos de la lámpara (temporalmente en las lámparas de encendido normal y permanente en las de encendido rápido).

- Controla la corriente de lámpara manteniéndola dentro de los límites indicados en las especificaciones de la lámpara, cuando se opera el balastro dentro de los límites de tensión y frecuencia para los que fue diseñado.
- En los balastos clasificados como alto factor de potencia, el conjunto balastro lámpara debe operar con un factor de potencia mayor de 0.9 para que su operación sea más económica.

La cantidad de luz, la eficiencia de la lámpara y la vida del conjunto balastro-lámpara dependen en gran medida de la calidad del balastro.

Es esencial que al seleccionar balastos, estos sean de la más alta calidad de modo que la vida, el servicio y la eficiencia del conjunto balastro-lámpara resulten una buena inversión.

Todas las fuentes DALI deben ser operadas con el auxilio de un balastro por las siguientes razones:

- 1.- Para proporcionar la corriente de arranque adecuada.
- 2.- Para proporcionar el voltaje necesario para activar el arco.
- 2.- Para proporcionar el voltaje correcto que establezca el arco y opere la lámpara.
- 4.- Para controlar el flujo de la corriente eléctrica a través de la descarga del arco.
- 5.- Para compensar las características del bajo factor de potencia de la descarga del arco.

Para sistemas de alumbrado fluorescente los balastos se agrupan en la siguiente forma:

- I. Balastos electromagnéticos. Constan de un núcleo de laminación de acero rodeado de bobinas de cobre o aluminio que consumen del 10 al 25 % de la potencia total de las lámparas y están divididos en:
 - a) Balastos de baja energía, que tomen menos watts pero que hacen que las lámparas proporcionen menos luz, siendo los más ineficientes.
 - b) Balastos normales, los cuales hacen que las lámparas entreguen una emisión luminosa completa
 - c) Balastos de bajas pérdidas (alta eficiencia), que disipan menos energía que su contraparte normal, consumiendo menos watts, pero logrando que las lámparas emitan la misma cantidad de luz.

- II. Balastos híbridos. Son balastos electromagnéticos que están equipados con un circuito electrónico que elimina la tensión de los cátodos de calentamiento en lámparas fluorescentes una vez que las lámparas han encendido y están operando.
- III. Balastos electrónicos. Este tipo de balastro opera las lámparas usando circuitos electrónicos que toman la potencia de alimentación a 60 Hz y la convierten a alta frecuencia (20-60 kHz). Los balastos electrónicos son más eficientes que los electromagnéticos ya que hacen que los gases de las lámparas permanezcan desionizados continuamente y, por lo tanto, produzcan luz en forma constante.

El factor de balastro (FB) es uno de los parámetros más importantes para determinar la emisión luminosa de un sistema balastro-lámpara. El FB es la relación de la emisión luminosa de un sistema balastro-lámpara operando con balastro comercial con respecto a la emisión luminosa de ese mismo sistema operando con un balastro patrón bajo condiciones de prueba 25°C y con lámpara patrón.

Otro factor desarrollado para comparar balastos es el factor de eficacia del balastro (BEF, del inglés Ballast Efficacy Factor) que se utiliza para comparar diferentes balastos operando la misma cantidad y tipo de lámpara. Este factor es la relación de la salida de luz producida entre la potencia de entrada.

Sin embargo, y para propósitos de ahorro de energía, el factor más importante es la Eficacia del Sistema balastro-lámpara, que puede ser calculado como:

$$\text{Eficacia del sistema} = \frac{\text{Flujo luminoso nominal de la lámpara (lm)} * \text{No. de lámparas} * \text{FB}}{\text{potencia de entrada (W)}}$$

La eficacia de sistemas balastro-lámpara varía dependiendo del fabricante. Este valor es el que determina la densidad de potencia del sistema de alumbrado.

Corriente de arranque

Es la corriente que se aplica a la lámpara durante los primeros 30 segundos más o menos del ciclo de calentamiento. Esta corriente debe de tener las características especificadas por los fabricantes de las lámparas. Si es demasiado alta la vida de la lámpara se acortará; si es demasiado baja, la lámpara no se calentará hasta su nivel óptimo. Una balastro que proporciona una corriente de arranque cercana al valor máximo, calienta mucho más rápido a la lámpara, pero en cambio abrevia la vida de ésta. Una corriente de arranque cercana al mínimo

produce un calentamiento más lento, pero contribuye a alargar la vida útil de la lámpara.

Las lámparas de mercurio requieren de una cantidad de corriente de arranque cuando menos igual a su corriente de operación; la corriente máxima es de aproximadamente el doble. La cantidad mínima de corriente que requieren las lámparas de halógeno metálico y las de sodio de alta presión también deben ser cuando menos igual a la operación; la cantidad máxima que requieren, sin embargo, es casi 50% mayor.

Voltaje de arranque

Es el voltaje de circuito abierto proveniente de la balastra, el cual proporciona suficiente ionización en el tubo del arco para establecer un flujo continuo entre los electrodos principales. Este excita el arco y hace que la lámpara se caliente. Las lámparas de sodio de alta presión no tienen electrodo auxiliar, por ello requieren de un impulso de alto voltaje para arrancar. El impulso de arranque necesario para una lámpara de SAP de 400W o menos, es de 2500 V, para una de 1000W se requieren 3000 V. Esto es suficiente para ionizar los gases del tubo del arco y activarlo.

Las lámparas de mercurio y de halógeno metálico requieren de un voltaje mas elevado cuando arrancan a bajas temperaturas.

Voltaje de operación

Cada lámpara esta diseñada para operar a cierto voltaje nominal. Sin embargo, una lámpara nueva puede tener una amplia variación en su voltaje real de operación. Por lo tanto, la balastra debe acoplarse a esta variación para minimizar la variación de los watts de lámpara.

En las lámparas de mercurio y en las de halógeno metálico, el voltaje de lámpara original permanece más o menos constante a través de toda su vida. Esto significa que en estas fuentes de luz los watts de lámpara varían casi en la misma proporción que los volts de lámpara, los cuales a su vez, permanecen relativamente constantes.

Las lámparas de SAP, por el contrario, tienen una dotación adicional de mercurio y de amalgama de sodio. De este modo, cuando disminuye el brillo del tubo del arco, lentamente se incrementa el balance térmico y la presión, por lo que el voltaje de la lámpara se eleva. El voltaje a razón de 1 a 2 volts c/100 horas aproximadamente, hasta llegar a 140 volts, al final de una lámpara de 400 watts.

Algunas lámparas, especialmente las de mercurio, operan a cierto voltaje cuando se encuentran en posición vertical y a otro cuando se instalan en posición horizontal. Esto puede originar cambios en los watts de la lámpara.

Factor de potencia

En la combinación lámpara–balastra es conveniente tener un factor de potencia lo más elevado posible. El factor de potencia para las lámparas de mercurio es bastante alto; 90%. Para las lámparas de sodio de alta presión, el factor de potencia es un poco menor; 86% aproximadamente.

Características de operación de los balastos

Volts de línea.

Siempre es necesario saber si existen restricciones en el voltaje de línea de la instalación en la que va a instalar una balastra. Los balastos sólo deben conectarse a circuitos con el voltaje y la frecuencia para la que fueron fabricadas; de lo contrario, la lámpara operará con valores diferentes de los nominales debido al cambio en los volts de lámpara, además esto podrá dañar a la balastra.

Limites de voltaje de entrada.

Los balastos están diseñados para tolerar variaciones de voltaje de entre el ± 5 a $\pm 10\%$. La elección de balastos se debe hacer de acuerdo con las variaciones de voltaje de línea esperados en el sistema en donde se van a instalar. Si el voltaje cae por debajo de los límites tolerados por la balastra, las lámparas no podrán arrancar, o si lo hacen, no se estabilizarán.

Factor de potencia.

Los balastos con un FP elevado hacen un uso más eficiente de los sistemas de distribución de electricidad que los balastos con un FP normal o bajo. Un FP bajo significa más corriente de línea por balastra, esto es, alambres conductores más gruesos, interruptores más grandes y un transformador de distribución mayor que el que se requeriría para un consumo equivalente.

Un balastro con un FP normal (50%) requiere casi el doble de corriente de línea que uno balastro con un FP elevado. El bajo costo inicial de un balastro con un FP bajo puede redundar en un costo mayor de los sistemas de distribución.

Caída del voltaje de entrada.

La caída de voltaje de entrada es la caída del voltaje de línea que tiene que tolerar la balastro hasta que se extingue la lámpara.

La mayoría de las caídas duran de 16 a 30 ciclos, pueden ser causados por fuertes demandas de corrientes de corta duración, tales como las de los equipos de soldadura eléctrica. Las caídas breves pueden deberse a parpadeos y en ocasiones llegan incluso a apagar totalmente a las lámparas.

El balastro debe ser capaz de eliminar las caídas de voltaje esperados en la línea de suministro, y evitar la extinción de la lámpara. Como los balastros operan a 60 ciclos por segundo, una caída de 4 segundos equivale a una caída de 240 ciclos.

Pérdidas del balastro.

Las pérdidas a la eficiencia de un balastro se determinan por medio de la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{\text{watts}}{\text{watt} + \text{pérdidas del balastro}} = \frac{\text{watt de salida}}{\text{watt de entrada}}$$

En la selección del balastro adecuado para cada situación es necesario considerar los diversos factores que afectan la operación de éstos. A continuación se ofrece un criterio de selección generalizado basado en las características de la aplicación del balastro.

Ruido

Los balastros para alumbrado generan ruido que, aunque es de nivel diferente para cada tipo de balastro, es un ruido cuyo valor final dependerá de las condiciones de instalación.

Luminaria

El diseño de la luminaria desde el punto de vista acústico es muy importante, independientemente de que los materiales usados en la fabricación de la luminaria sena los adecuados, lámina de espesor correcto, curvas, dobleces, soldadura y montaje bien hechos. La forma de la luminaria puede dar lugar a vibraciones y amplificación del ruido, comportándose como caja de resonancia.

Número de lamparas

El número de lámparas y balastros montados en cada luminaria y en el área a iluminar, determina el ruido ambiente producido por los balastros. A mayor

número de balastos por cada luminaria o a mayor cantidad de balastos instalados mayor ruido.

Local

Las condiciones acústicas del local deben evaluarse en la etapa de planeación del alumbrado. Los locales que cuentan con pisos duros (concreto, mármol, etc.) y paredes duras requerirán el uso de balastos más silenciosos que aquellos con pisos alfombrados y paredes con cortinas y plafón acústico. Las condiciones de alimentación de energía eléctrica deben ser adecuadas; si la tensión de alimentación es alta, el ruido del balastro aumentará.

Aplicación del local

La aplicación o uso a que se destina el local establece los límites de ruido ambiente permisible. En una zona fabril el ruido ambiente de los balastos, comparado con el ruido de la maquinaria y equipo es mucho menor, por lo tanto puede tolerarse un ruido mayor de los balastos instalados en una fábrica, que para los balastos instalados en una biblioteca.

Enseguida se proporciona una tabla con los niveles de ruido permisible según el tipo de local y la designación del tipo de balastro adecuado para esa aplicación. La designación que se da aquí de los balastos es de un fabricante en particular, esta designación variará dependiendo el fabricante:

TABLA 4

APLICACIÓN	NIVEL PROMEDIO DE RUIDO AMBIENTE (DECIBELES)	GRADO DE SONIDO DEL BALASTRO RECOMENDADO
<i>Residencias, Bibliotecas, Estaciones de radio y T.V.</i>	20 a 24	A
<i>Escuelas y salas de lectura</i>	25 a 30	A,B
<i>Edificios, oficinas, recepción y almacenes</i>	31 a 36	A,B,C
<i>Tiendas, oficinas ruidosas, consultorios</i>	37 a 42	A,B,C,D

Balastos de alta eficiencia

Los balastos de ALTA EFICIENCIA, aparte de reunir todas las características de alta calidad con la que son fabricados, vienen a revolucionar el "AHORRO DE ENERGIA" lo que permite un balastro superior a los existentes en el mercado del mismo tipo.

Características principales:

- El balastro de ALTA EFICIENCIA por lo avanzado de su diseño reduce la cantidad de pérdidas logrando un "Ahorro de Energía".
- Las lámparas con las que son operados estos balastos, proporcionan una intensidad luminosa total.
- Su ALTA EFICIENCIA logra una importante reducción en las pérdidas por calor en el balastro, ocasionando que la temperatura de operación de estos balastos esté por debajo de la temperatura de operación de un balastro normal.

Balastos electrónicos

Los balastos electrónicos logran un ahorro de energía mayor al 30%; su operación en alta frecuencia permite un funcionamiento silencioso y logra que las lámparas que alimenta tengan una mayor eficiencia.

Características principales:

- Su menor calentamiento se traduce en una mayor vida del balastro.
- La baja distorsión de armónicas evita la sobrecarga de la instalación eléctrica.
- Mantiene constantemente calientes los filamentos de la lámpara de encendido rápido lo cual alarga la vida de la misma.

3.2.4 ÁREAS DE OPORTUNIDAD EN EL EMPLEO DE ILUMINACIÓN.

Aprovechamiento de la luz diurna, es la mejor además de que es gratis, si se tienen tragaluces (laminas transparentes, domos) que han envejecido por otros nuevos o en su caso es conveniente que se les dé un buen mantenimiento.

Sustitución de lámparas por otras más eficientes (de mayor rendimiento), con respecto a criterios energéticos y económicos.

Adecuar la potencia del alumbrado a los niveles de iluminación requeridos, en función del uso de los locales y/o lugar de trabajo.

Concentrar la potencia de iluminación en los lugares que, por la actividad desarrollada, así lo requiera dentro del local, y mantener el resto del mismo con la iluminación más reducida.

Aumentar la reflectividad luminosa de paredes y techos.

Instalar equipos de control de encendido de iluminación con celda fotoeléctrica.

Colocar interruptores adecuados, en número y situación, a las superficies por iluminar.

Instalar temporizadores de alumbrado en zonas de pasillos, escaleras, estacionamientos y otros lugares de tránsito continuo.

Instalar controles fotoeléctricos en lámparas que han de estar encendidas de noche.

Eliminar balastos ociosos

3.3 TRANSFORMADORES.

El transformador es uno de los principales elementos que se encuentran invariablemente en un sistema eléctrico por grande o pequeño que éste sea. Este equipo ha permitido el desarrollo de la industria eléctrica hasta la magnitud en que actualmente se encuentra, pues debido a que es posible la transformación de los parámetros tensión y corriente, se tiene la posibilidad de transmitir a distancias de miles de kilómetros grandes cantidades de potencia.

De lo anterior, se desprende la importancia que tiene el transformador dentro de la expansión de un sistema eléctrico y el consumo de energía entre la fuente de generación y los usuarios de la electricidad.

Dentro de las máquinas eléctricas, el transformador se destaca por ser el más eficiente. Sin embargo, en la operación y arreglos de la instalación dentro de un sistema eléctrico, se tiene considerables pérdidas de energía, además de la existencia de muchos de ellos en algunas partes que llevan operando un tiempo considerable, los cuales cuando fueron fabricados, no se contaba con materiales de calidad que actualmente existen y una tecnología avanzada, por lo cual esas unidades operan con mayores pérdidas que las recientemente fabricadas; por lo que es necesario revisar y analizar estos casos, con el fin de resolver aquellos que se han convertido en críticos y provocan pérdidas considerables de energía eléctrica, logrando de esta manera los beneficios que se obtienen de la aplicación de las técnicas del ahorro de energía para este caso.

Pérdidas de energía en el transformador

Las pérdidas de los transformadores son de un porcentaje bajo de la energía que transforman (tomando como referencia las máquinas eléctricas rotatorias),

pero que deben de tomarse en cuenta. Estas pérdidas son de dos tipos: las pérdidas del hierro y las pérdidas del cobre.

La relación entre pérdidas y la potencia nominal así como el rendimiento se puede observar en la siguiente tabla.

TABLA 5

Potencia nom. (KVA)	Pér. en el hierro (W)	Pér. en el cobre (W)	Rendimiento (%)
25	195	670	96.65
50	345	810	97.74
75	400	1080	98.06
100	435	1850	97.76
125	480	2350	97.78
160	490	2600	98.10
200	570	3400	98.05
250	675	4230	98.07
315	750	5250	98.13
400	900	6200	98.25
500	1000	8050	98.22
630	1250	9000	98.39
800	1690	10800	98.46
1000	1800	12600	98.58
1250	2010	16800	98.51
1600	2500	19000	98.67
2000	2750	23900	98.68
2500	3480	29600	98.69
3150	3500	30500	98.93
4000	4300	34000	99.05
5000	5000	39500	99.11
6300	6300	45000	99.19
8000	7000	57000	99.20
10000	7600	68500	99.24

Pérdidas del hierro: A estas pérdidas también se les llaman en vacío. Al conectar el devanado primario del transformador a la red, se excita el circuito magnético y se producen en él dichas pérdidas de energía.

Las pérdidas mencionadas se producen en cuanto se realiza la conexión, y son prácticamente las mismas, estando el transformador en vacío o con carga. Al ser estas pérdidas iguales tanto en vacío como con carga, estas pérdidas se

miden en vacío, ya que en tales condiciones son las únicas importantes que produce el transformador, ya que las pérdidas en cobre son despreciables en el devanado primario.

Es conveniente destacar, que en todo transformador se producen continuamente pérdidas en el hierro mientras esté conectado a la red, aunque su carga sea nula o muy pequeña. Por consiguiente conviene estudiar la posibilidad de desconectarlo, cuando no hay carga conectada o transferir su carga a otro transformador menor y con menos pérdidas si la carga es muy reducida.

Pérdidas del cobre: (pérdidas con carga o de circuito corto). Al conectar carga al transformador, se producen en los devanados pérdidas por el efecto Joule (i^2R), las cuales se miden separadamente de las pérdidas en el hierro en una prueba de circuito corto, ya que así se anula el flujo magnético por gran parte del núcleo, y las pérdidas en el hierro resultan despreciables frente a las del cobre.

3.3.1 ÁREAS DE OPORTUNIDAD EN EL EMPLEO DE TRANSFORMADORES

Determinar si el o los transformadores son de la potencia requerida, al sistema al cual están conectados.

Sustitución de transformadores antiguos, los cuales presentan bajos rendimientos, por otros de un más elevado rendimiento y una elevada eficiencia.

Verificar que la temperatura de la carcasa y de los arrollamientos sea la adecuada.

Revisar que las conexiones en los bornes del transformador estén bien apretadas, ya que esto puede ocasionar voltajes inapropiados, desbalanceo de voltaje y por consiguiente un exceso de calentamiento en los bornes lo cual ocasiona que se presenten pérdidas de energía.

Verificar que las derivaciones del transformador estén en la posición adecuada, ya que de ello dependerá el voltaje de alimentación a los equipos que estén conectados a él, lo cual repercutirá en los equipos si no se están alimentado a su voltaje nominal, y esto ocasionaría un mayor consumo de energía.

Verificar que el aceite se encuentre en buenas condiciones de operación, ya que esto puede ocasionar una falla. Estas fallas suelen ocurrir a veces sin previo aviso como resultado de la contaminación del tanque que puede entrar a él por diferentes partes. La contaminación puede ser causada por partículas grandes o pequeñas, incluyendo objetos como alambres, partículas de metal, polvo de metal y pedazos de aislamientos tales como cartones olvidados durante la fabricación,

también puede haber problemas debido a la entrada de líquidos como la lluvia u otra clase de líquidos.

Los materiales de contaminación tales como las raspaduras de metal son transportadas por el aceite de enfriamiento a áreas de alto campo magnético en donde se cargan de electricidad. Eventualmente, estas partículas cargadas llegan al área de salida, y debido a su baja velocidad, son atraídas a las terminales de alto voltaje como si fueran un imán. El campo eléctrico polariza las partículas de metal haciendo que ellas formen una cadena que eventualmente cierra el espacio entre las terminales y la pared del tanque. Cuando se forma esta cadena la falla del transformador es totalmente inevitable.

Las partículas de madera y de fibras celulósicas absorben humedad y se pueden cargar de electricidad de la misma manera que las partículas de metal.

Aun las partículas más pequeñas de polvo dentro del aceite del transformador pueden absorber la humedad. Estas partículas de polvo generalmente pasan desapercibidas cuando se hace una inspección de las partes del transformador, porque muy a menudo se consideran como partículas inofensivas. Pero cuando estas partículas catalíticas se exponen a los campos eléctricos se cargan de electricidad y forman una bola alrededor de todo componente que este sujeto a un alto campo magnético. Eventualmente, la bola hace contacto con componentes conectados a tierra lo cual causa daños al transformador.

Unas gotas de agua en el aceite pueden ser inofensivas en ciertos lugares, pero cuando las moléculas de agua se encuentran dentro del transformador y están sujetas a un campo eléctrico, estas se polarizan y se mueven rápidamente dentro de la burbuja. Eso causa que la burbuja se agrande y se mueva en dirección de las áreas de alto y bajo voltaje. Eventualmente, las moléculas rompen la burbuja formando esferas de agua muy pequeñas que se mueven en todas direcciones formando un puente largo que causa una descarga parcial o inclusive un daño al transformador.

3.4 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.

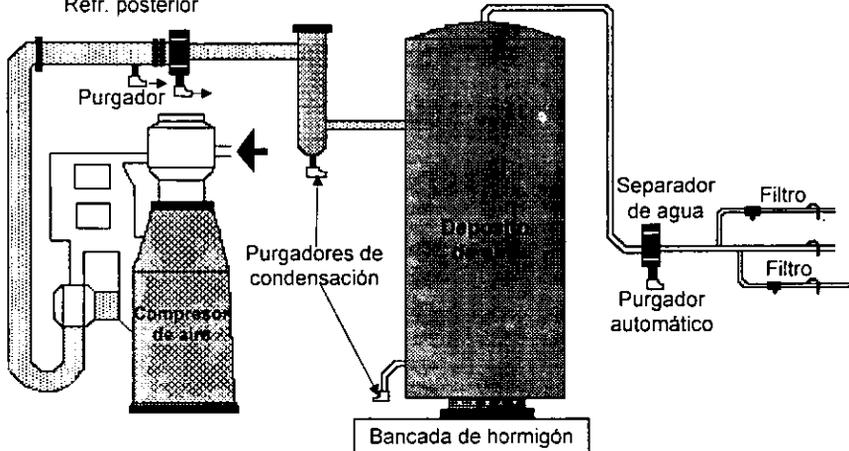
La mayoría de estos sistemas consisten de tres principales subsistemas:

- Compresores.
- Equipos de acondicionamiento; consiste de tanques de almacenamiento, separadores, filtros y secadores de aire.

- Distribución de aire; incluye línea principal, válvulas, filtros y trampas, mangueras, reguladores de presión y lubricante.

La primera parte de un sistema de aire comprimido es el compresor, después el aire es enfriado y secado y pasa a los tanques de almacenamiento los cuales se encargan de ajustar la demanda excesiva, lo cual permite tener el suministro adecuado durante los periodos pico ya que el aire almacenado responde con mayor rapidez a la capacidad real del compresor. Figura 3.9

figura 3.9 muestra el esquema de una instalación típica de aire comprimido.



Los sistemas de aire comprimido no necesariamente deben incluir todos los equipos mencionados anteriormente. Además existen muchas formas de comprimir aire, acondicionarlo y distribuirlo a sus puntos de uso final. Es por ello que no existe un sistema estándar que pueda cumplir con todas las necesidades.

A continuación se mencionan 4 tipos de compresores que son los que más uso tienen en la industria, los cuales son los siguientes: recíproco de simple desempeño, desplazamiento rotatorio positivo, recíproco de doble desempeño y compresores centrífugos.

Compresores recíprocos de simple desempeño

Los compresores recíprocos son más ampliamente usados para los sistemas de aire en las plantas industriales. Los dos tipos principales son los de desempeño simple y los de desempeño doble.

Compresores recíprocos de doble desempeño

El compresor de doble desempeño está configurado para proporcionar un golpe en la compresión para que el pistón se mueva en una dirección o en otra.

Compresores de desplazamiento positivo rotatorio

El compresor de tornillo helicoidal doble fue introducido comercialmente en 1960 y llega a ser muy popular para las aplicaciones de aire en las plantas industriales. Algunas de las ventajas de este tipo de compresor son: bajo costo inicial, bajos costos de instalación y mantenimiento, reducción en la vibración, menor tamaño y entrega de flujo de aire uniforme y con menos pulsaciones.

Compresores centrífugos

Los compresores centrífugos han visto incrementado su uso por los grandes volúmenes de aire en las plantas, como mejoramiento tecnológico se tienen incrementos graduales en las eficiencias. Estos compresores operan a una alta velocidad, resultando en equipo pequeño, más suave y compacto.

3.4.1 ÁREAS DE OPORTUNIDAD EN EL EMPLEO DE AIRE COMPRIMIDO

Selección del tipo y tamaño del compresor

La elaboración de la especificación de un sistema de aire comprimido, determina la capacidad del compresor para satisfacer las necesidades mínimas del sistema. Es importante el costo del tiempo que el compresor permanezca fuera de servicio por reparaciones no programadas del compresor, esto normalmente dicta la capacidad y necesidad de un compresor de reserva o redundancia que pueda proveerse con unidades de 100% de capacidad cada una o bien del 50%.

Un factor muy importante para el rendimiento del equipo es el factor de carga. Es la relación entre el suministro de aire comprimido real y el suministro teórico de diseño a plena carga durante un mismo periodo de tiempo. Se considera como bueno un factor de carga entre el 50 y 80% y nunca debe ser del 100%.

No es apropiado seleccionar un compresor solamente por su mejor eficiencia, es importante obtener una imagen completa y precisa de todos los costos, presentes y futuros, incluyendo el precio de compra, ingeniería e instalación, mantenimiento, consumo de energía y de agua de enfriamiento.

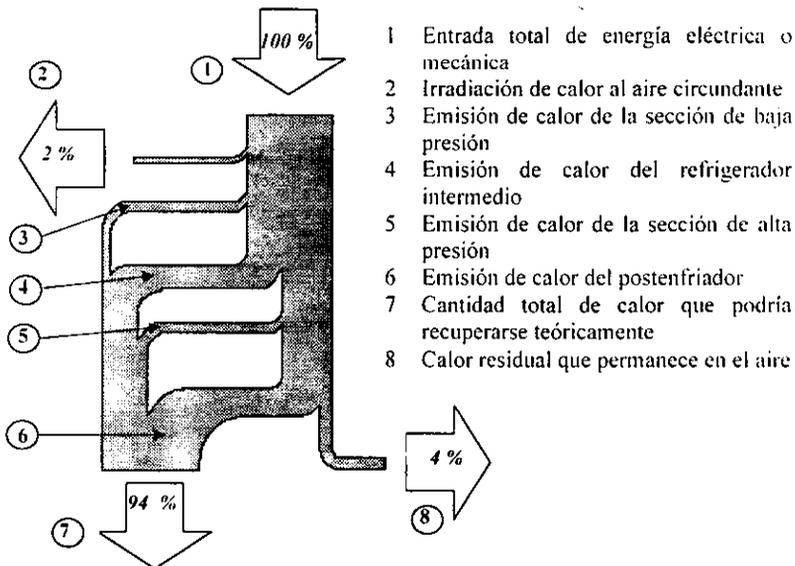
Recuperación del calor

Al comprimir el aire su temperatura aumenta, lo que exige su enfriamiento, para mantener así dentro de los límites de diseño la temperatura de trabajo del compresor, además de mejorar su rendimiento y deshumedecer el aire comprimido.

Este enfriamiento se realiza después de cada etapa de compresión, mediante enfriadores intermedios o posteriores.

Se puede decir que aproximadamente un 94% de la energía consumida en un compresor, se transforma en calor recuperable y únicamente un 6% permanece en el aire comprimido o pasa a la sala de compresores. Figura 3.10

FIGURA 3.10 Diagrama de Sankey de un compresor.



Así pues, al convertirse en calor una gran parte de la energía consumida por el compresor, su recuperación puede representar un importante ahorro de energía.

En compresores enfriados por agua la energía recuperable, que proviene de la cámara de compresión y enfriadores intermedio y posterior, representa del 80 al 90% de la consumida por el compresor. Mediante el adecuado intercambiador agua/agua se puede producir agua caliente entre 40 a 60 °C, para su utilización en duchas, calefacción alimentación a calderas, etc.

En cualquier caso, la aplicación de esta energía térmica dependerá de las necesidades del lugar, su distancia a los puntos de aplicación y de la forma de trabajo de los compresores.

En compresores enfriados por aire, la temperatura del aire sale entre 20 y 30 °C por encima de la temperatura ambiente. El método más fácil de recuperar este calor consiste en la colocación de un ventilador, mediante el cual se envía el aire a su área de utilización.

La aplicación más frecuente de este aire caliente es en sistemas de calefacción y acondicionamiento ambiental, aunque puede aprovecharse de otras formas, por ejemplo, como aire de combustión en quemadores, procesos de secado, etc. En general, podemos decir que el rendimiento de la instalación de recuperación de energía es mejor en caso de los compresores enfriados por agua que por aire.

Conectores y mangueras

La dificultad principal con mangueras y conectores es que frecuentemente se usan y tienen tendencia a fugar el fluido. La fuga se puede evitar con la selección de productos de calidad, instalándolos adecuadamente, y dándoles mantenimiento. Todas las instalaciones nuevas se deben de probar de inmediato y periódicamente.

Cuando la aplicación es para herramientas de mano transportables, las mangueras más grandes y conectores más grandes, habiendo baja caída de presión, son más pesadas y pueden resultar en decremento en la productividad del trabajador.

Para reducir las pérdidas en los conectores, se puede considerar el uso de unos conectores más grandes y omitiendo la facilidad de conexión a dondequiera que no se requiera la desconexión frecuente.

Válvulas

La válvula debe tener:

- La restricción mínima y caída de presión cuando la válvula esta abierta.
- Fugas insignificantes a través de la línea de vapor durante su vida de servicio.
- Cortar el aire estable en la posición de cerrado.

La caída de presión a través de la válvula en la posición de abierto es el factor más crítico en los sistemas de aire comprimido. La caída de presión es función del tipo de válvula y tamaño del puerto de válvula.

La caída de presión a través de las válvulas tienen asociado un costo energético, para todos los años de operación, que depende del costo por unidad de energía, eficiencia del sistema de aire comprimido y tiempo de operación.

Reguladores y lubricantes

Los reguladores y lubricantes, cuando están aplicados adecuadamente, pueden conservar la energía en un sistema de aire. Sin embargo, cada uno representa una considerable caída de presión, normalmente de 2 a 5 psi.

Los reguladores pueden ahorrar energía cuando se aplica para dispositivos que requieren un volumen específico de aire pero que no requieren de toda la presión del sistema.

Los lubricantes son recomendados para las herramientas de aire. La lubricación suficiente y consistente puede llevarnos a:

- Reducción en el consumo de aire
- Incremento en el servicio de vida del rotor y cilindros sellados.
- Reducción del costo de mantenimiento.

Tanque de almacenamiento de aire

En algunos casos, el hacer un análisis detallado del sistema, puede dar lugar a un diseño del tanque de almacenamiento tal que permita obtener consumos de energía mediante la instalación de compresores de menor capacidad y potencia.

Frecuentemente en la industria existe la necesidad intermitente de un volumen considerable de aire a presión moderada durante un corto periodo de tiempo. El análisis necesario para llegar al equipo más económico a menudo involucra el almacenamiento de aire a alta presión para soportar el suministro del compresor cuando la demanda lo exige.

Sistema de distribución

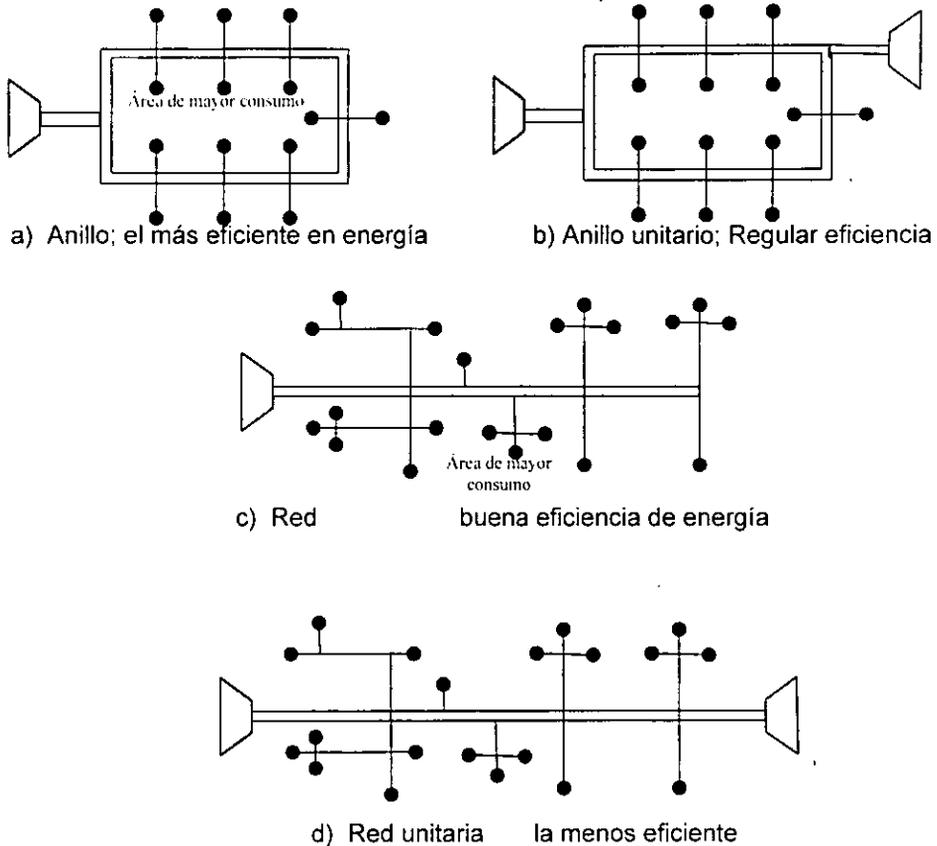
El sistema de distribución es aquella parte de una instalación de aire comprimido que toma el aire de la compresión y lo distribuye a los usuarios finales. Esta es una de las partes de las que menos se llega a saber y la parte más importante del sistema total, puesto que es el lugar más importante a donde se pierde mucha energía y se incurre a mucho mantenimiento.

Los puntos más importantes para el rendimiento y economía de una red de distribución de aire comprimido son:

- Poca caída de presión entre el compresor y los puntos de consumo de aire.
- Fugas mínimas
- Alto grado de separación de condensado en todo el sistema.

En la figura 3.11 se muestran cuatro arreglos diferentes en orden de preferencia. Los sistemas de anillo y red unitarios se usan en casos de ampliación de la planta y de los cabezales de aire existentes o cuando el espacio es insuficiente para la instalación de compresores adicionales en su localización original.

FIGURA 3.11 Sistemas de distribución de aire comprimido



Algunas medidas prácticas a adoptar en este sentido son:

- Evitar las reducciones grandes en la sección de la red de distribución, pues dan lugar a pérdidas de presión.
- Las salidas de la red deben realizarse siempre desde la parte superior del colector y no en línea recta hacia abajo.
- Poner especial atención en los acoplamientos, mangueras y otros accesorios, dimensionandolos generosamente, ya que en ellos se produce normalmente las caídas de presión más importantes.
- Las mangueras de conexión a herramientas no deben exceder una longitud de 5 metros.
- Para evitar pérdidas de presión excesivas pueden diseñarse las líneas de distribución de forma tal que la velocidad de circulación de aire sea relativamente baja.

Fugas de aire comprimido

Puesto que para comprimir aire se necesita energía, la pérdida de aire comprimido por fugas supone en definitiva una pérdida de energía.

En las líneas de aire comprimido en mal estado de conservación se pueden producir pérdidas muy elevadas por fugas, de hasta 40%. La eliminación total de fugas es prácticamente imposible, pero con el mantenimiento adecuado dichas pérdidas pueden reducirse por abajo del 5%.

Normalmente a las fugas no se las da la atención adecuada; sin embargo, el costo de mantenimiento para evitarlas es muy bajo en comparación con el ahorro que se obtiene.

Los puntos más frecuentes son las juntas de tuberías y mangueras, válvulas de corte, equipos, etc. La detección de las fugas grandes son sencillas, ya que son audibles. Ahora bien, dado que generalmente se inician como fugas pequeñas, no audibles, se requiere llevar a cabo una verificación regular de la instalación mediante agua con jabón que rápidamente las identifica.

Entre las medidas prácticas que pueden adoptarse para disminuir las fugas están las siguientes:

- Inspeccionar los empaques de las válvulas y reemplazarlos en caso necesario.
- Reemplazar las válvulas de cierre defectuosas.
- Utilizar buenas abrazaderas de mangueras.
- Reducir la presión la presión del aire para usos de soplado, a fin de ahorrar aire y aumentar la seguridad.
- Usar mangueras de buena calidad para eliminar roturas.

Reducción de la presión

Entre las causas de la baja presión se tiene:

- 1) Compresor muy pequeño.
- 2) Tuberías inadecuadas.
- 3) Demasiadas pérdidas en el sistema por fugas.

Si la caída de presión desde el tanque hasta el punto de uso, es mayor en promedio al 10% ó 15% en el peor punto, se deberán corregir las fugas antes de pensar en la adquisición de un compresor adicional o de mayor capacidad.

La caída de presión varía, más o menos, al cuadrado de la velocidad del aire que pasa por los tubos, por lo tanto, si se duplica el flujo, la caída de presión es $2 \times 2 = 4$ veces mayor. Y también trabaja a la inversa. Al usar tubo más grande, se reduce la velocidad y también disminuye la caída de presión.

En la siguiente tabla se puede observar la cantidad de aire perdido a través de los orificios a diferente diámetro.

Tabla 6 Descarga de aire en litros por segundo

Presión manométrica (Bar)	0.5mm	1mm	2mm	3mm	4mm	10mm	12.5mm
0.5	0.06	0.22	0.92	2.1	5.7	22.8	33.5
1.0	0.08	0.33	1.33	3.0	8.4	33.6	52.5
2.5	0.14	0.58	2.33	5.5	14.6	58.6	91.4
5.0	0.25	0.97	3.92	8.8	24.4	97.5	152
7.0	0.330	0.33	5.19	11.6	32.5	129	202

3.5 SISTEMA DE VENTILACION

Tipos de ventiladores

Los ventiladores se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Ventiladores centrífugos
- Ventiladores de flujo axial

Estos difieren entre sí por la dirección del flujo de aire que pasa por ellos. En un ventilador centrífugo, se impulsa el aire a lo largo del eje del ventilador, y a continuación es desviado rápidamente en forma radial de dicho eje. El aire se reúne en una carcasa o caracol, y se concentra en una dirección figura 3.12. En un ventilador de flujo axial se impulsa el aire a lo largo del eje del ventilador, y después sale en la misma dirección figura 3.13.

Ventiladores centrifugos: Estos ventiladores se pueden subclasificarse en curvados hacia delante y radiales, curvados hacia atrás, dependiendo de la forma de las aspas de un impulsor. Además, las aspas curvadas hacia atrás con doble espesor se llaman hoja de aire.

Ventiladores axiales: Estos ventiladores se pueden subclasificar en los tipos hélice, tuboaxial y aspas axiales. El ventilador de hélice que aparece en la figura 3.13 es como un ventilador de ventana que consiste en un impulsor de tipo hélice montado en un anillo o en una placa. El ventilador tubo axial de la figura 3.13 tienen una rueda con aspas montada en un cilindro. El de aspas axiales, que se muestra en la figura 3.13 es semejante al tipo tubo axial, pero también tiene álabes de guía detrás de las hojas del ventilador, que mejoran la dirección del flujo de aire a través del ventilador.

Características de funcionamiento de los ventiladores

Como el aire es un fluido, existe una resistencia la cual es originada por la fricción al flujo de aire que pasa por los ductos. Para vencer esa resistencia, se debe suministrar energía al aire, en forma de presión. Esto se logra mediante el impulsor rotatorio del ventilador que ejerce fuerza sobre el aire y origina tanto el flujo del aire como el aumento de su presión.

FIGURA 3.12 Tipos de aspas de impulsores para ventiladores centrifugos

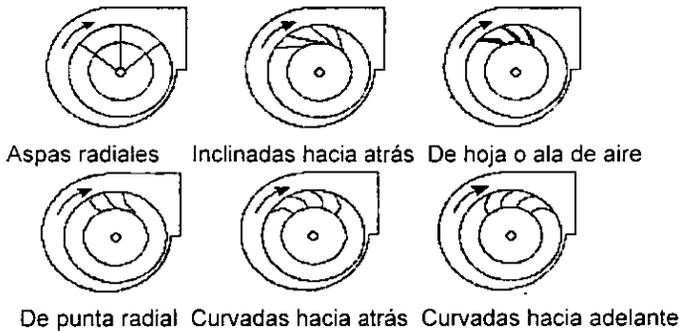
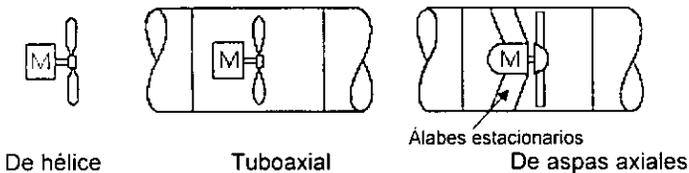


FIGURA 3.13 Ventiladores de flujo



Al flujo volumétrico del aire que sale, y la presión que crea el ventilador se les llama características de funcionamiento. Otras características de funcionamiento importantes son la eficiencia y la potencia al freno (BHP, Brake horse power, caballos de potencia al freno).

Es útil conocer el funcionamiento del ventilador para su selección correcta y procedimientos adecuados de localización de fallas.

3.5.1 ÁREAS DE OPORTUNIDAD EN EL EMPLEO DE VENTILADORES

Aplicación de los ventiladores

La selección del mejor tipo de ventilador para determinada aplicación depende de las características de funcionamiento y de otras particularidades.

Los ventiladores de hélice no pueden crear altas presiones, y por lo mismo se usan cuando hay poco o nada de ductería. Su costo es bajo, y sus aplicaciones típicas son como ventilador de escape de pared o ventana. Los ventiladores centrífugos son los que se usan con más frecuencia en los sistemas de acondicionamiento de aire con ductería.

Los ventiladores con aspas curvas hacia delante tienen en general menor costo inicial que los del tipo curvo hacia atrás, para las mismas características de funcionamiento. Sin embargo, con frecuencia es mayor el costo de operación debido a su menor eficiencia.

Los ventiladores centrífugos con álabes curvados o inclinados hacia atrás en general son más costosos que los curvados hacia adelante, pero normalmente tienen menores costos de operación debido a su mayor eficiencia. La característica de la potencia máxima reduce la posibilidad de sobrecargar el motor o el sistema de distribución eléctrica, cuando el ventilador produce más aire para el que fue diseñado. Los ventiladores de hoja de aire son los más eficientes de todos los tipos.

Los ventiladores tuboaxiales y de aspas axiales se pueden usar en los sistemas con ductos. La distribución del aire en los primeros es dispareja, por lo que no son adecuados para, los sistemas de acondicionamiento de aire.

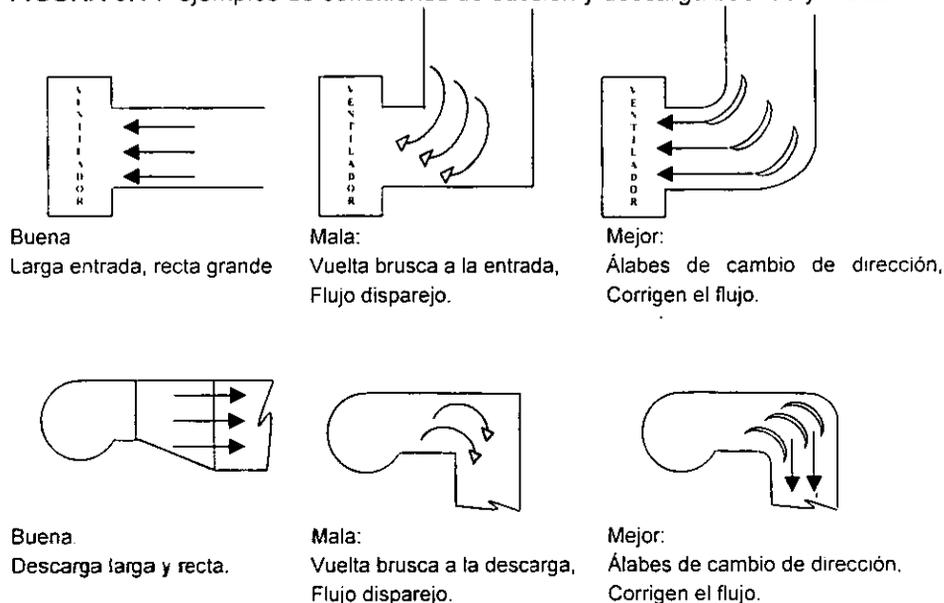
Los ventiladores de aspas axiales si son adecuados. En general producen un mayor nivel de ruido que los sistemas centrífugos, por lo cual podrían necesitar de mayores medidas para reducirlo. Su construcción física compacta es útil cuando se tiene limitaciones de espacio.

Instalación

Existen ciertos procedimientos de instalación de los ventiladores que se deben seguir:

- Las conexiones de succión y descarga al ventilador se deben hacer de modo que se cree flujo de aire con pérdida mínima de presión, e igual velocidad en la succión del ducto. En la figura 3.14 se muestran ejemplos buenos y malos.
- La conexión entre los ductos de succión y descarga, del ventilador, se deben de hacer con lona para reducir la transmisión de vibraciones. Los ventiladores se deben montar o colgar en aisladores de vibración. Existen aisladores de resorte o de hule. Se debe consultar al fabricante acerca de la selección correcta del aislador.
- Se deben tener aberturas de acceso, si es necesario, para la revisión y servicio de los rodamientos.
- Se debe tener un guardabandas con una malla para poder ver las bandas sin quitar la guarda.
- Se debe proporcionar espacio adecuado para inspección y desmontaje, en todos los lados del ventilador .

FIGURA 3.14 ejemplos de conexiones de succión y descarga buenas y malas



Pérdida de presión por fricción en ductos

Uno de los efectos que los ventiladores deben de contrarrestar es la pérdida de presión debida a la fricción. La fricción es una resistencia al flujo como resultado de la viscosidad y de las paredes de los ductos. El tipo de flujo que normalmente se encuentra en los sistemas de ventilación se llama flujo turbulento.

La caída de presión debida a la fricción está dada por:

$$H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

H_f = pérdida de presión debida a la fricción en el ducto.

f = factor de fricción.

L = longitud del ducto.

V = velocidad del fluido.

D = diámetro del tubo.

El factor de fricción depende de la rugosidad de la pared del ducto. Las superficies más ásperas causan mayor resistencia por fricción. Esto significa que si se emplean superficies lisas, y se mantienen así, la fricción disminuye y se usa menos energía. Los demás términos en la ecuación son también información útil. Las velocidades menores y los diámetros mayores reducen las pérdidas, y por lo tanto ocasionan menor consumo de energía, aunque aumenta el costo del ducto.



CAPITULO IV

SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES ELECTRICAS COMO PARTE DE UN PROGRAMA PARA EFICIENTAR EL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA

CAPITULO IV

SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMO PARTE DE UN PROGRAMA PARA EFICIENTAR EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

4.1 SEGURIDAD

4.1.1 Objetivo principal del trabajo de seguridad.

Es el de evitar lesiones personales y muertes, sin embargo el reconocimiento de que el más elevado propósito del trabajo de seguridad es la eliminación de las lesiones humanas no debe llevarnos a descuidar la importancia que tiene la reducción de los costos como un objetivo de la seguridad. La reducción de los costos mensurables de las lesiones y la mejoría en la moral y la eficacia de los procesos son, por supuesto, objetivos por sí mismos dignos de encomio.

Cuando se presentan lesiones, la mayoría de los expertos en seguridad sienten una preocupación muy personal, sobre todo si la lesión pudiera haberse evitado. Sin embargo, el mejor programa de seguridad no eliminará todos los accidentes. En ocasiones, pueden ocurrir y ocurren casos por lesiones que son impredecibles y por lo tanto, no siempre se pueden evitar. No obstante, la incidencia de lesiones puede reducirse a mínimos irreducibles, con la consecuente mejora en la eficiencia, ya que el segundo objetivo general del trabajo de seguridad consiste en reducir los costos de producción y/o operación. Aunque ocupe un segundo lugar en relación con la prevención de las lesiones de las personas, la reducción de los costos amplía las bases que justifican el trabajo de seguridad.

La reducción de costos suministra una finalidad directa para evitar toda clase de acontecimientos no deseados los que causan, como los que no causan lesiones. La reducción de costos como finalidad, se orienta a las pérdidas ocasionadas por daños a la propiedad y por dificultades en la producción, con el consecuente desperdicio de energía, así como a los aspectos correspondientes a las lesiones.

No obstante, es evidente que la estabilidad del personal es vital para la eficiencia de la producción, lo cual se traduce en la eficiencia en el empleo de los recursos energéticos de la empresa. La producción por persona o departamento

se acelera cuando los trabajadores conocen su trabajo y se desarrolla un trabajo en equipo. Las lesiones interrumpen estos ordenados procesos. Además de las interrupciones en la producción, es necesario contratar nuevos trabajadores, o asignar a la tarea otros que no la conocen, y perturbar la coordinación del grupo. La reducción de costos es con frecuencia el motivo que permite realizar el trabajo de seguridad, orientado a la ganancia, en cualquier planta productiva, ocupando así un lugar junto al proceso simplificación en las operaciones, el buen manejo de los materiales, el control de la producción, las restantes técnicas de la gerencia y de acuerdo con las nuevas políticas y técnicas administrativas, la eficiencia energética.

La reducción de costos puede ser considerada como un propósito mayor en el programa de seguridad, o bien, como un medio para compensar el costo de las actividades orientadas a la eliminación de lesiones, las que la administración puede decidir aplicar independientemente de los costos. Los antecedentes muestran en general que un esfuerzo para reducir los costos ha constituido razón suficiente para ampliar el esfuerzo de seguridad, el cual, a no ser por los costos de las lesiones, jamás habría sido aceptado como inadecuado.

Existen ganancias que pueden parecer intangibles, sin embargo determinan la actuación de una planta productiva actuando sobre conceptos como costo de producción por unidad (lo cual es considerado al determinar los índices energéticos), por la calidad y cantidad de ésta y por el volumen de venta.

Debe de ser cabalmente comprendido que en el diseño de procesos, máquinas, planos, instalaciones y programas como el de eficiencia energética, ninguno de ellos puede ser considerado como completo y listo para su uso hasta que no quede perfectamente establecido que su operación será segura en relación con el trabajador directamente implicado, y no constituirá tampoco riesgo para otros empleados.

Un proceso no puede ser considerado seguro si necesita que el empleado para no incurrir en una lesión, ejerza una diligencia continua, estando constantemente alerta y preocupado por la seguridad. Los lugares de trabajo, talleres, proceso y programas de eficiencia energética deben ser creados desde el punto de vista de ingeniería con el concepto de seguridad incluido. Siempre que sea posible, las máquinas, procesos y programas como el anteriormente mencionado, deben ser planeados, dispuestos y protegidos con el fin de excluir la posibilidad de una lesión. Incluso entonces habrá necesidad de que todo lo que puede realizarse para motivar, instruir y controlar a los empleados se haga con el propósito de evitar que incurran en actos poco seguros. Incluso si no se dan

condiciones de inseguridad pueden realizarse bastantes actos inseguros por parte de los empleados como para dar lugar a lesiones graves.

Una fábrica en la que se manufacturaban ladrillos artificiales para revestimiento, no había tenido hasta el momento una mala experiencia en relación con las lesiones. Sin embargo una investigación de ingeniería, realizada por un ingeniero de seguridad, descubrió una situación que indicaba un posible riesgo prominente. El ingeniero revisó el proceso, mecanizándolo de forma tal que el riesgo fue suprimido por completo. La intención original había sido la de eliminar el riesgo, pero como ocurre con frecuencia en tales casos, la eliminación del riesgo se vio acompañada con una mejoría ideada durante el proceso de corrección del riesgo, lo que trajo consigo un marcado aumento de la eficiencia. La mejoría costo cuarenta y dos mil dólares; la producción se vio aumentada de 20, 000 unidades por año a 67, 000, con ahorro de 52, 800 horas de trabajo por año. Antes de esta mejoría, y con base en los costos asignados a aquel departamento, calculó que estaba operando con pérdida de un dólar por unidad. Después de terminada la instalación, los costos de producción bajaron lo suficiente para convertir aquella pérdida en un beneficio de dos dólares por unidad. Este resultado fue espectacular, pero en realidad es típico de lo que a menudo ocurre en una escala menor cuando se lleva a cabo un pequeño cambio en los métodos.

4.1.2 Seguridad en instalaciones eléctricas industriales.

Mencionar a la electricidad es mencionar uno de los descubrimientos más necesarios e importantes del mundo moderno. La electricidad es y seguirá por mucho tiempo siendo nuestra aliada inseparable. Debido a sus características particulares, los trabajos con electricidad implican riesgos graves cuando no se ejecutan con las precauciones debidas, por esta razón sólo los electricistas y operadores que cuentan con autorización pueden manejar las instalaciones eléctricas. Aún corrientes producidas por voltajes tan bajos como 110 volts pueden ocasionar accidentes fatales en ciertas condiciones. En la investigación de los accidentes ocurridos por choques eléctricos de bajo voltaje, se ha observado que estos han ocurrido debido a la ignorancia o ha no tomar en cuenta los riesgos que ofrecen los circuitos de tensión relativamente baja.

La electricidad puede crear riesgos y ser responsable de lesiones y daños cuando:

- a) Una persona pasa a constituir parte de un circuito eléctrico. El resultado puede ser un choque eléctrico.
- b) En los elementos de un circuito eléctrico no protegido existe una sobrecarga eléctrica y se calientan, puede llegar a producirse un incendio al alcanzar la temperatura de ignición de los materiales próximos a las superficies calientes.
- c) Cuando se producen arcos o chispas debido en general al salto de electricidad de un conductor a otro cuando se abre o cierra un contacto eléctrico, tal como ocurre al accionar interruptores o al descargar la electricidad estática. Puede originarse un incendio cuando el arqueo o chisporroteo se produce en una atmósfera que contiene una mezcla de sustancias inflamables.

En los aspectos de seguridad es fundamental el principio básico de electricidad conocido como Ley de Ohm, el cual describe la siguiente relación:

“La fuerza o presión (volts) para transmitir corriente a través de un conductor es igual a la velocidad del flujo de la corriente (ampers) multiplicada por la resistencia (ohms) del conductor al flujo de la corriente.” Expresada en símbolos:

$$V = RI$$

En donde V se expresa en volts, R en ohms e I en ampers

La mayor parte de los accidentes de origen eléctrico ocurren cuando el operador sin estar bien aislado de tierra toca con las manos o con herramienta mal aislada un cuerpo metálico que este electrizado, dando origen a un paso de corriente a tierra a través del cuerpo de dicho operario y la cual circula en este caso, de las manos a los pies pasando por el corazón, los pulmones y otros órganos vitales con resultados graves, dependiendo de la intensidad de la corriente.

La trayectoria o el paso de la corriente a través del cuerpo será directa del punto de entrada al punto de salida, debido a que la corriente fluye a través de todas las partes del cuerpo con igual facilidad.

La electrocución ocurre cuando el área del corazón o el centro del control respiratorio del bulbo raquídeo están en la trayectoria de la corriente.

La intensidad de corriente que el cuerpo humano puede tolerar es muy pequeña y se mide en miliampers. La tabla 4.1 muestra los efectos de la corriente en el cuerpo humano.

TABLA 4.1

CORRIENTE MA	EFEECTO
1 a 8	Sensación de choque
8 a 15	Choque doloroso
15 a 20	Choque doloroso con pérdida del control De los músculos adyacentes.
20 a 25	Choque doloroso con severas contracciones musculares y dificultad para respirar.
50 ó más	Puede ser fatal.

En condiciones especiales la resistencia que el cuerpo humano ofrece a la corriente varia, por ejemplo piel húmeda la resistencia es menor, y bajo estas condiciones, voltajes de 45 a 60 Volts han sido fatales, cualquier valor arriba de 32 volts es peligroso. La tabla 4.2 muestra algunos valores típicos de resistencia del cuerpo humano.

TABLA 4.2

Área del cuerpo	Resistencia Ohms
Piel seca	100,000 a 600,000
Piel húmeda	1,000
Interior del cuerpo	400 a 600

Al ocurrir un choque eléctrico, el cuerpo de la persona pasa a formar parte de un circuito por el que fluye la corriente eléctrica, estando la intensidad de esta corriente regida por los principios establecidos de la ley de Ohm.

La gravedad de los daños que puede ocasionar un choque eléctrico depende de:

- La intensidad de corriente que pasa por el cuerpo de la víctima.

- La región del cuerpo que atraviesa.

- El tiempo que la persona dure expuesta al paso de la corriente

- Las condiciones particulares de la misma: fatiga, mala salud, cuerpo mojado. agitación emocional, etc.

La resistencia total del circuito en caso de accidente, esta formada por la resistencia de contacto más la resistencia del cuerpo humano, y no pudiendo variar esta última a voluntad debe tratarse siempre de aumentar la resistencia de

contacto a un valor tan grande que impida que la corriente fluya por el cuerpo del operador, o bien que se reduzca a un valor que se logra empleando los equipos de protección adecuadas a cada caso. Entre mayor es la resistencia presentada por el cuerpo, menor será la corriente que pasa por él y por lo tanto menor será la gravedad del daño, por lo que la primera medida preventiva de seguridad consiste en utilizar siempre la ropa de trabajo adecuada, completamente seca, jamás debemos ponernos algo húmedo.

La ropa de trabajo incluye:

Camisola y pantalón de algodón

Casco dieléctrico

Zapatos dieléctricos

Y no llevar ningún objeto de metal.

Dos pares de guantes; uno de neopreno, que es un material dieléctrico, y los otros de carnaza, que sirven para dar resistencia mecánica. Es muy importante revisarlos continuamente para que no tengan hoyos o cortaduras, y esto es fácil y rápido; únicamente se inflan y se observa que no haya fugas. Una vez seguros de que se encuentran en buenas condiciones, se usan poniéndose uno sobre otro, primero los dieléctricos y después los de carnaza.

Existen una extensa serie de consideraciones acerca de los elementos de seguridad y los daños que produce el uso de la electricidad cuando no se consideran las normas de seguridad, sin embargo con lo anteriormente expuesto es suficiente para el alcance del presente trabajo.

Aquí cabe considerar el trabajo del área de mantenimiento en la prevención de lesiones. El encargado de esta área deberá tener a su cargo de manera particular, la responsabilidad de ver que el trabajo del departamento se realice siempre con la idea de que no ha de permitirse que existan riesgos temporales, y que uno de sus objetivos debe ser el mantener en la planta un nivel de seguridad para el trabajo. Un breve resumen de algunas de las funciones que pueden ser asignadas a este departamento indicará en que medida su trabajo afecta la seguridad de los demás.

4.2 MANTENIMIENTO

Para el mantenimiento del equipo eléctrico es evidente la necesidad de emplear trabajadores que conozcan los peligros potenciales de dicho equipo y que estén entrenados para no correr ellos mismos algún riesgo, manteniendo el equipo en buenas condiciones, de forma tal que los trabajadores que laboran en su

proximidad no pueden resultar dañados por ignorancia o error, mejorando la eficiencia en el aprovechamiento del recurso energético.

El mantenimiento general de una planta constituye una clave evidente en relación con las preocupaciones de seguridad de la planta productiva. Los pisos limpios, los pasillos sin escombros, el equipo para combatir los incendios y todas las demás herramientas y suministros en sus lugares designados, el equipo en perfectas condiciones de operación, es una muestra de operación segura y eficiente.

Actualmente existe una filosofía respecto a las labores de mantenimiento, la cual enfatiza a los nuevos conceptos de administración de considerar dentro del desarrollo y/o establecimiento de cualquier planta productiva los conceptos ecológicos y de eficiencia energética, la cual menciona la CONSERVACIÓN como un todo formado por labores de DEFENSA DEL RECURSO (PRESERVACIÓN), más labores de DEFENSA AL SERVICIO QUE PROPORCIONA EL RECURSO (MANTENIMIENTO), lo que permite obtener otros muchos logros; tal como la racionalización del trabajo de preservación y mantenimiento, lo cual automáticamente aumenta la productividad, lo cual se refleja en el aprovechamiento del recurso energético.

Es muy importante considerar el principio de V. Pareto, el que proporciona la manera de jerarquizar el inventario de CONSERVACIÓN, a fin de conocer cuáles son los RECURSOS VITALES, cuáles los IMPORTANTES y cuáles los TRIVIALES, con el objeto de aplicar más racionalmente los esfuerzos prioritarios a lo vital e importante. También es importante determinar cuál es el costo mínimo de conservación, para en esta forma optimizar los recursos, permitiendo también conocer si el área de conservación está proporcionando una buena calidad de servicio.

Dentro de esta nueva filosofía los departamentos o áreas de mantenimiento se convierten en departamentos o áreas de conservación.

Las actividades generales de un departamento de conservación se clasifican en:

- Inspección
- Rutinas
- Reparación
- Cambio
- Modificación

Definiéndose cada uno de estos conceptos de la siguiente forma:

Inspección: Consiste en la observación de los recursos, con el objeto de obtener información sobre su estado físico o funcionamiento.

Rutinas: Son los trabajos de preservación y mantenimiento, que se considera necesario hacer periódicamente para obtener una buena apariencia, duración y funcionamiento del recurso.

Reparación: Son los trabajos efectuados para corregir los daños que se hayan suscitado en un recurso, o los defectos de fabricación que registre el mismo o una de sus partes. Es importante no confundir los trabajos de reparación con los corrección de una falla, pues esta última puede necesitar de todas las actividades aquí mencionadas.

Cambio: Consiste en sustituir una máquina o componente que por cualquier concepto haya dejado de ser confiable, por otra u otro exactamente igual, pero en buenas condiciones de funcionamiento.

Modificación: Son los trabajos que se consideran necesarios para reformar el diseño o las propiedades físicas de los recursos, a fin de eliminar fallas repetitivas originadas por diseño o fabricación defectuosa.

Normalmente las labores de conservación en la fabrica deben ser distribuidas en tres tipos de personal:

Conservación ligera: Consiste en pequeñas labores de conservación del recurso para atender, tales como limpieza, lubricación parcial, apriete de tornillos o partes que se aflojen por el uso natural del recurso, en fin, todo aquello que signifique un trabajo sencillo de conservación: Estas labores deben ser asignadas al usuario del recurso.

Conservación común: Consiste en prácticamente todas las labores de conservación que se llevan a cabo en la planta productiva exceptuando las contenidas en la conservación ligera y la conservación pesado.

Conservación pesada: Consiste en trabajos que por su complejidad, especialización o cuestiones económicas, se considera preferible asignarlos a personal muy especializado o talleres o compañías dedicadas a este tipo de labores.

La atención de la conservación ligera debe quedar bajo la responsabilidad del jefe del área de producción, pero su ejecución debe ser comprobada por el personal de conservación, con el fin de informar las deficiencias que pudieran resultar.

Otras funciones que es conveniente asignar a los departamentos de conservación de toda empresa, son las siguientes:

- ❖ -SEGURIDAD INDUSTRIAL
- ❖ -RECUPERACIÓN DE MATERIALES
- ❖ -REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN
- ❖ -ALMACENAMIENTO DE BASURA

Considerando que la conservación industrial es una función tan importante en la fábrica, ya que tiene relación directa con la productividad y con el eficiente empleo del recurso energético, es necesario hacerla objeto de una *ADMINISTRACIÓN INTEGRAL* que contemple todos los aspectos de la planta productiva.

Una de las principales preocupaciones que se expresan respecto al mantenimiento industrial, es la falta de una adecuada atención a la Conservación Integral. Algunas empresas consideran la conservación como una medida necesaria, la cual hay necesidad de soportar, están acostumbrados a soportar paros frecuentes, baja eficiencia de funcionamiento en los equipos, mala calidad de productos o servicios imputables a la maquinaria, pésimo mantenimiento en los recursos, generalmente no se cuenta con estadísticas o gráficas de control que permitan al personal de conservación, cuando menos saber cuáles son sus problemas más importantes. En medio de esta situación se mueve el personal de conservación y producción, sujeto a grandes presiones, por lo que los resultados no se hacen esperar y se muestran necesariamente en el servicio o producto final que se ofrece con alto precio y baja calidad.

La productividad se consigue a través del funcionamiento adecuado de los recursos humanos que integran la planta productiva y el personal de producción y conservación, tienen en este aspecto una importancia primordial y dada la estrecha relación que involucran sus actividades con el esquema general de la planta productiva, es necesario que sean administrados dentro de dos grandes enfoques de la administración, el estratégico y el táctico. La función estratégica la componen aquellas labores que se desarrollan en cualquier momento para obtener resultados en un futuro. La función táctica la componen labores que se desarrollan en cualquier momento para obtener resultados inmediatos.

Es necesario, si se desea mejorar la conservación en una planta productiva, que además de tener el pensamiento puesto en los enfoques táctico y estratégico de la función, también se tenga cuidado de que los recursos humanos estén motivados y preparados técnica y administrativamente para que la labor que van a

desempeñar éstos se ejecute dentro de una estructura que permite atender las tres funciones básicas de la conservación industrial:

CONSERVACIÓN CONTINGENTE (CC): Trabajo de preservación y mantenimiento correctivo en recursos vitales e importantes.

CONSERVACIÓN RUTINARIA: Trabajo de preservación y mantenimiento preventivo en recursos vitales e importantes; incluye correctivo en recursos triviales.

CONSERVACIÓN POR ANOMALIAS (CA): Trabajos de preservación y mantenimiento preventivo en cualquier recurso vital o importante que presente una anomalía, pero que siga funcionando dentro de la calidad de servicio esperada.

Estas tres funciones deben llevarse en la planta productiva dentro de un marco económico que proporcione la productividad esperada de los departamentos de producción y conservación, por lo que es necesario contar con una adecuada estructura. en donde se han tomado en forma general las funciones que de acuerdo a la implantación de una nueva filosofía, deberán llevarse a cabo en un departamento de conservación. Al conjunto interrelacionado de estas tres funciones se le llama *CONSERVACIÓN INTEGRAL (CI)*, y puede expresarse de la siguiente forma:

$$CI = CC + CR + CA$$

Pero, como tanto la conservación rutinaria como la de anomalías se programan para atenderlas, se tendrá:

$$CONSERVACION PROGRAMADA CP = CR + CA$$

por tanto

$$CI = CC + CP$$

Es posible definir a la conservación integral como:

"La actividad humana que reúne acciones preventivas y correctivas interrelacionadas dentro de un marco económico, a fin de preservar y mantener los recursos de la empresa en condiciones eficientes, económicas y seguras"

Por lo que es posible establecer que, el objetivo del mantenimiento industrial es garantizar el funcionamiento eficaz de los recursos empleados por el hombre, en otras palabras, mantener el servicio de dichos recursos dentro de límites de *calidad* preestablecidos. Una vez más se pone de manifiesto la importancia del servicio y su calidad.

Para lograr los objetivos antes expuestos, es necesario contar con un manual de mantenimiento, cuyo contenido será tanto administrativo como técnico. para elaborarlo deberá contener lo siguiente:

-TITULO. Indicando de manera clara a lo que se refiere el manual.

CARTA DE PRESENTACIÓN.- un oficio que confirme que el manual ha sido aprobado por los directivos que encabezan la organización.

PRÓLOGO.- Se explica por que se ha escrito el manual y el provecho de su utilización.

INDICE DE MATERIAS. –Describe el contenido del manual.

TEXTO DEL MANUAL.- Abarca la materia que debe incluirse.

APENDICE.- Proporciona un lugar para incluir el material de referencia.

INDICE.- Los puntos básicos del manual que deben incluirse deberán ser claros.

OBJETIVOS.- Debe hacerse una manifestación clara de los objetivos a alcanzar por la organización. Las frases deberán ser breves como para asegurar que la máquina o el equipo puedan trabajar con la mejor eficiencia.

CONCEPTOS REFERENTES A LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.- Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- Inventario de las máquinas y equipos auxiliares. Da información acerca de la instalación de la planta productiva.
- Sistemas de Inspección.
- Peticiones procedentes de otros departamentos.
- Planificación y estimaciones
- Autorizaciones de trabajo.
- Programación
- Rendimiento, debe describirse los métodos y procedimientos de trabajo.
- Informes administrativos.

- DIRECTORIO TELEFÓNICO
- PLAN EN CASO DE EMERGENCIA O DE DESASTRE
- PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE COSTOS
- SEGURIDAD Y ADIESTRAMIENTO
- SIMPLIFICACIÓN DE TRABAJO.
- PLANOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.

ASPECTOS DE CONSERVACIÓN APLICADA A EQUIPO ELÉCTRICO.

Básicamente los aspectos de conservación se deberán aplicar a los equipos eléctricos mencionados a continuación:

Sistema Eléctrico de Distribución y Registros Eléctricos
Centros de Control de Motores
Motores eléctricos en general
Sistema de Aire Comprimido
Sistema de Bombeo
Barras de Conexión
Sistema de Tierras
Transformadores
Arrancadores
Generadores
Interruptores
Contactores
Iluminación

De todo lo anteriormente expuesto es posible observar que existe una fuerte relación entre la seguridad, el mantenimiento (conservación) y la eficiencia energética.

Cuando se practica un diagnóstico energético es muy conveniente tomar en cuenta y revisar los Programas de seguridad y mantenimiento. En varias ocasiones será posible utilizar los formatos empleados en mantenimiento para diseñar los cuestionarios que se usarán durante el levantamiento de datos que serán utilizados para realizar el diagnóstico energético.



CAPITULO V

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA

CAPITULO V

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

El primer paso para eficientar el uso de la energía en cualquier tipo de instalación es conocer las condiciones actuales de operación para poder determinar perfectamente las acciones necesarias para convertir dichas condiciones a las deseadas.

Actualmente existe una pagina de CONAE en Internet la cual es (www.conae.gob.mx), en donde se presentan Metodologías para la detección de oportunidades de ahorro de energía en instalaciones públicas y privadas. Por medio de esta se proporcionan herramientas que consisten en una serie de formatos, los cuales serán llenados por el usuario y enviados a CONAE para su evaluación. Hasta el momento se cuenta con Metodologías para Iluminación en Inmuebles, Control de la Demanda Eléctrica, Alumbrado Público, Generación y Distribución de Vapor, Torres de Enfriamiento, Calentadores a Fuego Directo y algunas otras en proceso.

Como es posible observar, cuando se realiza un Diagnóstico Energético es de primordial importancia contar con formatos adecuados que sirvan como guía de inspección, adecuándose a cada uno de los lugares visitados, ya que el tipo de equipo empleado en una terminal de inspección y recolección es diferente al de una Refinería o a un edificio administrativo; sin embargo es posible diseñar formatos tipo de los cuales y habiendo realizado una visita previa a la instalación es posible seleccionar los adecuados.

En el caso de las Refinerías de PEMEX las cuales han sido auditadas ambientalmente, es posible por medio de estos datos obtener información que será de gran utilidad al realizar el Diagnóstico Energético y posteriormente estos datos se emplearán al decidir si es factible y aconsejable iniciar proyectos como proponer un Sistema de Cogeneración.

Es muy importante tomar en cuenta los Programas de Seguridad y Mantenimiento de la Planta Productiva, ya que de ellos se desprende información que será de gran utilidad durante la recopilación de datos para efectuar el Diagnóstico Energético. En PEMEX se cuenta con sólidos Programas de Seguridad Industrial, los cuales contemplan programas de actualización, como el

de la Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene, cuyo objetivo es promover el uso correcto de la Normatividad externa e interna, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo y a la constitución, registro y funcionamiento de las comisiones mixtas de seguridad e higiene. Motivar al mejoramiento personal y reafirmar la técnica de evaluación del riesgo, para levantar el acta correspondiente al efectuar los ejercicios prácticos en campo cuando se realice el recorrido.

A continuación se muestran formatos típicos propuestos para realizar Diagnósticos Energéticos enfocados al área eléctrica los cuales serán compatibles con la posterior instalación de un Sistema de Cogeneración. La elaboración de los formatos constituye la primera etapa para establecer una Metodología propia en el establecimiento de aplicación de Diagnósticos Energéticos practicados a PEMEX, enfatizando en el área eléctrica; ya que aunque existen organismos dedicados a la asesoría e implementación de programas de ahorro de energía como el FIDE, y CONAE, se han enfocado al ahorro de energía enfocado al área térmica. CONAE ha realizado algunos estudios en plantas de PEMEX los cuales han estado enfocados al área térmica y actualmente el IIE esta realizando estudios energéticos en la Planta de Fuerza de la Refinería de Miguel Hidalgo, en Tula, Hgo; sin embargo, en los estudios realizados hasta la fecha no se ha manejado el concepto de considerar a la planta productiva como un sistema integral, en el cual todas las áreas están estrechamente interrelacionadas.

En este trabajo se pretende presentar un panorama, el cual abarca los sistemas particulares formando parte como subsistemas de un sistema total integral, el cual engloba los diferentes procesos.

En el anexo **A** se presenta un caso de un Proyecto de Ahorro de Energía el cual ejemplifica los beneficios que se obtienen al aplicar programas de eficiencia energética en forma integral. También se incluye un estudio realizado a la Refinería Miguel Hidalgo en Tula, Hgo. El cual fue presentado a PEMEX para su aceptación, y debido a las reducciones presupuestales, aún no ha sido aprobado, en donde se muestran los beneficios que sería posible obtener al contar con un Manual como la primera fase al establecer una Metodología propia para aplicar un Diagnóstico Energético de 1er Nivel. Como se menciona anteriormente, aún no se ha realizado este tipo de estudios en las Refinerías del Sistema de PEMEX Refinación.

5.1 SISTEMA ELÉCTRICO

Dentro de los equipos que forman parte del sistema eléctrico es posible clasificar subsistemas independientes, los cuales pueden clasificarse como sigue:

Sistema Eléctrico de Distribución y Registros Eléctricos

Centros de Control de Motores

Motores eléctricos en general

Sistema de Aire Comprimido

Sistema de Bombeo

Barras de Conexión

Sistema de Tierras

Transformadores

Arrancadores

Generadores

Interruptores

Contactores

Iluminación

En anexo **B** se presentan algunos de los equipos de medición que se pueden utilizar en los diagnósticos energéticos.

5.2 FORMATOS PARA LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Los formatos presentados a continuación se refieren a los principales subsistemas antes mencionados.

IDENTIFICACIÓN GENERAL

NOMBRE DE LA EMPRESA
GIRO Y O ACTIVIDAD
RESPONSABLE

LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA

DIRECCION
CIUDAD _____
ESTADO _____
TELEFONO _____
FAX _____
FELEX _____
Email _____
INDUSTRIAS CERCANAS

CONTACTO

RESPONSABLE: _____
CARGO: _____

PROGRAMA DE TRABAJO

HORAS AL AÑO						
HORAS/DÍA/SEMANA						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
SEMANAS/AÑO						
PERIÓDO DE VACACIONES						
PERIÓDO DE MANTENIMIENTO						

CONDICIONES AMBIENTALES

PRESIÓN ATMÓSFERICA
TEMPERATURA AMBIENTE: _____
MÁXIMA: _____
MÍNIMA: _____
TEMPERATURA MEDIA: _____
BULBO SECO: _____
BULBO HUMEDO: _____

PRODUCCIÓN TOTAL ANUAL

MES	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD
ENERO			
FEBRERO			
MARZO			
ABRIL			
MAYO			
JUNIO			
JULIO			
AGOSTO			
SEPTIEMBRE			
OCTUBRE			
NOVIEMBRE			
DICIEMBRE			

DATOS ENERGÉTICOS BÁSICOS

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PLANTA

DEMANDA MÁX. PROM. Kw	CONSUMO ANUAL MWh	DEMANDA MÁX. MENSUAL	
		MÁX. KWh	MÍN. kWh

ENERGÍA ELÉCTRICA REQUERIDA DE LA CFE

DE _____ DE 19__ A _____ DE 19__

TARIFA O CONDICIONES DE INTERCAMBIO DE ENERGÍA CON CFE								
MES	PUNTA				BASE			
	Kw	MWh	FACTOR POTEN.	COSTO/ MES	Kw MEDIA	MWh	FACTOR POTEN.	COSTO/ MES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AUTOGENERADA

hora/día	POTENCIA PROMEDIO kW	ENERGÍA ANUAL MW/h	SISTEMA EMPLEADO

CLAVE PARA DESIGNAR EL SISTEMA EMPLEADO

A.- TURBINA DE VAPOR

A1.- CONTRAPRESIÓN

A2.- CONDENSANTE

B.- TURBINA DE VAPOR CON EXTRACCIÓN

B1.- EXTRACCIÓN-CONDENSACIÓN

B2.- EXTRACCIÓN-CONDENSACIÓN

C.- TURBINA DE GAS

D.- MOTOR ALTERNATIVO (GASOLINA, DIESEL, ETC.)

E.-SISTEMA DUAL

F.- OTROS: ESPECIFIQUE

ENERGÍA ELÉCTRICA AUTOGENERADA

DE _____ DE 19__ A _____ DE _____

MES	TARIFA DE REFERENCIA							
	PUNTA				BASE			
	kW	MWh	F.P.	COSTO/ MES	kW	MWh	F.P.	COSTO/ MES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

EL SISTEMA DE AUTOGENERACIÓN ELÉCTRICA ES INDEPENDIENTE O INTERCONECTADO A LA RED

SI EXISTE TRANSFORMADOR ENTRE LA PLANTA Y LA RED, ESPECIFIQUE LA CAPACIDAD

INDIQUE LA DISTANCIA APROXIMADA DE LA PLANTA DE FUERZA A LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN O SUBESTACIÓN DE CFE MÁS CERCANA _____

AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD	TIPO DE UNIDAD	CAPACIDAD DE LA UNIDAD	CONSUMO POR UNIDAD		TEMPERATURA PROMEDIO	PORCENTAJE DE HORAS DE OPERACIÓN	
			ELÉCTRICO	TÉRMICO		VERANO	INVIERNO

CLAVE PARA DETERMIANR EL TIPO DE UNIDAD.:

A.- COMPRESIÓN

B.- ABSORCIÓN -

C.- OTRO, ESPECIFIQUE _____

ENERGÍA TÉRMICA

CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA EN LA PLANTA

COMBUSTIBLE

DE _____ DE 19 _____ A _____ DE 19 _____

MES	TIPO DE COMBUSTIBLE <hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/> PODER CALORÍFICO <hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/>		TIPO DE COMBUSTIBLE <hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/> PODER CALORÍFICO <hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/>	
	CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

CLAVE PARA DESIGNAR EL TIPO DE COMBUSTIBLE EMPLEADO

A.- COMBUSTÓLEO EN lts.

B.- DIESEL EN lts :

C.- GAS Nm³

D.- OTRO, ESPECIFIQUE: _____

PRODUCCIÓN DE VAPOR

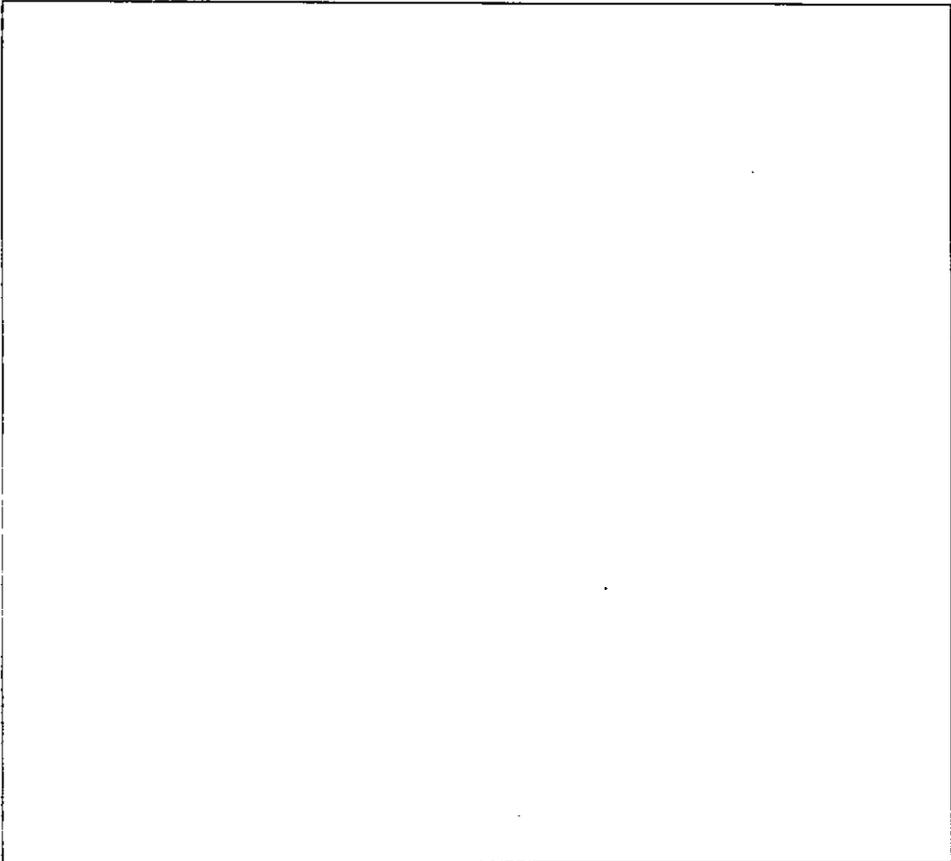
MES	PRODUCCIÓN EN TONELADAS		
	PRESIÓN _____ Kg/cm ² _____ °C	PRESIÓN _____ kg/cm ² _____ °C	PRESIÓN _____ kg/cm ² _____ °C
	1		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

SI EXISTEN VARIACIONES GRANDES EN LA PRODUCCIÓN DE VAPOR
 INDIQUE SI SON DEBIDAS A LA VARIACIÓN EN LA PRODUCCIÓN U OTRAS
 CAUSAS

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

PROCESO

A CONTINUACIÓN HAGA UNA BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y SUS PRODUCTOS PRINCIPALES

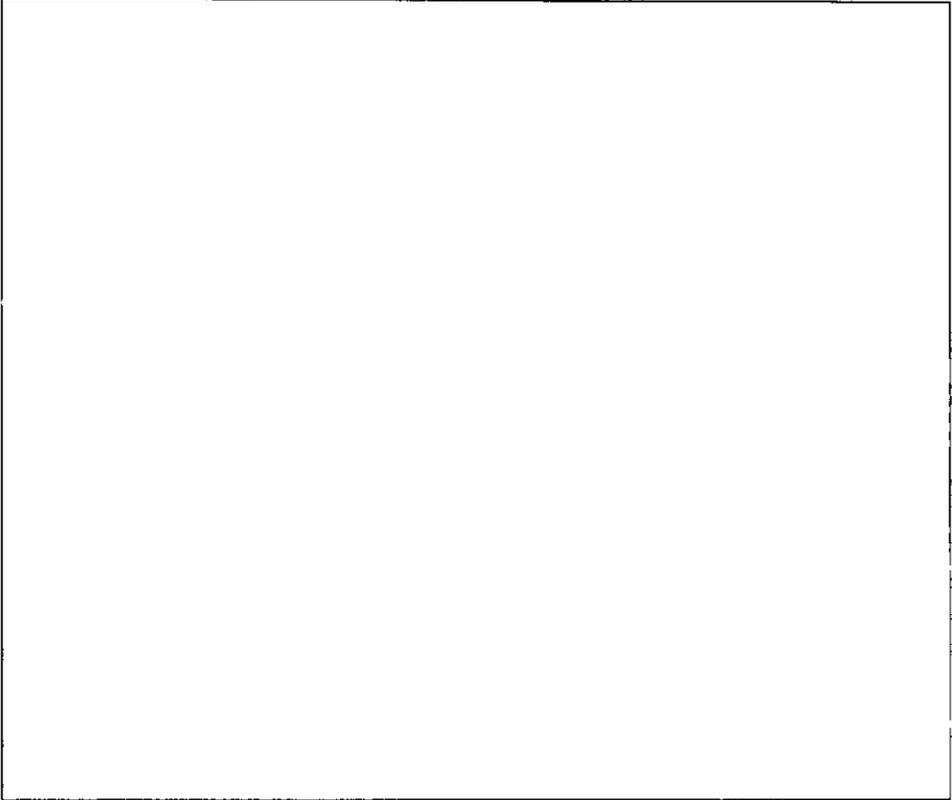


EN ESTE PUNTO ES ESENCIAL CONTAR Y CONSULTAR CON:

**EL PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACIÓN**

RED ELÉCTRICA

A CONTINUACIÓN HAGA UN DIAGRAMA SIMPLE DE LA RED ELÉCTRICA INTERNA DE LA PLANTA:



EN ESTE PUNTO ES ESENCIAL CONTAR Y CONSULTAR:

EL DIAGRAMA UNIFILAR DE LA PLANTA

Y MUY RECOMENDABLE CONTAR CON:

EL DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACIÓN.
LOS DIAGRAMAS DE CONTROL ELÉCTRICO

DATOS ADICIONALES DE LA INSTALACIÓN

1.- CONFIABILIDAD Y COSTOS DE SERVICIO ELÉCTRICO

1.1.- ESTIME CUÁNTOS CORTES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO (DE LA RED Y DE AUTOGENERACIÓN) OCURRIERON EN EL ÚLTIMO AÑO.

NÚMERO DE CORTES DE LA RED: _____

DURACIÓN PROMEDIO: _____

DURACIÓN MÁXIMA: _____

NÚMERO DE CORTES DE AUTOGENERACIÓN: _____

DURACIÓN PROMEDIO: _____

DURACIÓN MÁXIMA: _____

1.2.-COSTOS A LA PLANTA INDUSTRIAL POR LOS CORTES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO

_____ POR CORTE
_____ ANUAL

1.3.- COSTOS ANUALES APROXIMADOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE ENERGÍA _____

1.4.-COSTOS ANUALES TOTALES DE COMBUSTIBLE PARA AUOGENERACIÓN: _____

2.-¿HABIENDO APLICADO LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA OPTIMIZAR LA ENERGÍA EN LA PLANTA, SE PODRÍA CONTEMPLAR LA POSIBILIDAD DE INSTALAR UN SISTEMA DE COGENERACIÓN? _____

EN CASO DE QUE LA RESPUESTA SEA AFIRMATIVA:

¿EXISTE ESPACIO DISPONIBLE PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE COGENERACIÓN? _____

2.1.- ¿FUERA DE LA INSTALACIÓN? _____

2.2.- ¿DENTRO DE LA INSTALACIÓN? _____

ESPECIFIQUE LA ALTURA DEL PISO AL TECHO DEL ESPACIO DISPONIBLE

PLANES Y PERSPECTIVAS DE LA INSTALACIÓN

1.- ¿SE TIENEN PLANES DE INCREMENTAR EL PROCESO PRODUCTIVO EN LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS? _____

EN CASO AFIRMATIVO ESPECIFIQUE EL PORCENTAJE DE INCREMENTO

2.' ¿SE TIENEN PLANES PARA INSTALAR Y/O INCREMENTAR SU INSTALACIÓN DE AUTOGENERACIÓN? _____

EN CASO AFIRMATIVO ESPECIFIQUE LA CAPACIDAD PLANEADA

3.- ACTUALMENTE LA LEGISLACIÓN MEXICANA PERMITE LA VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LA RED PÚBLICA. EN CASO DE QUE SE TENGAN EXCEDENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, ¿SE CONTEMPLA LA POSIBILIDAD DE UN INTERCAMBIO DE ENERGÍA CON CFE _____

O SE CONTEMPLA SU VENTA A LA RED? _____

¿El color y tono de la pintura de techos y paredes es el óptimo para obtener la reflexión óptima? _____

¿La luz natural esta adecuadamente aprovechada? _____

¿El número y colocación de los interruptores son los adecuados a las superficies de las zonas iluminadas? _____

¿Cuál es el estado que guardan las superficies transparentes? ¿No se encuentran sucias? _____

¿Sería posible instalar laminas translúcidas para aprovechar la luz solar? _____
Indique los lugares en los cuales sería posible realizar estos cambios _____

¿Se encuentran fuera de servicio los luminarios inservibles? _____

¿Las lamparas, pantallas, reflectores y celosías se encuentran libres de polvo? _____

¿Existe la posibilidad de instalar sensores y celdas fotoeléctricas? _____

El siguiente formato es para inmuebles, edificios.
DATOS BASICOS DEL INMUEBLE

1. Inmueble:

Uso: _____
 Descripción: _____

 Calle y No. _____
 Localidad/Colonia: _____
 Municipio/Deleg. _____
 Estado: _____
 C.P. _____

2. Construcción:

Edificio	Niveles	Area por nivel típico [m ² aprox.]	Area total [m ² aprox.]
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Area total: _____

Superficie: _____ m²

3. Cuento de personas que se encuentran en el edificio:

Horario	Personas	Observaciones *
07:00 a 10:00 hrs	_____	_____
10:00 a 14:00 hrs	_____	_____
14:00 a 18:00 hrs	_____	_____
18:00 a 22:00 hrs	_____	_____
22:00 a 07:00 hrs	_____	_____

* Cambio de turno, hora de comida, etc.

Horario de trabajo: _____ a _____ hrs.
 Horario de comida: _____ a _____ hrs.

4. Electricidad:

Tarifa eléctrica: _____
 Capacidad de la subestación _____ kV.A
 Capacidad de las plantas de emergencia _____ kW
 Equipo de Aire Acondicionado si () no ()

SISTEMA DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

¿ Existe algún tipo de obstrucción en el sistema de ventilación o que impida el correcto funcionamiento del mismo? _____

¿Se encuentran limpios los filtros, radiadores y bobinas? _____

Cuándo se encuentra funcionando el clima artificial, ¿Se encuentran cerradas puertas y ventanas? _____

Cuándo la planta productiva y/o edificio se encuentran desocupados, ¿La admisión o descarga se encuentra cerrada? _____

¿Es posible obtener sombra por medio de arboles alrededor de la planta y/o edificio? _____

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

¿Se encuentran los filtros limpios y en buenas condiciones? _____

¿La calibración de los aparatos de control es la adecuada? _____

¿Las banda y poleas se encuentran correctamente ajustadas? _____

¿Existen fugas en el sistema? _____

¿Existe purga continua en las torres de enfriamiento?, ¿Se encuentra esta bien ajustada? _____

¿Los motores empleados son de velocidad variable? _____

¿Se encuentra el impulsor de las bombas ajustado a las necesidades de la presión? _____

¿El tono de la pintura del techo de la cámara refrigerada es blanco o muy claro? _____

¿ Es bueno el estado del aislamiento? _____

¿Cuál es el estado del aislamiento de las líneas y tanques de almacenamiento? _____

SISTEMA DE TIERRAS.

¿Se encuentran en buen estado las superficies de contacto? ¿Se encuentran libres de material extraño, tal como esmalte, moho u otro material? _____

¿La continuidad de la red de tierras es correcta? _____

Verifique la resistividad de la red de tierras y de ser posible compare este valor con el valor original. _____

¿Están las conexiones de los equipos bien conectadas a la red de tierras? _____

¿Se encuentran todos los equipos como motores, transformadores, bombas, luminarias, canalizaciones, etc. bien conectadas a la red de tierras? _____

TRANSFORMADORES

Realice una inspección visual de los transformadores tanto los que se encuentran en servicio actualmente como los de reserva o fuera de servicio. Anote los resultados de la inspección. _____

Anote los datos requeridos para llenar la siguiente tabla

DESIGNACION	CAPACIDAD		SERVICIO	TEMPERATURA		OBSERVACIONES
	Ampers	Volts		Devanados	carcaza	

¿La capacidad del transformador es la adecuada para el tipo de servicio que presta? _____

¿La temperatura del transformador es la adecuada? _____

¿Las conexiones no están demasiado tensas? _____

¿Cuál es el estado actual del aceite? _____

¿Es posible determinar el perfil térmico del transformador para detectar puntos calientes localizados en zonas específicas, que no se reflejen en un incremento de la temperatura del aceite, pero pueden degradar partes internas del transformador? _____

¿Cuáles son los comentarios al respecto? _____

¿Algún transformador presenta fugas de aceite? _____

¿Alguno de los transformadores presenta pintura en mal estado? _____

¿Se escuchan ruidos anormales en el transformador o sus accesorios? _____

HOJA DE INSPECCION PARA TRANSFORMADOR

DATOS GENERALES

Empresa/compañía: _____ Fecha _____
Responsable: _____
Ubicación: _____

INSPECCION DEL TRANSFORMADOR

Localización:
Exterior: _____ Interior: _____
Aplicación: _____

IDENTIFICACION

Marca: _____ Tipo: _____ Serie: _____
Aceite: _____
Capacidad en kVA: _____
Voltaje primario: _____ Voltaje secundario: _____

MEDICIONES

Estas mediciones se deben de tomar del los instrumentos de medición en el lado secundario del transformador.

Voltaje entre fases

a-b _____ V a-c _____ V b-c _____ V

Voltaje por fase

a_n _____ V b_n _____ V C_n _____ V

Corrientes por fase

I_a _____ A I_b _____ A I_c _____ A

Verificar fugas de aceites y daños en los radiadores

Verificar el indicador de nivel de aceite

Verificar el indicador de temperatura

Verificar aparta-rayos

Verificar coloración y prueba del aceite

Verificar el estado del aislamiento

Verificar que el nivel de aceite cubra todo el aislamiento y las terminales

Verificar operación eléctrica de los ventiladores

Verificar resistencia del tanque a tierra

HOJA DE INFORMACIÓN ACERCA DE CÓMO SE ENCUENTRA EL TRANSFORMADOR

Ubicación

Subestación _____ Planta _____ Fecha _____
Marca _____ No.Serie _____ Hz _____
kVA _____ Volts _____

fugas de aceite en _____

Nivel de aceite Bajo Normal

Temperatura actual _____ Temperatura máxima _____

En que condiciones se encuentra la pintura del transformador:

Buenas condiciones Necesita pintarse

Comentarios _____

La conexión a tierra se encuentra haciendo buen contacto con el tanque del transformador y que no presente suciedad.

Si No

Comentarios _____

Presenta algún ruido extraño el en algunas de las partes el transformador que no sea el habitual. Sí es así hacer las observaciones necesarias.

REGISTROS ELECTRICOS

¿Es posible realizar una inspección visual en los registros eléctricos? _____

¿El terreno en el cual se encuentra el registro es plano? _____

¿Se encuentra en buenas condiciones? _____

¿Se localizan en donde hay cambio de dirección de ductos? _____

¿Confluyen varios ductos en el registro? _____

¿Se encuentra perfectamente impermeabilizados? _____

Anote los datos requeridos para llenar la siguiente tabla

DESIGNACION	TIPO DE REGISTRO	ESTADO ACTUAL		OBSERVACIONES
		EMPALMES	TERMINALES	

MOTORES

Anote los datos requeridos para llenar la siguiente tabla

MARCA/MODELO/DESIGNACION	DATOS DE PLACA		MEDICIONES	
	Potencia hp		Voltaje V	
	Voltaje V		Corriente A	
	Corriente A		Factor de potencia	
	Eficiencia %		Observaciones	
	Velocidad RPM			
	No de rebobinados del motor			
	No de horas de operación anual			
	Aplicación			

MARCA/MODELO/DESIGNACION	DATOS DE PLACA		MEDICIONES	
	Potencia hp		Voltaje V	
	Voltaje V		Corriente A	
	Corriente A		Factor de potencia	
	Eficiencia %		Observaciones	
	Velocidad RPM			
	No de rebobinados del motor			
	No de horas de operación anual			
	Aplicación			

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN PARA LA SUSTITUCIÓN DE UN MOTOR ESTÁNDAR POR UNO DE ALTA EFICIENCIA

1. Datos Generales de la Empresa

Compañía: _____ Fecha: _____
 Responsable: _____

Costo del kWfact. _____ \$/kW
 Costo del kWhbase _____ \$/kWhbase
 Costo del kWhpunta _____ \$/kWhpunta

2. Datos de Placa del Motor

Marca/Modelo: _____
 Potencia: _____ hp Velocidad: _____ RPM
 Voltaje: _____ V Eficiencia: _____ % (al 100% Carga)
 Corriente: _____ A
 No. De reembobinados del motor: ____ No. De horas de operación anual: _____
 Aplicación del motor: _____

3. Mediciones (valores promedio de las tres fases)

Voltaje: _____ V Corriente: _____ A Factor de potencia: _____ %

4. Cálculos

$$\text{Potencia Eléctrica (kW}_1\text{)} = \left(\frac{3 V I Fp}{1000} \right) = \text{_____ kW}_1$$

$$\text{Porcentaje de Carga: \%C} = \frac{(kW_1)(\text{Eficiencia})^{*1}}{(hp)(0.746 \text{ kW / hp})} = \text{_____ \% (*1 Tabla No. 1)}$$

Del catalogo del fabricante para el motor actual o de la tabla No.2 ó No.3

% Carga	Eficiencia, %
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

$$Y = Y_0 + (Y_1 - Y_0) \left(\frac{X - X_0}{X_1 - X_0} \right)$$

Eficiencia de operación al % de carga : _____ %
 Reducción en eficiencia por reembobinados : _____ % (horno -1.17, soplete -3.77)
 Reducción en eficiencia por dif. de voltaje : _____ %
 Reducción en eficiencia por desb. de voltaje : _____ %
 Eficiencia ajustada : _____ %

Potencia mecánica entregada en la flecha:

$$\begin{aligned} \text{Potencia mecánica} &= (\text{kW}_1)(\text{Eficiencia ajustada}) = \text{_____ kW} \\ &= \frac{\text{kW}}{0.746 \text{ kW} / \text{hp}} = \text{_____ hp} \end{aligned}$$

Esta es la potencia entregada en la flecha por el motor instalado

5. Motor de Alta eficiencia Adecuado

$$\frac{\text{Potencia Mecánica (hp)}}{0.75} = \text{_____ hp (tomar el motor ligeramente superior)}$$

$$\frac{\text{Potencia Mecánica (hp)}}{\text{Potencia del Nuevo Motor (hp)}} = \text{_____ \% de Carga al que trabajará el nuevo motor}$$

6. Determinar la Eficiencia del Nuevo Motor

Del Catalogo del fabricante para el nuevo motor o de las tablas No.4 ó No. 5

% Carga	Eficiencia, %
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

$$Y = Y_n + (Y_1 - Y_n) \left(\frac{X - X_n}{X_1 - X_n} \right)$$

Eficiencia del Nuevo Motor al _____%C es: _____%

7. Potencia Demandada por el Nuevo Motor

$$\text{kW}_2 = \frac{[(\text{hp nuevo motor})(\% \text{ Carga}) (0.746 \text{ kW} / \text{hp})]}{(\text{eficiencia del nuevo motor})}$$

$$\text{kW}_2 = \text{_____ kW}$$

8. Ahorros

$$\text{Ahorros en demanda: kW} = \text{kW}_1 - \text{kW}_2 = \text{_____ kW}$$

$$\Delta \text{Ahorros en energía: kWh} = (\text{kW})(\text{horas de operación anuales}) = \text{_____ kWh año}$$

Ahorros Económicos

Ahorro en demanda = (_____ kW)(_____ \$/kWfact.)(12 mes/año) = _____ \$ año

Ahorro en consumo base = (_____ kWhbase/año)(_____ \$/kWhbase) = _____ \$ año

Ahorro en consumo intermedio = (_____ kWhinter/año)(_____ \$/kWhinter) = _____ \$ año

Ahorro en consumo punta = (_____ kWhpunta/año)(_____ \$/kWhpunta) = _____ \$ año

9. Período Simple de Recuperación

P.S.R. = $\frac{\text{inversión}}{\text{Ahorros Totales Anuales}}$ = _____ años

10. Comentarios

Tabla No. 1 Eficiencia de motores Estándar Mexicanos

CAPACIDAD	2 POLOS 3600 RPM	4 POLOS 1800 RPM	6 POLOS 1200 RPM
<i>CP</i>	<i>Nacional</i>	<i>Nacional</i>	<i>Nacional</i>
5.0	80.5	81.5	78.0
7.5	81.5	83.5	80.5
10	82.0	84.0	81.5
15.0	82.5	85.0	82.0
20	83.5	85.0	83.5
25	84.0	87.0	84.0
30	85.5	88.0	85.5
40	86.0	88.0	86.0
50	86.0	89.5	86.5
60	87.0	90.0	87.0
75	87.5	90.0	88.0
100	88.0	90.5	88.0
125	89.0	90.5	89.0
150	89.0	91.0	89.5
200	90.0	91.5	90.5

Tabla No. 2 Eficiencia y Factor de Potencia Promedio de Motores Estándar a Diferentes Porcentajes de Carga 3600 RPM 460 V

MOTOR	EFICIENCIA				FACTOR DE POTENCIA			
	HP	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%
7.5	72.25	81.43	84.10	83.68	55.70	74.73	82.83	86.74
10	78.05	84.90	86.95	86.20	63.75	79.18	85.55	87.92
15	73.60	82.90	85.83	85.80	61.35	77.83	84.70	87.54
20	78.75	85.78	87.78	85.96	63.75	82.53	87.75	88.76
25	75.35	85.95	88.03	87.20	64.65	84.35	88.70	89.06
30	79.20	87.68	88.98	88.30	66.90	86.23	89.98	89.92
40	79.60	86.83	88.55	88.58	65.10	82.18	86.75	87.84
50	82.10	87.48	89.25	89.34	66.95	84.13	88.55	88.72
60	81.00	88.25	89.93	90.12	69.60	86.33	90.03	90.46
75	82.25	89.18	90.60	90.98	69.40	87.03	90.88	91.14
100	82.75	89.68	91.05	91.66	70.45	85.30	88.95	89.68
125	83.85	90.38	91.90	92.56	67.75	85.68	89.80	90.50
150	85.05	91.08	92.45	92.94	69.00	86.03	89.93	90.82
200	91.05	92.83	93.75	93.58	63.45	84.18	88.98	90.33

Tabla No. 3 Eficiencia y Factor de Potencia Promedio de Motores Estándar a Diferentes Porcentajes de Carga 1800 RPM 460 V

MOTOR	EFICIENCIA				FACTOR DE POTENCIA			
	HP	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%
7.5	72.25	84.80	86.25	85.38	43.45	65.93	76.40	81.26
10	80.30	85.70	87.03	86.04	47.55	69.50	79.15	83.26
15	79.95	85.83	87.35	87.00	50.05	70.43	80.45	84.64
20	82.40	86.73	88.48	88.60	56.70	73.58	82.45	84.20
25	82.80	88.65	89.43	88.64	53.85	77.63	83.80	84.78
30	84.55	89.30	90.28	89.60	55.65	78.58	84.43	85.26
40	83.75	88.38	90.13	90.48	55.75	74.70	82.05	86.08
50	85.95	87.85	91.40	91.24	59.50	78.35	84.50	85.68
60	84.20	90.53	91.40	91.66	57.75	76.55	83.40	85.18
75	85.65	90.90	92.08	92.08	58.05	78.10	84.35	85.82
100	84.50	91.13	92.05	92.22	58.75	79.30	85.13	86.48
125	83.70	91.13	92.35	92.72	62.90	78.18	84.23	86.60
150	85.90	92.05	93.30	93.20	66.60	81.38	86.35	87.48
200	89.40	93.20	94.43	94.26	91.35	79.88	85.68	87.46

Tabla No. 4 Eficiencia y Factor de Potencia Promedio de Motores de Alta Eficiencia a Diferentes Porcentajes de Carga 1800 RPM 460 V

MOTOR HP	EFICIENCIA				FACTOR DE POTENCIA			
	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
7.5	85.40	90.70	91.50	91.00	49.00	71.50	80.00	82.90
10	88.20	91.90	92.91	91.00	56.90	74.50	82.00	84.10
15	89.80	92.80	93.10	92.60	54.30	73.90	81.60	84.10
20	88.50	92.70	93.10	93.00	54.00	74.90	82.20	84.00
25	90.80	94.00	94.30	93.80	53.40	76.10	82.50	84.30
30	91.60	94.20	94.30	93.80	54.30	75.50	81.80	83.90
40	90.90	94.10	94.50	94.20	52.80	76.20	83.60	85.30
50	93.00	94.90	95.00	94.50	55.40	76.80	83.40	85.20
60	93.00	95.00	95.40	94.50	58.60	77.30	84.10	87.80
75	93.00	95.10	95.30	95.00	58.00	77.70	84.10	86.30
100	93.00	95.30	95.80	95.10	60.80	79.40	85.70	87.30
125	-----	96.10	96.00	95.20	-----	87.40	90.70	90.50
150	-----	96.00	96.50	95.60	-----	80.90	86.90	87.50
200	-----	96.40	96.50	95.80	-----	85.30	89.50	90.00

Tabla No. 5 Eficiencia y Factor de Potencia Promedio de Motores de Alta Eficiencia a Diferentes Porcentajes de Carga 3600 RPM 460 V

MOTOR HP	EFICIENCIA				FACTOR DE POTENCIA			
	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
7.5	85.20	90.80	91.50	90.70	59.60	81.00	87.40	89.70
10	88.20	91.90	92.20	91.20	62.50	81.30	88.20	89.70
15	88.40	88.70	92.80	92.20	65.00	83.00	88.80	89.80
20	89.10	92.60	92.90	92.40	66.10	85.00	90.10	90.40
25	90.10	92.70	93.40	92.80	68.20	85.40	89.70	90.30
30	90.90	93.20	93.60	92.80	66.70	86.00	89.50	89.80
40	90.20	92.80	93.50	93.40	68.90	87.30	90.20	89.90
50	91.10	93.60	94.10	93.60	70.50	87.00	91.00	90.60
60	91.10	94.00	94.60	94.40	67.90	86.90	90.70	91.10
75	91.60	94.40	94.80	94.50	69.80	87.10	90.50	90.90
100	91.50	93.80	94.60	94.50	63.50	86.10	90.30	90.50
125	-----	95.00	95.30	94.60	-----	88.40	91.70	90.00
150	-----	94.40	94.60	94.70	-----	87.00	90.80	89.50
200	-----	94.20	95.10	95.30	-----	93.40	95.00	94.00

Tabla No. 6 Precios Promedio de motores de Alta Eficiencia

HP	RPM	PRECIO USD \$
5	3600	387
	1800	354
	1200	613
7.5	3600	486
	1800	484
	1200	879
10	3600	578
	1800	598
	1200	1047
15	3600	822
	1800	806
	1200	1455
20	3600	1039
	1800	1021
	1200	1753
25	3600	1296
	1800	1233
	1200	2170
30	3600	1502
	1800	1474
	1200	2536
40	3600	1992
	1800	1972
	1200	3005
50	3600	2618
	1800	2379
	1200	4142
60	3600	3656
	1800	3588
	1200	4668
75	3600	4480
	1800	4442
	1200	5449
100	3600	5852
	1800	5498
	1200	7521
125	3600	7960
	1800	7266
150	3600	9656
	1800	8588
	1200	9710
200	3600	12315
	1800	10216
	1200	11343

SISTEMA DE BOMBEO

¿Los dispositivos de control funcionan adecuadamente? _____

¿La potencia de los motores es la adecuada? _____

¿El diámetro de las tuberías es el adecuado para disminuir las pérdidas por fricción? _____

¿Existen en la tubería; válvulas, codos o reducciones, las cuales se fueron agregando por el uso y hoy son causa de pérdidas? _____

¿Han reducido algunas tuberías su diámetro debido a incrustaciones, causando altas pérdidas? _____

¿Existen fugas en las bombas centrífugas? _____

¿En que estado se encuentran los rodetes de las bombas centrífugas? ¿No se encuentran estos erosionados? _____

¿Es correcta la lubricación en bombas verticales de columna corta, con agua y sólidos en suspensión? Es recomendable usar aceite. _____

¿Cuál es el estado de los empaques de las bombas centrífugas? _____

¿Existen fugas en los tubos de succión? _____

¿Es correcta la alineación entre el motor y la bomba? _____

¿Existe algún problema de cebado en las bombas? _____

¿El material de construcción de la bomba es el adecuado para las sustancias que se manejan? _____

SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

¿La localización de los compresores es la adecuada? _____

¿La red de distribución se localiza cerca de los centros de consumo? _____

¿Existen fugas en el sistema de distribución? _____

Verificar que en la red de distribución no existan muchos cambios en el diámetro de la tubería y/o cambios bruscos en la dirección de la misma, Anote sus observaciones. _____

SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO

Revise el trazado de líneas. ¿Existen recorridos innecesarios? _____

¿Se encuentra localizado el transformador en el centro de cargas? _____

¿Se encuentra el sistema protegido contra sobretensión y bajo voltaje? _____

¿Cuál es el estado de la instrumentación asociada? _____

¿Se encuentran desconectas las líneas eléctricas que no llevan carga? _____

¿Existe suficiente espacio para ventilación de cables en canalizaciones eléctricas?

Inspeccione empalmes de líneas, detectando fallas de aislamiento

Falsos contactos _____

Chispeo de contactos _____

¿Existe contacto entre el trazo de líneas y arboles o estructuras? _____

¿Existen conexiones que aparezcan oxidadas o con cambio de color por calentamiento anormal? _____

Anote los datos requeridos para llenar la siguiente tabla

ANEXO "A"

MEMORIA DE CALCULO

REFINERIA MIGUEL HIDALGO, TULA,Hgo.

GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

REFINERIA MIGUEL HIDALGO, TULA HGO., PEMEX REFINACION	
GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA	
ENERGIA ELECTRICA MW (NETA)	
ENERO	41814
FEBRERO	36681
MARZO	38695
ABRIL	37340
MAYO	37533
JUNIO	39719
JULIO	37990
AGOSTO	34564
TOTAL	304336
PROMEDIO/MES	38042
PROMEDIO/DIA	1268.07

NETA: 38 042 MW

PROMEDIO ENERO-AGOSTO 1994: 1 288 MW/DIA

El ahorro al aplicar las recomendaciones de una Auditoria Energética de primer nivel varia del 10% al 20%. Al aplicar un Programa de Conservación y Ahorro de Energía se obtienen ahorros del 40%, en promedio. En un material titulado "Metodología para la implantación de un Programa Integral de Conservación y Ahorro de Energía" editado por CONAE en el año de 1994 se mencionan ahorros en el Sector Industrial entre el 5% y el 10%. El FIDE y la CONAE, al aplicar medidas a corto plazo han obtenido numerosos resultados que han sobrepasado estos pronósticos.

Suponiendo un ahorro del 10%

1 268 MW generados por día X 0.10 = 126.8 MW/día

De las equivalencias CONAE 931111

1 BI = 159 L

1 BI combustóleo = 1.039 BPCE

1 BPCE = 584 kWh

1 BARRIL DE COMBUSTOLEO → 0.606776 MWh

? BARRILES DE COMBUSTOLEO → 5.283333 MWh

? = 8.707221 BARRILES/HORA

CON LO QUE EL AHORRO QUE SERA POSIBLE OBTENER ES DE:

208.973304 BARRILES/DIA

76'275.255960 BARRILES/AÑO

12'127'765.697640 Lts/AÑO

12'127.765697 m³/AÑO

Al precio de 510.09 \$ M.N. sin IVA el m³ (CONAE, Sección: Precios de la Energía, promedio, diciembre de 1998) se tendrá al aplicar medidas sin alta inversión (Diagnóstico Energético de primer nivel) un ahorro aproximado de:

\$ 6'186'252.004383 M.N. al año

Si se considera el IVA se tendrá un valor de:

\$ 7'114'189.805040 M.N. al año considerando el valor del IVA

Al considerar los costos de operación y la inversión en equipo, es posible suponer un precio para el proyecto de 3 000 000 \$ M.N. lo que arroja un PRS = 0.42 que es un valor muy atractivo de inversión.

Precio del Combustoleo 1998

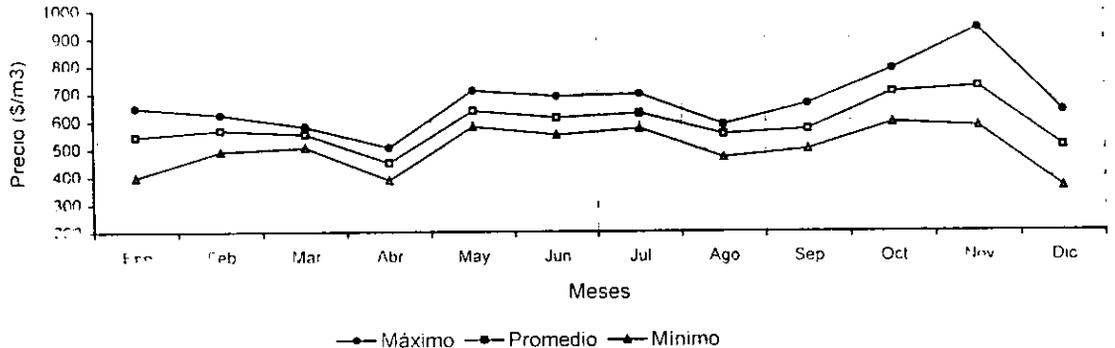
Fuente: Petróleos Mexicanos

os m³ sin IVA

Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR GUAYMAS	641.40	611.20	571.55	494.74	666.58	634.83	651.42	558.42	587.7	784.26	820.88	625.54
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR IRAPUATO	487.57	549.83	511.27	444.39	641.08	619.28	637.95	589.27	584.20	661.10	633.44	425.05
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR IZAPALCO	616.84	589.60	552.65	471.77	643.64	612.19	630.63	533.65	563.11	759.68	784.79	589.46
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR IZAPALCO	534.39	621.51	569.68	000.00	709.90	689.51	698.39	539.24	663.23	736.74	761.23	542.30
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR IZAPALCO	617.10	591.62	550.65	477.08	634.20	612.72	628.15	539.24	567.43	753.70	786.51	599.67
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR IZAPALCO	635.29	608.42	569.40	489.35	662.06	630.61	647.55	553.22	582.68	779.23	821.68	626.34
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR MANIZALES	623.03	595.90	558.26	477.65	649.79	618.34	633.28	540.19	569.66	766.22	793.17	597.83
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR ROSARITO	618.09	623.43	581.55	506.79	659.01	644.38	657.24	572.66	600.84	788.86	937.75	637.26
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR TEPIC	633.87	606.57	567.77	487.63	659.01	627.55	644.74	550.43	579.91	776.48	813.28	617.94
Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR VERACRUZ	482.17	553.33	506.34	428.91	627.94	607.56	623.09	587.05	569.54	643.04	637.77	418.83
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR VERACRUZ	436.41	512.79	000.00	391.98	599.63	589.10	597.02	560.76	541.62	602.04	609.00	371.30
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR VERACRUZ	396.89	491.22	000.00	404.20	606.59	595.50	600.12	568.58	554.94	610.00	615.71	384.52
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR VERACRUZ	441.76	508.83	000.00	387.35	581.72	561.33	580.61	539.19	521.68	595.18	581.23	362.30
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR VERACRUZ	485.57	547.83	000.00	442.52	639.08	617.28	636.10	587.27	582.20	659.10	631.44	423.05
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR VERACRUZ	560.10	530.65	000.00	416.74	583.56	552.10	575.41	470.80	500.27	696.83	712.29	516.95
COMBUSTIBLE CENTRAL BARCADOR VERACRUZ	485.57	547.83	000.00	442.52	639.08	617.28	636.10	587.27	582.20	659.10	631.44	423.05
Promedio	545.38	568.54	551.51	450.91	637.68	614.35	630.05	554.82	571.95	704.47	725.23	510.09
Maximo	648.09	624.51	581.55	506.79	709.90	689.51	698.39	589.27	663.23	788.86	937.75	637.26
Minimo	396.89	491.22	506.34	387.35	581.72	552.10	575.41	470.80	500.27	595.18	581.23	362.30

PRECIO DEL COMBUSTOLEO

Grafica precio del combustoleo



PEMEX - REFINACION
REFINERIA "MIGUEL HIDALGO", TULA, HGO.

PERFIL ENERGETICO

GENERACION	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS
VAPOR DE 60 Kg. cm ² ton	508557	463427	516351	499466	491054	517015	501702	452806
VAPOR DE 60 Kg. cm ² ton (neto)	448353	409151	456151	441217	430854	458766	441502	392306
ENERGIA ELÉCTRICA Mw	48062	42162	44476	42919	43141	45654	43666	39728
ENERGIA ELÉCTRICA Mw (neta)	41814	36681	38695	37340	37533	39719	37990	34564
VAPOR DE 20 Kg./cm ² (reductoras 60/20) ton	14821	17803	13713		36957	25468	28990	72064
VAPOR DE 20 Kg./cm ² (extracciones TGS) ton	296803	262130	313324		268112	303634	316323	236035
CONSUMOS								
COMBUSTOLEO m ³	30930	21605	27496	23408	19483	23167	30080	31153
GAS COMBUSTIBLE m ³	14149880	21457370	19843440	24594500	26987540	25116780	12743921	7116090
VAPOR DE 60 Kg./cm ² ton	37200	33600	37200	36000	37200	36000	37200	37200
VAPOR DE 20 Kg./cm ² ton	26040	23520	26040	25200	26040	25200	26040	26040
ENERGIA ELÉCTRICA (total) Mw	6248	5481	5781	5579	5608	5935	5676	5164
E. ELÉCTRICA IMPORTACION DE CFE Mw	0.159	0.223	0.018	0.04	1.917	1.893	1.679	1.287
E. ELÉCTRICA EXPORTACION A CFE Mw	7.098	5.237	3.272	3.147	2.341	3.589	2.537	0.758

CASO TIPICO DE UN PROYECTO DE AHORRO DE ENERGIA

Integración de Programas en JVC Industrial de México S:A: de C:V: Ahorro de Energía Eléctrica/ sistema de Administración Ambiental/ Estándar ISO 14001

Es posible además de lógica la integración de programas tales como el ahorro de energía y un sistema de Administración Ambiental. Al administrar el consumo y la demanda del servicio eléctrica se tiene un efecto en los contaminantes emitidos por la generación. En la mayoría de los casos el usuario no es responsable del tipo de combustible utilizado, no siendo este el caso de PEMEX, pero su importancia en la planeación de proyectos es indiscutible. A su vez el punto central del sistema de administración ambiental, consiste en identificar los principales efectos en el medio ambiente causados por las actividades, servicios y productos por el generados, así como el nivel de control actual o potencial de la empresa sobre ellos. Dicha identificación y la posterior evaluación llevo en JVC Industrial de México a integrar tanto conceptual como operacionalmente dichos programas. El compromiso de la Gerencia se vio concentrado y fortalecido dando como resultado una conciencia más plena de la administración de los recursos.

ANTECEDENTES

En octubre de 1996, como parte de la tendencia de administración de recursos en el marco nacional y a instancias de las visitas de los representantes de la OFICINA DE AHORRO DE ENERGIA DE C.F.E, la empresa inició los trabajos necesarios para establecer un PLAN DE EFICIENCIA ENERGETICA. El transfondo conceptual en ese momento, se baso en el IMPACTO ECONOMICO de la ADECUADA ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO lo que al poco tiempo fue reforzado con la publicación el Diario Oficial de la Federación con fecha del 15 de Noviembre de 1996 de las modificaciones tarifarias. Al momento de iniciar el diálogo y asesoría con la oficina de ahorro de energía de CFE, el nivel de control de la administración del recurso era prácticamente nula y la conciencia del ahorro muy pobre.

Casi paralelamente, en marzo de 1997, igualmente como parte de una tendencia de los mercados internacionales a favor de la protección del medio ambiente, JVC inicia el camino hacia la certificación de los estándares ISO 9000 y 14001. Con miras a establecer un Sistema de Administración Ambiental efectivo, se analizaron las diferentes circunstancias a favor o en contra, que en ese momento condicionaban el proceso de cumplimiento con el estándar para con ello configurar la estrategia de trabajo más viable. Habrían de compararse los requerimientos del estándar contra lo que en realidad se estaba llevando a cabo dentro de la empresa. La administración de la energía eléctrica con su consecuente impacto económico y ambiental ya se perfilaba como una faceta inherente del sistema de administración ambiental.

DESARROLLO DEL PLAN DE AHORRO DE ENERGIA

Durante la fase inicial de desarrollo, la asesoría por parte de la Oficina de Ahorro de Energía de CFE fue elemento fundamental para el establecimiento de criterios uniformes así como contextualizar la situación dentro de una serie de condicionantes tales como el esquema productivo, el marco tarifario así como la factibilidad económica del plan.

Habría que generar un censo de cargas con tendencia a determinar el índice energético al momento y estudiar las posibilidades de ahorro para determinar los objetivos que podrían ser razonablemente trazados. Se logró establecer la curva típica de consumo basados en las lecturas obtenidas en medición y con ello se empezó a integrar el censo de cargas que permitiría realizar el plan.

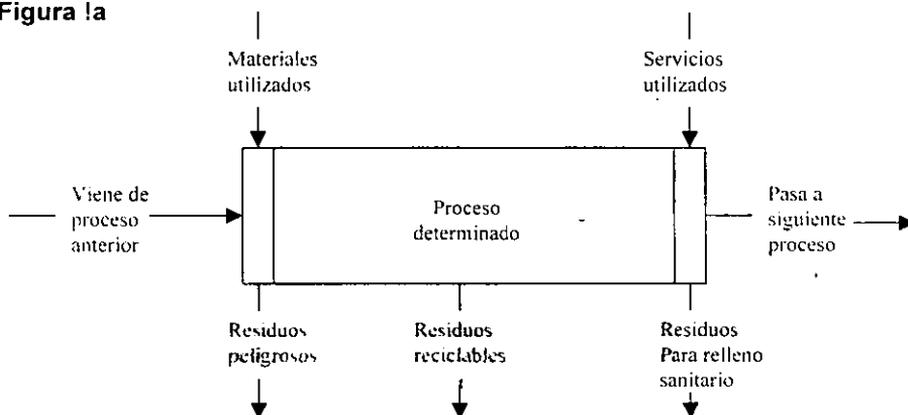
DESARROLLO DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN ISO 14001

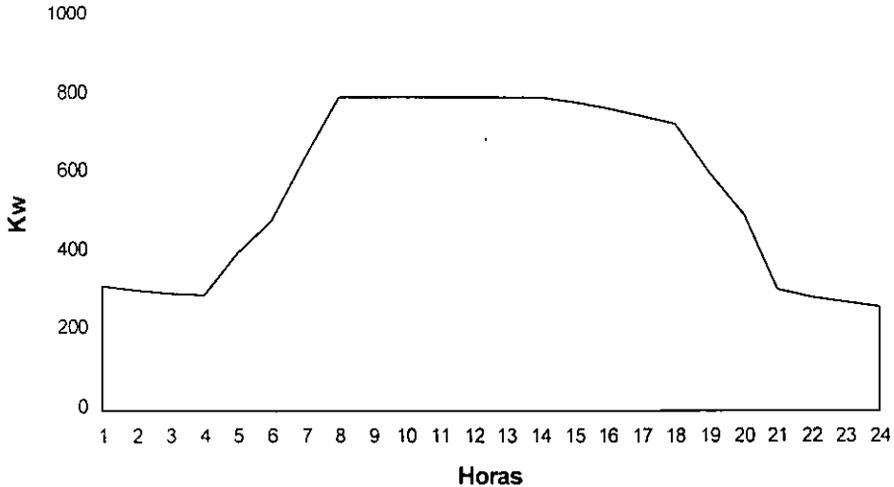
El fundamento conceptual del estándar reside en establecer un método administrativo de las actividades, servicios y bienes sobre los cuales las empresas tiene o espera tener control. Este método debe estar basado en un estudio previo sobre aquellos elementos de dichas actividades, productos y servicios que puedan interactuar con el medio ambiente.

Se habrían de tomar en cuenta los diversos factores que intervienen dentro del espectro ambiental tanto de los insumos y servicios necesarios en los procesos como de los residuos generados en éstos, sin perder el criterio establecido en el alcance del control que JVC tuviese o pudiera llegar a tener.

Las actividades, productos y servicios de la empresa, fueron analizados desde la perspectiva de aquellos cambios al medio ambiente, ya sean benéficos o dañinos, totales o parciales que resultaran de los mismos y esto fue documentado mediante diagramas de flujo, como se muestra en la figura 1^a

Figura 1a





LAS CARGAS ELECTRICAS

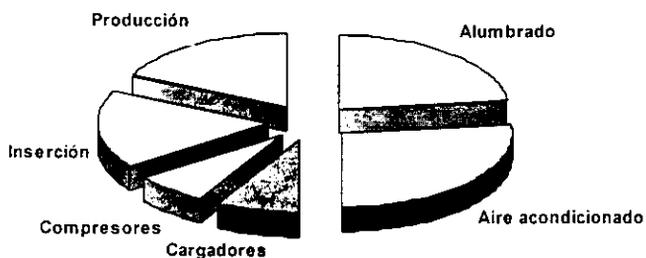
Dentro del plan de ahorro de energía un censo de cargas se determinó arrojando los siguientes resultados:

- 1.- Alumbrado fluorescente alimentado con voltaje 277 V consumiendo aproximadamente el 23%.
- 2.- Aire acondicionado, 540 toneladas conectado a 480 V consumiendo 27%.
- 3.- Los cargadores para los acumuladores de los montacargas eléctricos con el 8%.
- 4.- Maquinaria en el área de inserción automática 17%.
- 5.- Se tienen tres compresores que consumen 150 hp, lo que significa el 7%.
- 6.- Maquinaria en el área de producción con 18%.

El trabajo primordial fue el alumbrado y el aire acondicionado.

Los conceptos de consumo y demanda fueron analizados para determinar las posibilidades inmediatas de administración.

Se acordó, que en base a estos conceptos y a la información recabada hasta el momento, se presentara a la brevedad un reporte a la Alta Gerencia. Dicho reporte incluiría una descripción de la infraestructura necesaria para la consecución del objetivo.



LOS ASPECTOS AMBIENTALES

Posteriormente durante el proceso de análisis de los elementos de las actividades, servicios o productos en el contexto medioambiental, se concentro la información de los diagramas de flujo en una tabla diseñada para la identificación y otra diseñada para la evaluación de los mismos. El criterio en este punto tiene como objetivo considerar prioridades al momento de establecer los objetivos y las metas ambientales. Aunque el estándar no establece metas específicas a ser cumplidas, si requiere que dichas metas estén asociadas con los aspectos ambientales significativos previamente identificados, entendiéndose como aspectos ambientales significativos aquellos que pueden provocar un cambio importante, ya sea adverso o benéfico, parcial o total en los alrededores en los cuales opera la empresa incluyendo aire, agua, tierra, recursos naturales, flora, fauna, el humano y todas las interrelaciones.

TABLA DE IDENTIFICACION DE ASPECTOS AMBIENTALES

ASPECTO	PROCESO ASOCIADO	CARACTERISTICAS PARTICULARES	COMENTARIOS
<i>Cartón</i>	Recepción de materiales	Generación constante	Certificado de reciclaje
<i>Residuos Peligrosos</i>	Mantenimientos preventivos	Generación regular	Regulados por Ley
<i>Energía Eléctrica</i>	Todos	Emisiones constantes	Administración de consumo

TABLA DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

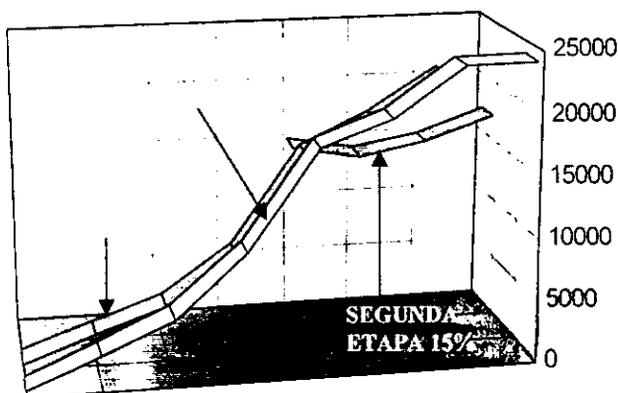
ASPECTO	VALORACION IMPACTO/ AIRE	VALORACION IMPACTO/ TIERRA	VALORACION TOTAL
<i>Cartón</i>	2	6	12
<i>Residuos peligrosos</i>	1	8	8
<i>Energía eléctrica</i>	10	3	30

LAS POSIBILIDADES DE AHORRO

Haciendo referencia a la definiciones de consumo eléctrico y demanda eléctrica, anteriormente establecidas, la propuesta base para el plan de ahorro de energía, se concentraría inicialmente en una reducción de la demanda mediante el monitoreo de la misma y la interacción con los servicios proporcionados, vía un controlador de señales, con los equipos de aire acondicionado. De esta manera se mantendría el nivel de demanda, en cada uno de los horarios del día, dentro de los parámetros dispuestos por la empresa, con el consiguiente ahorro, sobre todo los horarios críticos. El grado de ahorro en este concepto se estimó conservadoramente alrededor del 10% en facturación.

Una segunda etapa de esta propuesta, implicará la sustitución del sistema de alumbrado convencional, por alumbrado de alta eficiencia, lo que reduciría en un 15% adicional vía administración de consumo. Estimándose el impacto total de alrededor de 25% efectivo en facturación.

La propuesta y su proyección económica fue presentada ante la Alta Gerencia para su análisis.



EL IMPACTO AMBIENTAL

Como parte de la evaluación de los aspectos ambientales de la empresa, se consideró el impacto medioambiental de la generación de energía eléctrica por una planta termoeléctrica como la que actualmente suministra el servicio a la Ciudad de Tijuana, B.C., al utilizar como combustible primario un hidrocarburo denominado combustóleo #6.

La integración de los sistemas comenzaba a tomar forma cuando se puntualizó el hecho de que concretamente al ahorrar energía eléctrica no solo se administraba mejor las utilidades sino además se contribuiría directamente a la conservación del medio ambiente.

Aunque JVC no tiene control sobre el tipo de combustible utilizado para la generación de la energía consumida, la manera en que éste se maneje, la capacidad de respuesta en casos de emergencias, el adecuado manejo de los residuos, etc., si es posible controlar la cantidad que se consume y que se demanda y con ello, reducir los niveles de contaminación generados.

Dichos niveles de contaminación fueron cuantificados en la siguiente tabla:

CONTAMINANTES POR MWh GENERADO	
SO ₂	15.70 Kg
Nox	1.15 Kg
CO ₂	2.88 Kg
CO	0.08 Kg
Partículas	1.07 kg

La disminución de contaminantes emitidos por concepto de los MWh ahorrados en JVC se estima en 22 ton/año.

LAS OPERACIONES DE CONTROL

Como parte de las medidas de control para administrar la demanda y el consumo eléctrico, se instrumentó un sistema de medición y envío de pulsos alternos al instalado en el área de medidores de CFE con la idea de permanecer monitoreando y utilizar esta señal para interactuar con un controlador que a su vez interrumpiera los equipos de aire acondicionado de la planta mediante una estrategia preestablecida derivada del Diagnóstico Energético la cual permitiría administrar la demanda en horas pico o bajo condiciones fuera de parámetro.

Otra función de este controlador es la de automatizar el encendido y apagado del alumbrado de las áreas para con esto intervenir directamente en el consumo y lograr una administración más completa.

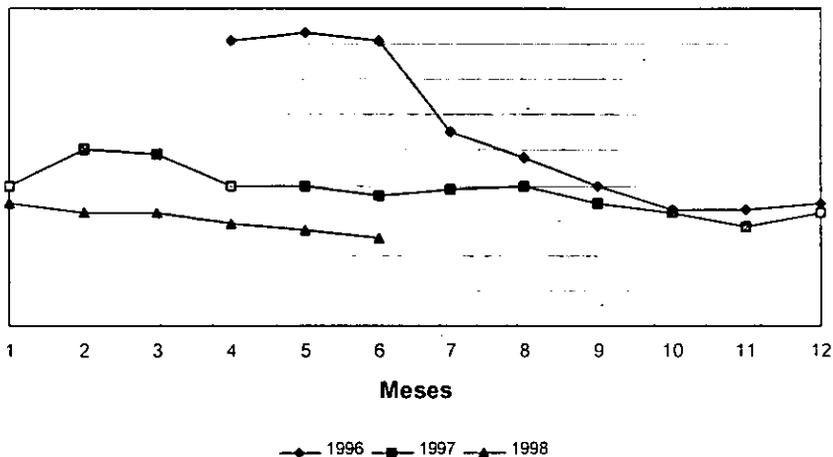
CONTROL OPERACIONAL

Como parte de los requerimientos del estándar ISO 14001 y para asegurar el seguimiento y la consistencia de todas aquellas actividades que estuviesen relacionadas con los aspectos ambientales significativos, los objetivos y metas ambientales y la política ambiental de JVC, se formularon procedimientos de marco operacional controlado para la disposición de dichos objetivos y metas, los métodos de monitoreo y medición a ser utilizados. Igualmente se redactaron instrucciones de trabajo para controlar más específicamente las características claves de aquellas actividades. Finalmente y con la intención de generar evidencia objetiva de nuestro sistema de administración ambiental, la información relevante es periódicamente conservada en registros, bitácoras, matrices, etc.

INDICE ENERGETICO

Una vez activado el controlador de demanda se procedió a establecer el índice energético por unidad de producción que en este caso se optó por cada millar de televisores terminados mensualmente, en donde se aprecia y se comprueba la efectividad de esta estrategia, tomando como un 100% la meta de reducción, como se muestra en la siguiente gráfica

Indice Energético



LAS METAS A MEDIANO PLAZO

Una vez estructurado el Programa de Ahorro de Energía y en combinación con la ISO 14001 las metas en las cuales JVC trabaja en el mediano plazo son las descritas en la siguiente tabla:

**SISTEMA DE ADMINISTRACION AMBIENTAL
OBJETIVOS Y METAS**

OBJETIVO	META	FECHA CUMPLIMIENTO
<i>1-- CONTROL DE LAS EMISIONES ATMOSFERICAS</i>	Reducción en un 75%	Julio 98/ Julio 99
<i>2.- CONSERVACION DE LA ENERGIA</i>	Reducción de consumo en un 30%	Julio 98/Julio 99
<i>3.- INCREMENTAR EL RECICLAJE</i>	Aumento de un 19%	Julio 98/ Julio 99

CONCLUSIONES DEL CASO PRESENTADO

- El ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica tiene una relación directa con el estándar ISO 14001, la cual establece el marco operacional para evaluar metódica y constantemente, la naturaleza, frecuencia y gravedad del impacto, en el medio ambiente el uso de la energía eléctrica así como los objetivos y metas ambientales relacionados con este particular, que puedan ser razonablemente fijados.
- El éxito de la implementación de este programa se debe en gran parte a la entusiasta participación de la alta gerencia, que mediante la integración de criterios vio más concentrados sus esfuerzos.

Se comprueba que la estrategia de la administración de la demanda funciona, permitiendo obtener importantes porcentajes de ahorro por concepto de ahorro de energía.

Se continúan evaluando posibilidades de reducir el índice energético de acuerdo a metas preestablecidas en el mediano plazo.

Los resultados obtenidos en JVC INDUSTRIAL DE MEXICO S.A. DE C.V. se han dado a conocer en el Corporativo a nivel internacional con el fin de contribuir en igual forma.

En JVC se continúa permanentemente mejorando Programas de Eficiencia Energética.

ANEXO B

A continuación se muestran algunas figuras ilustrativas de las mediciones que se hacen en los diagnósticos energéticos, los aparatos de medición que se utilizan son los siguientes:

AMPERMETROS Y VOLTMETROS

FIGURA [I]

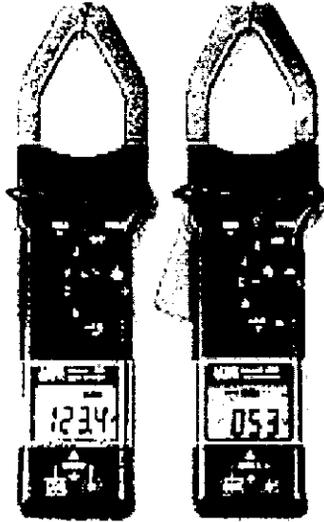


FIGURA [II]

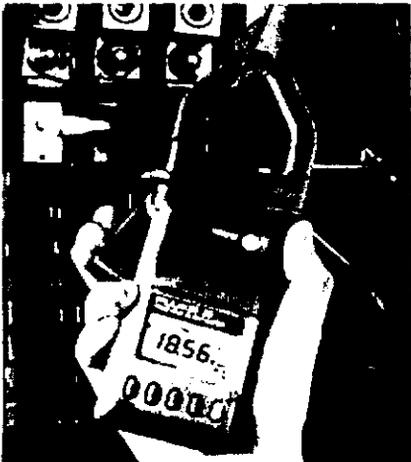


FIGURA [III]



FIGURA | IV |

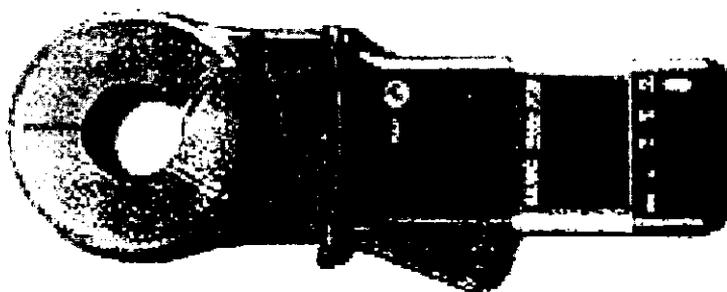


FIGURA | V |



PROBADOR DE RESISTENCIA DE TIERRA

FIGURA | VI |



LUXOMETRO

FIGURA | VII |



TERMOMETROS INFRARROJOS

FIGURA | VIII |



FIGURA | IX |

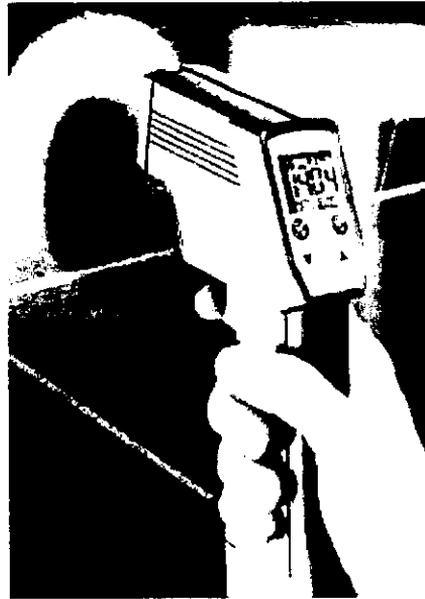


FIGURA | X |

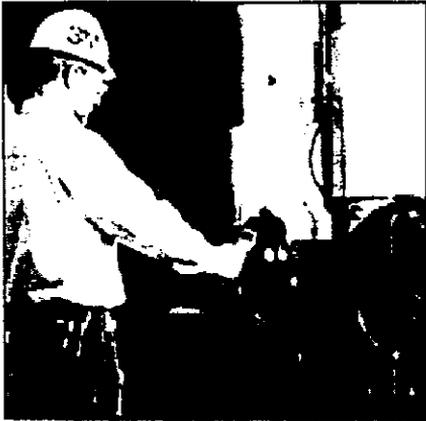


FIGURA | XI |



ANALIZADORES DE REDES ELECTRICAS EN MODULOS FIJOS

FIGURA | XII |

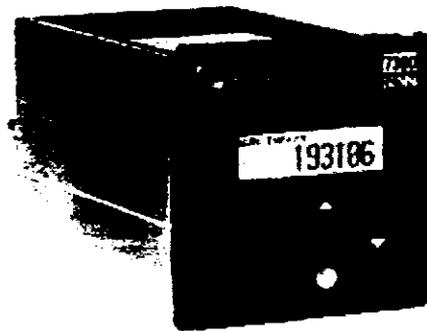


FIGURA | XIII |

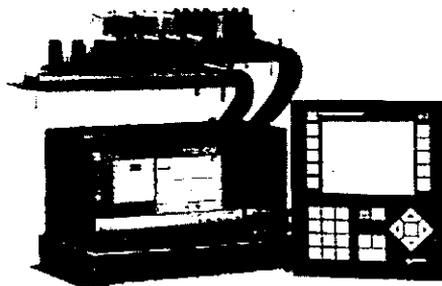


FIGURA [XIV]

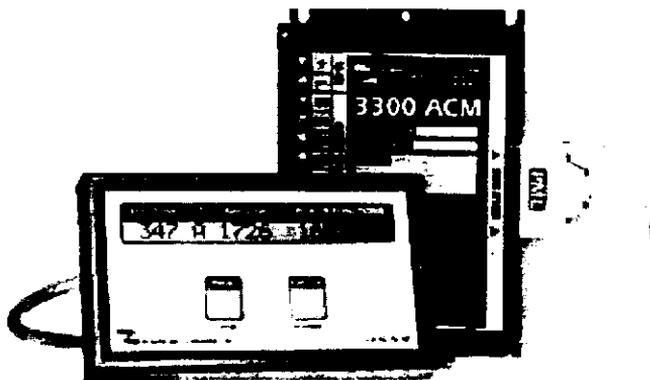


FIGURA [XV]

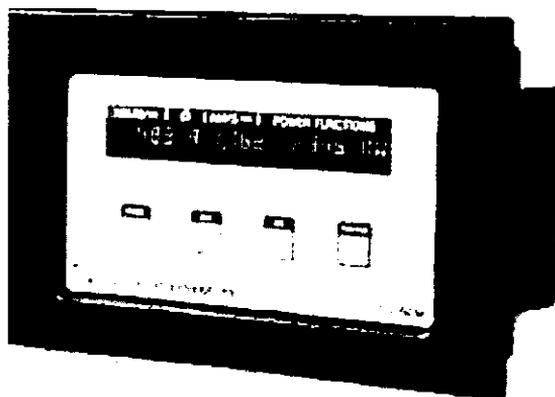
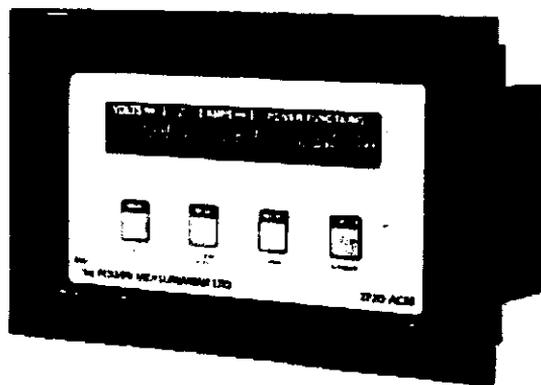


FIGURA [XVI]



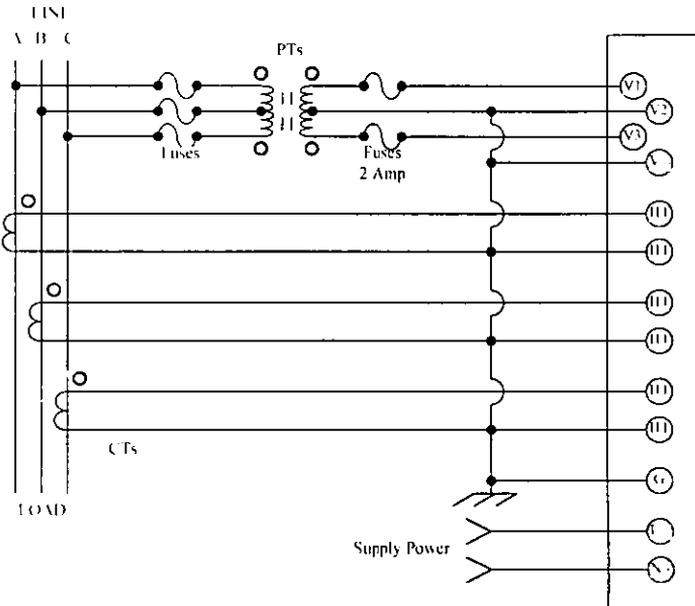
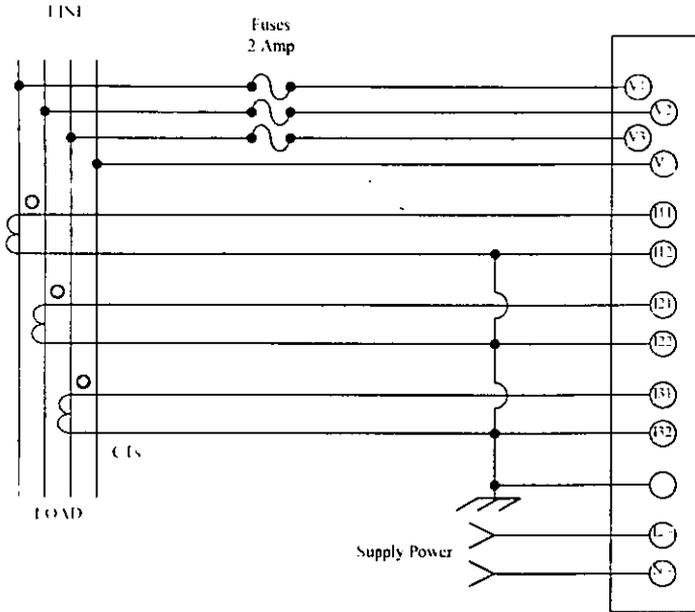
ANALIZADOR DE REDES ELECTRICAS PORTATIL
FIGURA [XVII]



FIGURA | XVIII |



Diagramas de conexión del equipo de la figura [XII]



Diagramas de conexión del equipo de la figura | XIII |

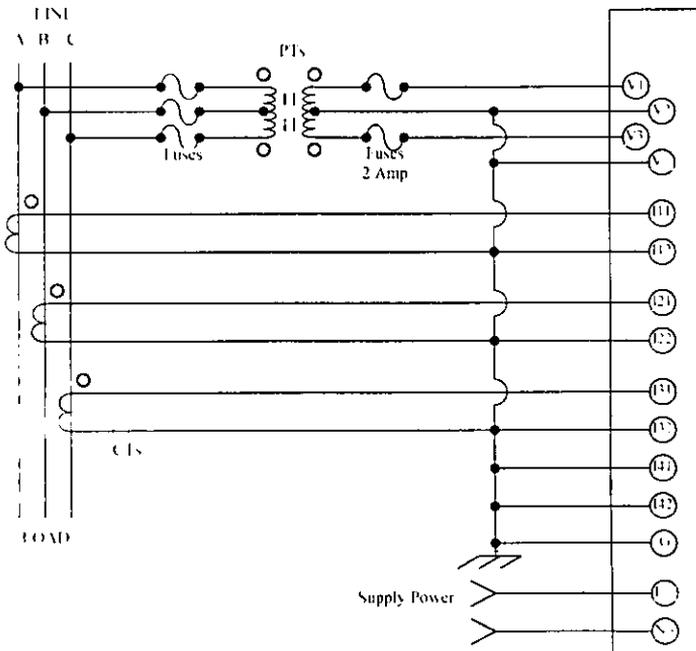
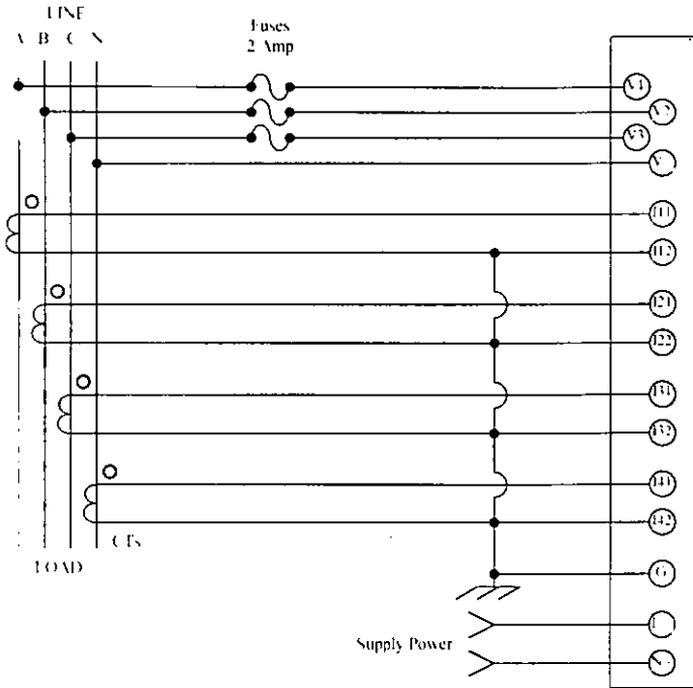
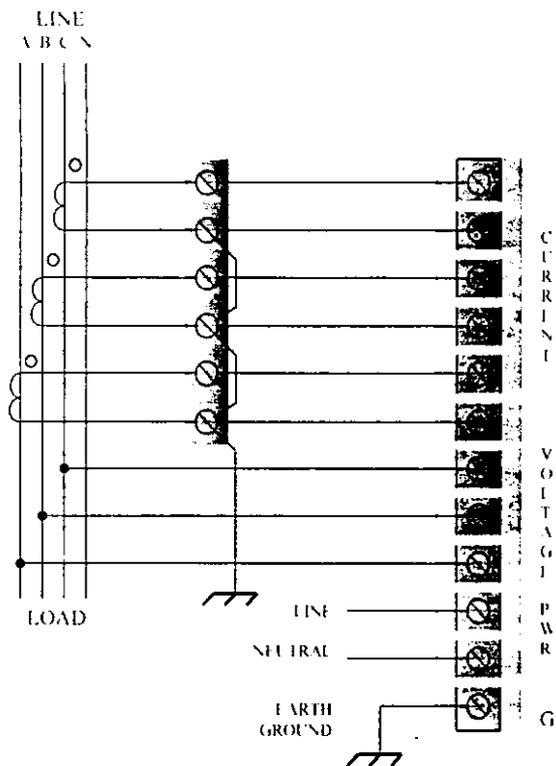


Diagrama de conexión del equipo de la figura [XIV]



CONCLUSIONES

Actualmente se están descubriendo, desarrollando y aplicando nuevas tecnologías para la generación de la energía eléctrica con el objeto de reducir el impacto ambiental que involucra la transformación de energía en este proceso, elevar la productividad, eficacia y eficiencia de los equipos empleados y obtener mejores beneficios económicos, respondiendo a la competitividad actual, sin embargo, para lograr el óptimo rendimiento es preciso definir claramente el nivel actual en que se encuentra la planta productiva y a que se pretende llegar. Una poderosa herramienta para lograr lo anterior son los Diagnósticos Energéticos, cuyos resultados al formar parte de un Programa Integral de Administración de la Energía son sorprendentes. Como la primera fase al establecer una metodología para realizar este tipo de diagnósticos, se presentan los formatos tipo para recopilación de información. Durante la elaboración de los mismos, se consideró que el uso eficiente de la energía involucra todas las actividades que conforman el proceso productivo, siendo el mantenimiento y la seguridad una parte fundamental.

El desarrollar, implementar y controlar un Programa de esta naturaleza proporcionará altos índices de productividad y competitividad a las empresas, en un mundo globalizado en el que se habla cada día con mayor insistencia de la Revolución Ecoindustrial y el medio ambiente como un arma competitiva. Cabe mencionar lo dicho por Percy Bernevik, Director General de ASEA Brown Boveri: "El medio ambiente proporcionará una de las mejores oportunidades para la Innovación Tecnológica y Administrativa y empresas lucrativas que el mundo industrial haya tenido jamás".

Por lo anteriormente expuesto, se considera que la optimización de la energía eléctrica dentro de un Programa Integral de Administración de la Energía es una excelente área de oportunidad que permitirá obtener grandes beneficios en el campo de la protección al medio ambiente, así como la elevación de la productividad y competitividad de las empresas.

El contar con un trabajo como el presente se considera de vital importancia pues debido a las características anteriormente mencionadas, es necesario establecer una metodología adecuada que permita el desempeño exitoso de los estudios relacionados con la energía y su uso para así lograr su eficiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Ahorro de energía en motores eléctricos

Pablo Vargas Prudente

Colección textos politécnicos, serie electrotecnia

Editorial Limusa

CONAE, Secretaría de energía y Centro Universitario México, organizado por, apuntes del diplomado, Uso racional y eficiente de la energía (1998).

CONAE, Metodología para la implantación de un programa integral de conservación y ahorro de energía, (1994).

Enciclopedia de energía tecnológica, Douglas M Considine, publicaciones marcombo, 1989

Enriquez Harper Gilberto, elementos de centrales eléctricas, LIMUSA, Noriega Editores, (1995)

Facultad de Química UNAM, Instituto Mexicano del Petróleo, Apuntes del Diplomado de ahorro de energía, (1996).

Instalaciones eléctricas, Conceptos básicos y diseño. N. Bratu y E. Campero. Editorial Alfaomega. 1993

NOM-001-SEMP-1994; Norma Oficial Mexicana, Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica. Edición 1996. Instituto Politécnico Nacional. México.

La productividad en el mantenimiento industrial, Enrique Dounce Villanueva, Jorge F. Dounce Pérez-Tagle, Compañía Editorial Continental (CECSA), México 1995, pp 179

Programa piloto para la sustitución de motores eléctricos estándar por motores eléctricos de alta eficiencia, pag. 13-16

Revista "Electric Power" Internacional December 1996, power generation, Transmission and distribution, publicación de Mc Graw Hill Companies, Pag. L10 - L12.

Revista informativa del ahorro de energía eléctrica

FIDE año 3, Num. 10

Abril/1994

Revista informativa del ahorro de energía eléctrica
Evaluación del empleo de los programas de ahorro en el consumo de energía eléctrica, pag 15-19
El FIDE en la protección del medio ambiente, pag 21-25
Ventajas de uso de motores eléctricos de alta eficiencia, pag 26
FIDE año 3, Num. 11
Julio/1994

Revista informativa del ahorro de energía eléctrica
El analizador de redes como herramienta fundamental para apoyo del ahorro de energía eléctrica, pag 5-7
Mayor eficiencia en lámparas fluorescentes, balastos y luminarios, pag 17-21
FIDE año 4, Num. 15
Junio/1995

Revista informativa del ahorro de energía eléctrica
Potenciales de ahorro de energía por el uso de equipos de alta eficiencia en el sector industrial
Iluminación con lámparas eficientes de fácil identificación
FIDE año 4, Num 16
Septiembre/1995

XIX Seminario Nacional Sobre el Uso Racional de la energía y exposición de equipos y servicios, ATPAE, del 21 al 25 de septiembre de 1998. Memoria Técnica. Museo Tecnológico, Comisión Federal de Electricidad, 2^{da} Sección del Bosque de Chapultepec, México D.F.

Sistemas de iluminación industriales
John P. Frier y Mary E. Gazley Frier
LIMUSA, grupo Noriega Editores. PP 368

Seguridad Industrial, Roland P. Blake, Editorial DIANA, 1994, pp 479

La seguridad industrial su administración. John V. Grimald, Rollin H. Simonds, editorial Alfaomega, México 1997.

FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES.

Catálogo general CD de BALDOR de MÉXICO S.A. de C.V.

Catálogo de motores de ABB SISTEMAS, S.A. de C.V.

Catálogos de analizadores de potencia eléctrica de POWER MEASUREMENT Ltd., representa en México Fonkel Mexicana, S.A. de C.V.

Catálogos AEMC instruments, "Test & measurement", "Current Measurement Instrument", representante en México Fonkel Mexicana, S.A. de C.V.

Catálogo CIRCUTOR "Analizadores Portátiles de redes eléctricas", representante Salgar Internacional, S.A. de C.V.

Catálogo CROUSE-HINDS DOMEX, S.A. de C.V., alumbrado, 1998.

Catálogo INDUSTRIAS SOLA BASIC, S.A. de C.V. balastros, 1998

Catálogo general de especificaciones '98 PHILIPS, representante en México, Philips Mexicana S.A. de C.V.

Catálogo RAYTEK, portable productos, division, Thermometers Infrarreds, representante en México Investigaciones Electrónicas AGV, S.A. de C.V.

Catálogo 3M, Termómetros Infrarrojos, representante Técnica en Materiales Eléctricos, S.A. de C.V.

DIRECCIONES DE FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES EN INTERNET

<http://www.3m.com>

<http://www.abb.com>

<http://www.aemc.com>

<http://www.baldor.com>

<http://www.conae.gob.mx>

<http://www.cpmtech.com>

<http://www.fluke.com>

<http://www.mexel.com.mx>

<http://www.pml.com>

<http://www.raytek.com>

<http://www.reliablemeters.com>

<http://www.crouse-hinds.com>

<http://www.philips.com.mx>