

62
21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN
LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
FRANCISCO FIGUEROA PALACIOS
FEDERICO B. BETANZO CORREO



DIRECTOR DE TESIS: ING. FRANCISCO LOPEZ RIVAS

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**ERGUIDO BAJO EL GOLPE DE LA INSISTENCIA,
ME SIENTO SUPERIOR A LA VICTORIA.
TENGO FE EN MI.
LA ADVERSIDAD PODRÍA QUITARME EL TRIUNFO,
PERO NO LA GLORIA.**

**A PESAR DE LAS VICISITUDES Y AL
APOYO RECIBIDO POR MIS PADRES:
MANUEL FIGUEROA MACIAS Y
FRANCISCA PALACIOS DE FIGUEROA, HE
CONCLUIDO UNA ETAPA MAS DE MI
VIDA.**

**A MIS HERMANOS POR SU CARIÑO Y
CONFIANZA.**

**A LA MEMORIA DE MI PADRINO MANUEL
BOTELLOS.**

**A MI MADRINA ROSARIO MARQUEZ VDA.
DE BOTELLO E HIJOS POR HABERME
BRINDADO SU HOGAR, APOYO Y CARIÑO.**

**A MI ESPOSA MARÍA DE LOS ÁNGELES
VELASCO, A MIS HIJOS MABEL, MA. DE
LOS ÁNGELES Y MANUEL, POR TODO SU
AMOR, CARIÑO, COMPRENSIÓN E
INCONDICIONAL APOYO BRINDADO
PARA EL LOGRO DE MIS METAS.**

**AL ING. FRANCISCO LÓPEZ RIVAS POR EL
IMPULSO OTORGADO EN LA
ELABORACIÓN DE ESTA TESIS.**

EN MEMORIA A MI PADRE CELSO

CON AMOR A MI MADRE JOVITA.

**HAGO PATENTE MI AGRADECIMIENTO A
MIS TÍOS: RUBEN, IMELDA Y VIDAL
CORREO, POR HABERME BRINDADO SU
HOGAR, CARIÑO Y EL APOYO PARA
LOGRAR ESTA META.**

**A MIS HERMANOS FRANCISCO Y
DOLORES, TODA MI ADMIRACIÓN.**

A MI HIJO LENIN, MI AMOR DE PADRE.

ÍNDICE

CAPITULO I	INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO II	AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.	2
2.1.-	DEFINICIONES	2
2.2.-	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	4
2.2.1.-	DIVISIÓN DE LOCALES	4
2.2.2.-	DISPOSICIÓN Y COLOR DE MOBILIARIO	4
2.2.3.-	REFLECTANCIAS DEL LOCAL	4
2.2.4.-	ÁREAS ILUMINADAS	4
2.2.5.-	TENSIÓN DE OPERACIÓN	4
2.2.6.-	LUZ NATURAL	5
2.2.7.-	ILUMINACIÓN LOCALIZADA	5
2.2.8.-	ILUMINACIÓN GENERAL	5
2.2.9.-	UTILIZACIÓN POR TIPO DE LAMPARA	5
2.2.10.-	ILUMINACIÓN DE ANUNCIOS	7
2.2.11.-	ALTURA DE MONTAJE DE LA LAMPARA FLUORESCENTE	7
2.2.12.-	NIVELES DE ILUMINACIÓN	7
2.2.13.-	DISPOSITIVOS AHORRADORES DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN	7
2.2.14.-	SELECCIÓN DE EQUIPO	7
2.2.15.-	FACTORES DE PERDIDA DE LUZ	8
2.2.16.-	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	9
2.2.17.-	INFORMACIÓN FOTOMETRICA	9
2.2.18.-	CONEXIÓN A TIERRA	10
2.2.19.-	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	10
2.2.20.-	BALASTROS TERMOPROTEGIDOS	10
2.2.21.-	COMPATIBILIDAD	11
2.2.22.-	SISTEMA DE ENCENDIDO	11
2.2.23.-	TIPOS DE BALASTRO	11
2.2.24.-	CONEXIÓN A TIERRA	11
2.2.25.-	CONTROL TÉRMICO	11
2.2.26.-	LUMINARIA EFICIENTE	11
2.3.-	ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO	12
2.3.1.-	TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN	12

	2.3.2.-	EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y DESCONEXION	12
	2.3.3.-	CONDUCTORES	12
	2.3.4.-	FUENTES LUMINOSAS	12
	2.3.5.-	BALASTROS	12
	2.3.6.-	LUMINARIAS	13
	2.3.7.-	CONTROL	13
	2.3.8.-	FOTOCELDAS	13
	2.3.9.-	TENDIDO DE CONDUCTORES	13
	2.3.10.-	EMPALMES Y DERIVACIONES	14
	2.3.11.-	CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA	14
	2.3.12.-	TENSIÓN Y CAÍDA DE TENSIÓN	14
	2.3.13.-	BALANCE DE CARGAS	14
	2.3.14.-	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	14
CAPITULO III		ASPECTOS BÁSICOS DEL FACTOR DE POTENCIA ORIENTADO AL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA.	15
	3.1.-	INTRODUCCIÓN	15
	3.2.-	ANALOGÍA MECÁNICA	15
	3.3.-	EL FACTOR DE POTENCIA	17
	3.4.-	TRIÁNGULO DE POTENCIAS	21
	3.5.-	INCONVENIENTES DE UN BAJO FACTOR DE POTENCIA	23
	3.5.1.-	UNA DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y MANIOBRA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	24
	3.5.2.-	UN INCREMENTO EN LAS PERDIDAS POR CALENTAMIENTO.	26
	3.5.3.-	UNA DEFICIENTE REGULACIÓN DE VOLTAJE	27
	3.5.4.-	UN INCREMENTO EN LA FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	28
	3.6.-	LOS MOTORES ELÉCTRICOS Y EL FACTOR DE POTENCIA.	28
	3.7.-	MÉTODOS PARA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.	31

3.8.-	EFFECTO DE LA POTENCIA REACTIVA CAPACITIVA SOBRE LA POTENCIA DE UNA CARGA PREDOMINANTEMENTE INDUCTIVA.	32
3.8.1.-	MOTORES SINCRONOS	32
3.8.2	CAPACITORES SINCRONOS	33
3.8.3	CAPACITORES DE POTENCIA	33
3.9.-	DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL.	36
3.10.-	CALCULO DE LA POTENCIA REACTIVA DE LOS CAPACITORES PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA.	39
3.11.-	CONSIDERACIONES PARA LA LOCALIZACIÓN DE LOS CAPACITORES.	41
3.11.1.-	COMPENSACIÓN INDIVIDUAL	42
3.11.2.-	COMPENSACIÓN EN GRUPO	43
3.11.3.-	COMPENSACIÓN CENTRAL	44
3.12.-	BANCOS DE CAPACITORES AUTOMÁTICOS	45
3.13.-	CASOS EN LOS QUE SE RECOMIENDA UNA COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA.	47
3.14.-	CONCLUSIONES	47
3.15.-	RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN MOTORES ELÉCTRICOS	49
3.15.1.-	INTRODUCCIÓN	49
3.15.2.-	EFICIENCIA DE UN MOTOR	49
3.15.3.-	REPARACIONES	51
3.15.4.-	MOTORES ELÉCTRICOS Y EL FACTOR DE POTENCIA	52
3.15.5.-	ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA	52
3.15.6.-	UN EJEMPLO DE ÁREA DE OPORTUNIDAD	53
3.15.7.-	MOTIVAR AL PERSONAL A AHORRAR	53
3.15.8.-	RECOMENDACIONES GENERALES	54
CAPITULO IV	INNOVACIONES TECNOLÓGICAS	58
4.1.-	ILUMINACIÓN	59

4.2.-	REFLECTORES ÓPTICOS	62
4.3.-	CONTROLES DE ALUMBRADO	63
4.4.-	BALASTOS ELECTRÓNICOS	65
4.5.-	BALASTOS ELECTRÓNICOS CON CONTROL DE ILUMINACIÓN.	67
4.6.-	SENSORES DE PRESENCIA	69
4.7.-	EJEMPLO DE APLICACIÓN DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PRINCIPALMENTE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.	70
4.7.1.-	ANTECEDENTES	70
4.7.2.-	DIAGNOSTICO	70
4.7.3.-	PROBLEMÁTICA	72
4.7.4.-	ACCIONES CORRECTIVAS	73
4.7.5.-	COMBINACIÓN DE MEDIDAS	75
4.7.6.-	RESULTADOS	75
4.7.7.-	CONCLUSIONES	78
4.7.8.-	EJEMPLO DE APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PRINCIPALMENTE EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN.	79
4.7.9.-	ANTECEDENTES	79
4.7.10.-	DIAGNOSTICO	79
4.7.11.-	ACCIONES CORRECTIVAS	83
4.7.12.-	RESULTADOS	85
4.7.13.-	VENTAJAS	86
4.7.14.-	CONCLUSIONES	86
CAPITULO V	EVALUACIÓN, RESULTADOS Y CONCLUSIONES	87
5.1.-	ANTECEDENTES	87
5.2.-	DIAGNOSTICO	88
5.2.1.-	DISTRIBUCIÓN DE CARGAS	88
5.2.2.-	DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS	89
5.3.-	PROBLEMÁTICA	89
5.4.-	ACCIONES CORRECTIVAS	90

5.5.-	EXPECTATIVAS DE AHORRO	92
5.6.-	RESULTADOS	93
5.7.-	CONCLUSIONES	95
APÉNDICE		96
A.-	TARIFAS	97
A.1.-	INTRODUCCIÓN	97
A.2.-	TARIFAS	97
A.3.-	TARIFA 02	98
A.4.-	TARIFA 03	100
A.5.-	TARIFA OM	102
A.6.-	TARIFA HM	102
B.-	COMPONENTES Y CONTROLES DE BANCOS DE CAPACITORES AUTOMÁTICOS.	108
C.-	EJEMPLOS DE CORRECCIÓN DE BAJO F.P.	111
D.-	CATÁLOGOS	115
BIBLIOGRAFÍA		138

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN .-

Hoy en día, debido al incremento del costo de la electricidad, los diferentes sectores de la sociedad están interesados en incorporarse a la nueva corriente mundial de ahorrar energía eléctrica. El panorama para dicho ahorro abarca el campo industrial, comercial, residencial, municipal y de servicios.

Actualmente se hacen esfuerzos para inducir a la sociedad a que adquiriera una nueva **CULTURA ENERGÉTICA** en la que, al hacer uso de los recursos con que cuenta, lo haga de un modo más racional y eficiente, evitando el funcionamiento de lo superfluo, eliminando los desperdicios, operando las instalaciones con estrategias, de tal forma, que no afecten la calidad y cantidad de producción atendiendo los requisitos de las tarifas eléctricas para reducir la demanda y el consumo de electricidad.

También, el ahorro de energía se puede conseguir con la revisión de las instalaciones que cuando se diseñaron bajo las circunstancias propias de ese momento fueron las idóneas, pero ahora, con el transcurso de los años, se han envejecido y aumentado pérdidas.

Las ideas y lineamientos que se indican en este trabajo y que nos pueden conducir al ahorro de energía eléctrica se clasifican en tres aspectos:

1. Acciones que son de naturaleza inmediata, que no requieren inversiones y que se fundamentan principalmente de arranques y paros programados que, sin afectar la calidad y la cantidad del producto, dan por resultado la reducción de la demanda eléctrica y de la energía consumida
2. Acciones a corto plazo, basadas en las modificaciones y ajustes de operación en un mantenimiento adecuado y que no requieren de inversión adicional.
3. Acciones a mediano plazo que implica modificaciones o sustituciones de equipo y/o instalaciones, las cuales mediante un estudio previo se diagnostica que realizarán el proceso más eficiente, con menos pérdidas, y por lo tanto, con el consiguiente ahorro de energía eléctrica.

CAPITULO II

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN .-

Se entiende por ahorro de energía eléctrica como la reducción del consumo de energía eléctrica mediante el uso eficiente y racional de las instalaciones, equipos, dispositivos y materiales que la generan, transmiten, distribuyen y utilizan.

2.1.- DEFINICIONES.

Los siguientes términos, los mas importantes para uso eficiente de energía en sistemas de iluminación se entienden y se definen como sigue:

Alumbrado exterior.- Alumbrado de espacios descubiertos, entre los que destacan, estacionamientos, calles, patios, fachadas, monumentos, áreas de material de descarga, obras, pistas deportivas, etc.

Alumbrado interior.- Alumbrado de espacios cubiertos, entre los que destacan, salas de espectáculos, naves industriales, centros comerciales, restaurantes, casas habitación, escuelas, etc.

Lámpara fluorescente ahorradora.- Es una lámpara con bajo consumo de energía eléctrica, un alto rendimiento luminoso y un promedio de vida elevado.

Luminaria.- Es un aparato que distribuye, controla la luz emitida por una o varias lámparas, el cual incluye todos los accesorios necesarios para la fijación, protección y funcionamiento de dichas lámparas.

Flujo luminoso.- Es la energía radiante de una fuente de luz que produce una sensación luminosa, es decir:

$$\phi = I \cdot W \text{ [lumen]}$$

Cantidad de luz.- Equivale al producto del flujo luminoso emitido por la unidad de tiempo, es decir:

$$Q = \phi \cdot t \text{ [lumen-hora]}$$

Eficacia o rendimiento luminoso.- Es la relación entre el flujo emitido y la potencia consumida:

$$n = \frac{\phi}{P} \text{ [lumen / watt]}$$

Intensidad luminosa.- Es la densidad de flujo a través de un ángulo sólido en una dirección determinada, se representa por la letra [I]

$$I = \frac{\varphi}{W} \text{ [candela]}$$

Iluminancia.- La iluminancia de una superficie es la relación entre el flujo luminoso incidente y el área:

$$E = \frac{\varphi}{S} \text{ (Lux)}$$

Luminancia.- Es la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente en la dirección determinada:

$$L = \frac{I}{S * \text{Cos}\delta}$$

En el siguiente cuadro se resumen los parámetros luminotécnicos fundamentales.

RESUMEN DE LOS PARÁMETROS LUMINOTECNICOS FUNDAMENTALES:

Magnitud	Simb.	Sistema Internacional	Ecuación
Flujo luminoso	φ	Lumen (lm)	$\varphi = I * W$
Eficiencia	n	Lumen/watt	$n = \frac{\varphi}{W}$
Cantidad de luz	Q	Lumen-segundo	$Q = \varphi * t$
Intensidad luminosa	I	Candela	$I = \frac{\varphi}{W}$
Iluminancia	E	Lux	$E = \frac{\varphi}{S}$
Luminancia	L	Nit Stilb	$L = \frac{I}{S}$

2.2.- SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Un sistema de iluminación debe dar el nivel adecuado a los locales o áreas por iluminar para las actividades que se desarrollan en ellas. Además debe haber ausencia de deslumbramiento y brindar una tonalidad de colores satisfactoria. El sistema de iluminación debe ser el óptimo para obtener la iluminación necesaria con un menor consumo de energía.

Para la realización de un diseño adecuado de un sistema de iluminación, con el objeto de optimizar el uso de la energía eléctrica, se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones y/o recomendaciones.

2.2.1.- DIVISIÓN DE LOCALES:

- a. Se recomienda que las divisiones de las áreas, con las mismas necesidades de iluminación, sean lo más grande posible ya que así se tiene un uso más eficiente del flujo luminoso.
- b. Se recomienda que la cancelaría o paredes que se usen como divisiones, en donde se requieran no se eleven hasta el techo y en caso necesario se recomienda utilizar material transparente para que exista un intercambio de luz entre las distintas áreas.

2.2.2.- DISPOSICIÓN Y COLOR DEL MOBILIARIO.

Se recomienda que el color del mobiliario sea claro y sin brillantez y su disposición sea la adecuada para obtener un mejor aprovechamiento del sistema de iluminación, es importante instalar ventanas de dimensiones adecuadas o domos y cualquier medio para introducir luz natural.

2.2.3.- REFLECTANCIAS DEL LOCAL.

Para mejorar reflectancias en interiores, se recomienda utilizar colores claros y superficies lisas.

2.2.4.- ÁREAS ILUMINADAS.

Cualquier espacio, residencial, laboral, social etc., que tenga varias áreas de utilización, deberá tener control de alumbrado para cada una de ellas, además cada área debe contar con un número adecuado de controles.

2.2.5.- TENSIÓN DE OPERACIÓN.

Todo tipo de lámpara debe ser alimentada a la tensión nominal para obtener una buena operación y un máximo rendimiento.

2.2.6.- LUZ NATURAL.

Se debe utilizar y aprovechar al máximo la luz natural para iluminación de interiores. Es de mucha importancia considerar la instalación de ventanas de dimensiones adecuadas, domos y cualquier medio para introducir luz natural, además de hacer una buena distribución del mobiliario.

2.2.7.- ILUMINACIÓN LOCALIZADA.

Se recomienda este tipo de iluminación para áreas o zonas de actividad específica.

2.2.8.- ILUMINACIÓN GENERAL.

Iluminación diseñada para alumbrar un área sin tomar en cuenta requisitos especiales.

2.2.9.- UTILIZACIÓN POR TIPO DE LAMPARA.

En la tabla 2.2.1 presentamos una guía en donde se recomienda el tipo de lámpara que se debe emplear de acuerdo al lugar de utilización.

TABLA 2.2.1

Tipo de lámpara	Utilización
Sodio de alta presión	Alumbrado interior, donde el rendimiento de color no es crítico. Alumbrado industrial de media y gran altura. Alumbrado público. Estacionamientos. Alumbrado de seguridad. Alumbrado de pasos peatonales.
Sodio de baja presión	Alumbrado de carreteras con neblina. Alumbrado exterior, donde la identificación de colores no es necesaria.
Halogenuros de mercurio	Alumbrados deportivos y en interiores de gran altura, donde los procesos a realizar impliquen una buena discriminación de colores. Alumbrado industrial. Centros comerciales, etc.
Fluorescente	Iluminación de interiores en general.
Lámpara fluorescente compacta (Ahorradora de energía)	Alumbrado para todo tipo de locales. Ideal para: Hoteles, restaurantes, hospitales, domésticos, etc.
Bombillo de luz mixta	Se pueden utilizar en ambientes internos y externos. Pueden ser alojados en luminarias de bombillos incandescentes. Se pueden utilizar en fábricas, tiendas, estacionamientos, plazas, etc.

2.2.10.- ILUMINACIÓN DE ANUNCIOS.

Se recomienda el ahorro de energía eléctrica en la iluminación de anuncios y aparadores, utilizando dispositivos y equipos ahorradores de energía, tomando en cuenta conceptos como control de carga y en lo posible tratar de mantener iluminados dichos anuncios únicamente durante la hora de mayor tránsito vehicular y peatonal.

2.2.11.- ALTURA DE MONTAJE DE LA LAMPARA FLUORESCENTE.

No se deben instalar lámparas fluorescentes a alturas superiores a los 6 metros

2.2.12.- NIVELES DE ILUMINACIÓN.

En la selección de nivel de iluminación se debe tomar en cuenta, la actividad que se realiza en el área por iluminar y la disponibilidad de luz natural.

2.2.13.- DISPOSITIVOS AHORRADORES DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN.

La optimización del uso de la energía en sistemas de iluminación, depende, en mucho, de los dispositivos utilizados para reducir o apagar dicha iluminación en respuesta a los siguientes factores:

- 1).- Cambio y tareas múltiples
- 2).- Disponibilidad de luz natural
- 3).- Horario de presencia (en el área de utilización)
- 4).- Facilidades de limpieza, y
- 5).- Mantenimiento del sistema de iluminación.

2.2.14.- SELECCIÓN DE EQUIPO.

- a. Fuentes de luz.- Es importante desde el punto de vista de ahorro de energía, seleccionar las fuentes de luz de mayor eficacia evaluando conceptos como: rendimiento luminoso, color, características ópticas, vida útil, eficacia inicial y depreciación.
- b. Balastra.- La balastra tiene un considerable impacto en los lúmenes de salida de las lámparas de descarga y en el consumo de energía. Su selección requiere tomar en cuenta algunos aspectos importantes como:
 - Factor de balastra
 - Factor térmico de la luminaria
 - Factor de potencia
 - Factor de eficiencia de balastra, etc.

- c. Luminaria.- Un parámetro en la selección de una luminaria, es su curva de distribución, para tener un máximo aprovechamiento de la iluminación.

En la tabla 2.2.2 se da una clasificación de luminarias de acuerdo a su característica de distribución.

TABLA 2.2.2
SEIS CLASES DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS

No.	Tipo de distribución	% de luz dirigida	
		Hacia arriba	Hacia abajo
1	Directa	0 a 10	90 a 100
2	Semi - directa	10 a 40	60 a 90
3	General - difuso	40 a 60	40 a 60
4	Directo - indirecto	40 a 60	40 a 60
5	Semi - indirecto	60 a 90	10 a 40
6	Indirecta	90 a 100	0 a 10

Otros factores importantes que se deben tomar en cuenta en la selección de una luminaria son, el coeficiente de utilización, que indica la proporción del flujo luminoso sobre el plano de trabajo y el confort visual.

2.2.15.- FACTORES DE PERDIDA DE LUZ.

En la selección de lámparas, luminarias, balastos, etc. Para el diseño de un sistema de iluminación, se deben tomar en cuenta los distintos factores de pérdida de luz, citaremos los más importantes:

- 1.- Acumulación de polvo y envejecimiento de la lámpara
- 2.- Suciedad en la luminaria
- 3.- Acumulación de polvo en paredes
- 4.- Temperatura y humedad
- 5.- Posición de la lámpara (se debe utilizar la recomendada por el fabricante)

2.2.16.- CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Un adecuado proyecto de iluminación conduce a un ahorro y uso racional de la energía; para lograr esto se deben considerar los tres aspectos siguientes:

- 1.- Iluminación del medio.
 - a).- Tarea visual
 - b).- Nivel de iluminación
 - c).- Distribución de iluminación
 - d).- Confort visual
 - e).- Control de deslumbramiento
 - f).- Rendimiento de color, y
 - g).- Apariencia física
- 2.- Medio físico.
 - a).- Tamaño y geometría del espacio
 - b).- Localización y orientación del plano de trabajo
 - c).- Divisiones y obstáculos (Local).
 - d).- Reflectancia de superficies
 - e).- Condiciones Atmosféricas
 - f).- Humedad y disponibilidad de la luz natural
 - g).- Vibración y temperatura, y
 - h).- Condiciones de tensión
- 3.- Selección de equipo
 - a).- Eficiencia y rendimiento de lámparas y luminarias
 - b).- Eficiencia y rendimiento de balastras, y
 - c).- Procedimiento o método de cálculo

2.2.17.- INFORMACIÓN FOTOMETRICA.

Para el diseño e instalación de sistemas de alumbrado, se debe contar con los datos fotométricos siguientes:

- 1.- Curvas de distribución fotométrica
- 2.- Ángulo de pantalla
- 3.- Coeficiente de utilización
- 4.- Espaciamiento máximo
- 5.- Descripción de lámpara y luminaria
- 6.- Lúmenes por zona
- 7.- Temperatura de color, y
- 8.- Coordenadas de cromaticidad

BALASTROS.-

2.2.18.- CONEXIÓN A TIERRA

La puesta a tierra de instalaciones eléctricas y equipos, es necesario como medio de protección para las personas y para las instalaciones. Se establece en forma general, en que casos deben conectarse a tierra los circuitos, las canalizaciones y cubiertas metálicas de cables y partes metálicas de los equipos.

El objeto de conectar a tierra un circuito eléctrico, es limitar las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a fenómenos transitorios en el propio circuito ó a contactos accidentales con líneas de alimentación de energía eléctrica; así como limitar la tensión a tierra del circuito durante su operación normal. una conexión sólida a tierra facilita también la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, en caso de fallas a tierra, contribuyendo así al uso eficiente de la energía eléctrica.

Las canalizaciones y cubiertas metálicas de conductores o equipos (ajenas al circuito eléctrico) son puestas a tierra con el objeto de evitar que éstas tengan un potencial mayor que el de tierra en un momento dado y representen riesgos para las personas.

Se recomienda conectar las cajas metálicas de las balastras a la tierra efectiva.

2.2.19.- TEMPERATURA DE OPERACIÓN.

Con el objeto de mantener la temperatura de los balastros dentro de los rangos indicados por el fabricante, se recomienda tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Instalarlos en lugares que no se encuentren a altas temperaturas.
2. Colocarlos sobre una superficie metálica de modo que la base completa quede en contacto directo con el metal
3. Si un mismo gabinete ó luminaria contiene dos ó más balastros, separarlos y orientarlos de manera que no transmita calor.

2.2.20.- BALASTROS TERMOPROTEGIDOS.

Se recomienda utilizar balastros equipados con termoprotectores

2.2.21.- COMPATIBILIDAD.

Se deben utilizar balastos adecuados a las lámparas a utilizar. Evitar el uso de balastos ahorradores de energía con lámparas que no sean compatibles.

2.2.22.- SISTEMA DE ENCENDIDO.

Con el fin de tener un menor consumo de energía, se recomienda utilizar el mismo sistema de encendido.

2.2.23.- TIPOS DE BALASTROS.

Desde el punto de vista de ahorro de energía, los balastos pueden ser:

- a. Electrónicos, y
- b. Ahorradores de energía.

LUMINARIAS

2.2.24.- CONEXIÓN A TIERRA.

Los luminarias deben ser conectados a la tierra efectiva de la instalación eléctrica.

2.2.25.- CONTROL TÉRMICO.

Para mantener la temperatura adecuada de funcionamiento de balastros, lámparas, etc. se recomienda instalar las luminarias de tal manera que tengan una buena ventilación y a 15 cm. del techo en lugar de colocarlos directamente sobre él. Además, se recomienda la utilización de diversos dispositivos disipadores de calor.

2.2.26.- LUMINARIA EFICIENTE.

Se recomienda utilizar luminarias eficientes, que su diseño permita una buena distribución del flujo luminoso. Esto se logra incorporando a la luminaria reflectores y difusores de alta eficiencia, pintura de alta reflectancia, rejillas parabólicas, etc.

2.3.- ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO

2.3.1.- TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN.

La tensión de alimentación a un sistema de alumbrado pueda obtenerse de dos formas:

- En media tensión (> 600V.)
- En baja tensión. (< 600V.)

Cuando se cuenta con un transformador y red de distribución propios del sistema de alumbrado, la alimentación se tomará de las redes de distribución en media tensión. Es importante seleccionar el equipo y dispositivos adecuados para proporcionar los valores de tensión y frecuencia nominales de los sistemas de alumbrado para hacerlos eficientes y reducir consumos de energía.

2.3.2.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y DESCONEXION .

Los sistemas de alumbrado deben contar con medios de protección, conexión y desconexión, con el fin de aislar fallas y permitir labores de mantenimiento, conservación y operación de la instalación. Esto se logra con la utilización de cortacircuitos, fusibles y apartarrayos para media tensión e interruptores de navajas con fusibles o interruptores termomagnéticos en la red de baja tensión.

2.3.3.- CONDUCTORES.

Para las líneas aéreas de baja tensión, se recomienda el uso de alambre o cable de cobre. El Calibre de los conductores se determina según el número y potencia de las lámparas por alimentar y la caída de tensión.

2.3.4.- FUENTES LUMINOSAS.

En la tabla 2.2.1 mostrada anteriormente se indica el tipo de lámpara recomendada a utilizar según el lugar o área de instalación. Desde el punto de vista de ahorro de energía, se recomienda, siempre que sea posible, la utilización de lámparas de vapor de sodio de alta presión.

2.3.5.- BALASTROS.

Se recomienda utilizar balastros de tipo autotransformador autoregulado de alto factor de potencia por ser más eficientes. Además, soporta mayores variaciones de tensión que otros tipos. Se deberá evitar el uso de balastros ahorradores de energía con lámparas que no sean compatibles.

2.3.6.- LUMINARIAS.

Para dar un uso eficiente a las fuentes luminosas, se recomienda seleccionar adecuadamente las luminarias, para lo cual se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Tipo y potencia de la lámpara
- Curva de distribución
- Resistencia a las condiciones ambientales y meteorológicas del lugar de instalación, y
- Utilizar luminarias con lámpara en posición horizontal

2.3.7.- CONTROL.

El control de encendido y apagado de las lámparas representa un factor fundamental en la operación de los sistemas de alumbrado, ya que influye directamente en el consumo de energía eléctrica. Por lo que se recomienda la utilización de fotoceldas para su control.

2.3.8.- FOTOCELAS.

Es muy importante que la instalación y operación de las fotoceldas sea la correcta, para lo cual se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Orientación
- Tensión de diseño, y
- Limpieza

REQUISITOS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.3.9.- TENDIDO DE CONDUCTORES.

- Conductores aéreos.** El tendido de los conductores aéreos desnudos debe realizarse de tal manera que se asegure, que las distancias entre conductores y tierra en cualquier parte de la instalación cumpla con los valores mínimos de seguridad, a fin de evitar que se junten debido a la acción del viento. Los bastidores, soportes de luminarias y cualquier equipo deberán sujetarse firmemente a los postes.
- Cables subterráneos.** Los cables de sistemas subterráneos deberán instalarse con los medios apropiados, cuidando que no se produzcan daños a los aislamientos. El número de cables instalados dentro de una misma canalización debe estar de acuerdo con lo estipulado en las Normas de Instalaciones Eléctricas.

2.3.10.- EMPALMES Y DERIVACIONES.

Al efectuar un empalme o derivación en los conductores de sistemas de iluminación, es importante que estos queden perfectamente bien unidos. En el caso de cables aislados se necesita restituir el aislamiento en su parte descubierta con uno equivalente al que tenía originalmente. Esto se logra mediante la aplicación de cintas aislantes compatibles con las condiciones de operación y los aislantes de los cables.

2.3.11.- CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA.

En el caso de contar con subestación, los apartarrayos, así como los cuerpos metálicos de los equipos que la forman es recomendable conectarlos a tierra con alambre de cobre desnudo calibre 2 AWG y una varilla (electrodo) de tierra de 3 metros de longitud.

2.3.12.- TENSIÓN Y CAÍDA DE TENSIÓN.

Con el fin de hacer un uso eficiente de la energía eléctrica, en alumbrado se recomienda seleccionar la tensión más alta y tratar de mantener al mínimo las caídas de tensión.

2.3.13.- BALANCE DE CARGAS.

Para dar un uso eficiente y racional a la energía en el alumbrado se deben balancear las cargas conectadas por fase.

2.3.14.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Para dar un uso eficiente a la energía eléctrica utilizada en el alumbrado, se recomienda hacer pruebas periódicas a los materiales, conductores y equipos en general para verificar la efectividad de su funcionamiento.

Las principales pruebas recomendadas son:

- 1.- Continuidad de los conductores
- 2.- Resistencia de aislamiento
- 3.- Cargas en los circuitos (balanceo)
- 4.- Caída de tensión
- 5.- Operación de equipo de control, y
- 6.- Nivel de iluminación .

ASPECTOS BÁSICOS DEL FACTOR DE POTENCIA ORIENTADO AL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA.-

3.1.- INTRODUCCIÓN :

Una instalación eléctrica, además del impacto en el pago de electricidad, tiene otras implicaciones, de igual o mayor significación, particularmente en relación con la capacidad de los equipos de transformación y distribución de la energía eléctrica y con el uso eficiente de las máquinas y aparatos que funcionan con electricidad.

La explicación del factor de potencia, los efectos que se presentan cuando su valor es reducido, y los métodos para corregirlo, no son temas nuevos. Desde hace muchos años han sido tratados en innumerables artículos, libros y revistas especializadas. Sin embargo, el factor de potencia es un problema permanente y de obligada importancia para todos aquellos cuya actividad se relaciona con el diseño, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas, particularmente de plantas industriales, por lo que la revisión periódica de los conceptos no sólo es conveniente sino necesaria.

Para visualizar con mayor facilidad el concepto del factor de potencia a continuación hacemos una analogía mecánica.

3.2.- ANALOGÍA MECÁNICA

En mecánica la potencia o razón de trabajo realizado se puede calcular a partir de la siguiente expresión:

$$P=Fv$$

donde:

P=Potencia en watts (W)

F=Fuerza en newtons (N)

V=Velocidad en metros por segundo (m/s)

En la fórmula anterior, la fuerza y la velocidad están en la misma dirección, como en el ejemplo que se muestra en la figura 1, donde para empujar un cuerpo a una velocidad de 1 m/s, se requiere aplicar una fuerza de 1000 N. En este caso la potencia es de 1000 W.

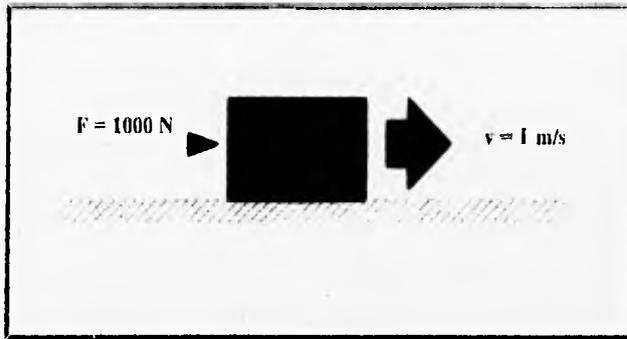


FIGURA 1
FUERZA APLICADA EN LA DIRECCIÓN DEL MOVIMIENTO

Cuando la fuerza y la velocidad o la dirección del movimiento no son colineales como se indica en la figura 2, un factor de corrección debe ser considerado al aplicar la fórmula anterior. Para conservar la misma velocidad y por lo tanto la misma potencia que el primer arreglo, la fuerza requerida es ahora de 1414 N. El producto directo de esta fuerza por la velocidad resulta ser 1414 W, que es una potencia que se designará como aparente, ya que no es la potencia real desarrollada. La explicación se desprende de la figura 3, en donde se muestra la fuerza y sus dos componentes: OA que actúa con dirección del movimiento y OB que actúa perpendicularmente a éste y que por lo tanto no efectúa ningún trabajo.

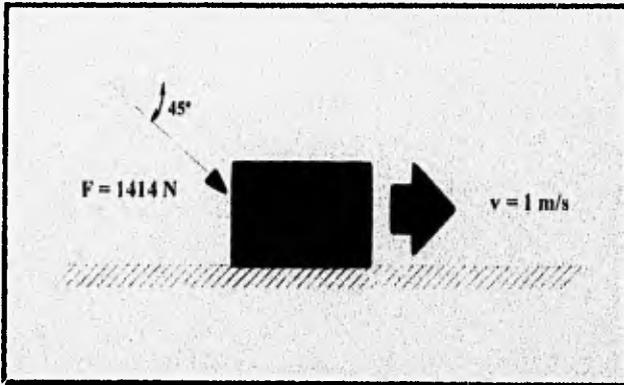


FIGURA 2
FUERZA APLICADA CON UN ÁNGULO CON RESPECTO A LA DIRECCIÓN DEL MOVIMIENTO.

Para este caso la relación entre la potencia real y la potencia aparente es de 0.707 (1000/1414) que también resulta ser el coseno de 45° , el cual es el ángulo que forman la fuerza y la dirección del movimiento. Precisamente el coseno de este ángulo, es el factor de corrección por el que hay que multiplicar el producto de la fuerza por la velocidad para obtener la potencia real.

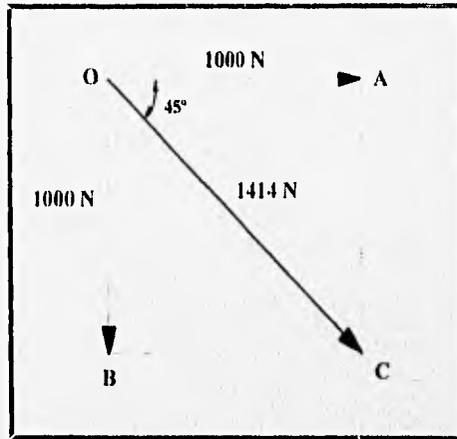


FIGURA 3
RELACIÓN VECTORIAL DE FUERZAS

3.3.- EL FACTOR DE POTENCIA

En los circuitos eléctricos de corriente directa, la potencia es el producto del voltaje por la corriente; es decir, es el resultado de multiplicar los volts por los ampers. Sin embargo, en los circuitos de corriente alterna, entre estas cantidades se llega a presentar un ángulo, similar al de la fuerza y la velocidad de la analogía mecánica y como en este caso, su coseno es el factor de corrección por el que hay que multiplicar el producto del voltaje por la corriente (potencia aparente), para obtener la potencia real.

$P = VI \times \cos \varphi$ donde:

P = Potencia real en watts (W)

V = Voltaje en volts (V)

I = Corriente en ampers (A)

VI = Potencia aparente en volt ampers (VA)

φ = Ángulo de fase en grados ($^\circ$)

La potencia real en electricidad se designa usualmente como potencia activa y el factor de corrección $\cos \varphi$, como factor de potencia o simplemente FP. Con frecuencia suele multiplicarse por 100 a $\cos \varphi$ para expresarlo en por ciento.

El ángulo de fase o defasamiento entre el voltaje y la corriente, depende de la carga que se está alimentando. En los circuitos eléctricos se distinguen dos tipos básicos: cargas resistivas y cargas reactivas. Estas últimas a su vez se dividen en inductivas y capacitivas.

Al aplicar el voltaje a una carga resistiva, la corriente que toma se encuentra en fase con éste, es decir el defasamiento es igual a 0° como puede observarse en la figura 4, donde se muestran las ondas de voltaje y corriente y su representación por medio de vectores gráficos.

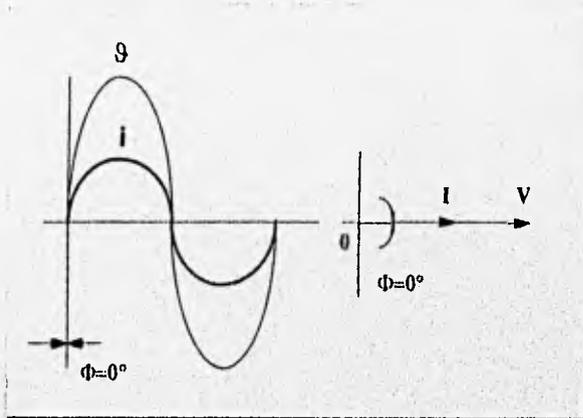


FIGURA 4
VOLTAJE Y CORRIENTE EN UNA CARGA RESISTIVA

En el caso de las cargas reactivas, la corriente se defasa 90° en atraso si es inductiva (figura 5) y en adelante si es capacitiva (figura 6)

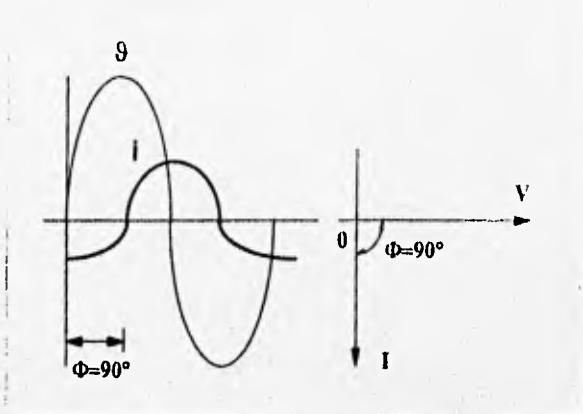


FIGURA 5
VOLTAJE Y CORRIENTE EN UNA CARGA REACTIVA INDUCTIVA

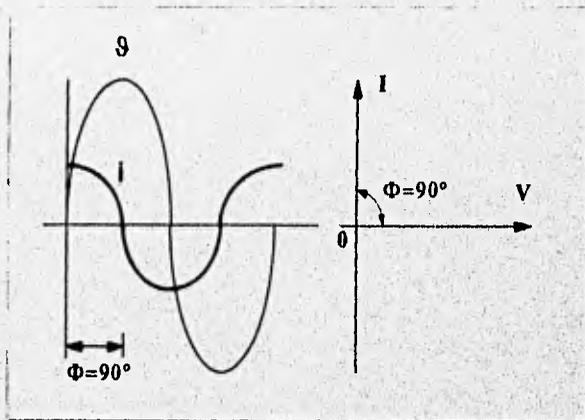


FIGURA 6
VOLTAJE Y CORRIENTE EN UNA CARGA REACTIVA CAPACITIVA

La mayoría de las cargas en las instalaciones eléctricas son una combinación de los tipos básicos que se han descrito, predominando las de naturaleza inductiva como: motores de inducción, balastos para lámparas fluorescentes, soldadoras de arco, etc., cuyo factor de potencia es en atraso, por el retardo de corriente en relación al voltaje. Precisamente las cargas inductivas, son el origen del bajo factor de potencia y para contrarrestarlas se emplean cargas capacitivas.

En la tabla 3.1 se indican valores típicos de factor de potencia, expresado en por ciento, para diferentes equipos industriales, donde los valores corresponden a factores de potencia en atraso, con excepción de los capacitores donde el factor de potencia es en adelante, y de los motores síncronos. llamados también condensadores síncronos que pueden trabajar a F.P. en atraso o F.P. en adelante, cuando están subexcitados ó sobreexcitados.

TABLA 3.1

EQUIPO	FACTOR DE POTENCIA %
<ul style="list-style-type: none"> • Motores de inducción: <li style="padding-left: 20px;">De fase partida <li style="padding-left: 20px;">De fase partida integrales <li style="padding-left: 20px;">Polifásicos jaula de ardilla de alta velocidad <li style="padding-left: 20px;">De baja velocidad 	<ul style="list-style-type: none"> 55 a 75 75 a 85 75 a 90 70 a 85
<ul style="list-style-type: none"> • Soldadoras de tipo transformador 	50 a 60
<ul style="list-style-type: none"> • Hornos eléctricos de arco 	80 a 90
<ul style="list-style-type: none"> • Soldadoras de tipo motor generador 	50 a 70
<ul style="list-style-type: none"> • Hornos eléctricos de inducción 	60 a 70
<ul style="list-style-type: none"> • Compresoras de aire 	50 a 80
<ul style="list-style-type: none"> • Soldadoras de arco 	35 a 60
<ul style="list-style-type: none"> • Alumbrado con lámparas de descarga 	70 a 80
<ul style="list-style-type: none"> • Alumbrado fluorescente 	75 a 80
<ul style="list-style-type: none"> • Lámparas Incandescentes 	100
<ul style="list-style-type: none"> • Hornos y aparatos de calefacción a base de resistencias eléctricas 	100
<ul style="list-style-type: none"> • Motores síncronos 	Variable
<ul style="list-style-type: none"> • Condensadores síncronos 	Variable
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitores (en adelante) 	85 a 95

3.4.- TRIÁNGULO DE POTENCIAS

En la figura 7 se puede observar la relación de fase, entre el voltaje y la corriente en una carga predominantemente inductiva. Nótese que la corriente se atrasa con respecto al voltaje, pero su defasamiento es menor de 90° , por la componente resistiva de la carga.

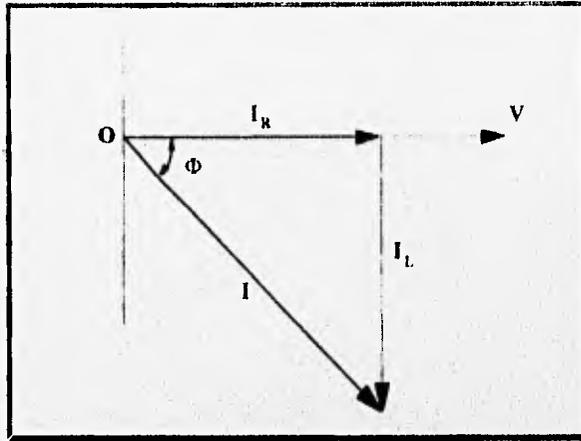


FIGURA 7
VOLTAJE Y CORRIENTE EN UN CIRCUITO PREDOMINANTEMENTE INDUCTIVO

La corriente como la fuerza de la analogía mecánica, se ha descompuesto en dos componentes: I_R ó corriente activa, asociada con la parte resistiva de la carga y en fase con el voltaje por lo que es capaz de producir un trabajo útil: movimiento, calor, luz, sonido etc. e I_L ó corriente reactiva, asociada a la parte reactiva de la carga y que por estar en cuadratura con el voltaje, no produce un trabajo, en sentido físico, pero que tiene la importantísima función de generar el flujo magnético necesario para el funcionamiento de los dispositivos de Inducción

Ya que $I_R = I \cos \phi$, el producto $V I_R$ es la potencia activa. El producto $V I_L$ donde $I_L = I \sin \phi$, define la potencia reactiva, que se representa con la letra Q y se expresa en volt amperes reactivos o VAR.

Como I_R e I_L están defasadas 90° , lo mismo ocurre con las potencias P y Q asociadas con ellas. Por esta razón para obtener la potencia total P y Q no se pueden sumar directamente, sino en forma vectorial como se muestra en el triángulo de las potencias de la figura 8. Nótese que la potencia total, que se representa con la letra S, no es otra que la potencia aparente VI.

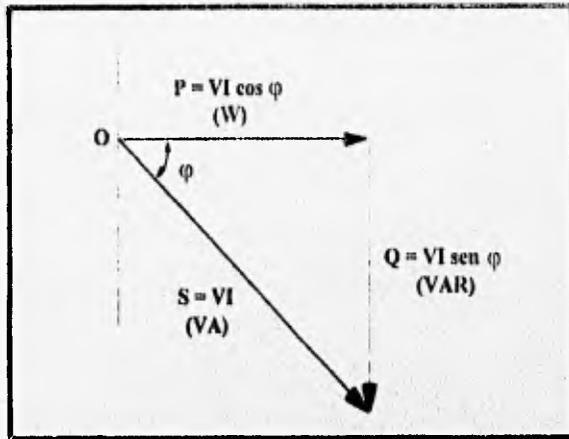


FIGURA 8
TRIÁNGULO DE POTENCIAS

Del triángulo de potencias se tiene que:

$$FP = \cos \varphi$$

$$FP = \frac{P}{S}$$

$$FP = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Es decir, el factor de potencia se puede expresar como la relación aritmética de las potencias activa y aparente.

Generalmente las unidades para las potencias aparente, activa y reactiva: VA, W y VAR, respectivamente, resultan inapropiadas para las cantidades que se manejan en los sistemas eléctricos, se prefiere usar KVA, KW y KVAR, que se definen en las fórmulas que se tienen en la tabla 3.2. En esta tabla se han incluido las relaciones de potencia para los circuitos trifásicos, en donde el voltaje V es el de línea o entre fases.

En la práctica es común designar a las potencias por sus unidades, las que al sustituirse en las fórmulas anteriores dan como resultado las siguientes expresiones, con las que con frecuencia se define al factor de potencia

$$FP = \frac{KW}{KVA}$$

$$FP = \frac{KW}{\sqrt{KW^2 + KVAR^2}}$$

TABLA 3.2

CANTIDAD	UNIDAD	MONOFASICO	TRIFASICO
Potencia aparente S	VA	VI	1.73 VI
	KVA	$\frac{VI}{1000}$	$\frac{1.73 VI}{1000}$
Potencia activa P	W	VI x FP	1.73 VI x FP
	KW	$\frac{VI \times FP}{1000}$	$\frac{1.73 VI \times FP}{1000}$
Potencia reactiva Q	VAR	VI $\sqrt{1 - FP^2}$	1.73 VI $\sqrt{1 - FP^2}$
	KVAR	$\frac{VI \sqrt{1 - FP^2}}{1000}$	$\frac{1.73 VI \sqrt{1 - FP^2}}{1000}$

3.5.- INCONVENIENTES DE UN BAJO FACTOR DE POTENCIA.

Las cargas eléctricas reactivas generan potencia reactiva en tal magnitud, que afectan al factor de potencia de una instalación. En la figura 9 se puede observar que cuanto mayor sea la corriente reactiva, I_L , mayor es el ángulo ϕ y por lo tanto, más bajo es el factor de potencia.

Consigno se tiene un incremento en la corriente total I con serios inconvenientes, no sólo para el usuario sino también para la compañía de suministro de energía eléctrica, como los que se describen a continuación.

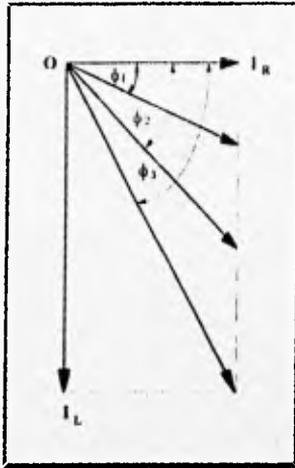


FIGURA 9
DISMINUCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA ($\cos \phi$) AL INCREMENTARSE LA
CORRIENTE REACTIVA I_L

3.5.1.- UNA DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN.

El tamaño de los conductores y otros componentes de los equipos mencionados, se diseñan para un cierto valor de corriente y, para no dañarlos, se deben operar sin que éste se rebase, a riesgo de sufrir algún desperfecto. El exceso de corriente reactiva inductiva debido a un bajo factor de potencia, puede obligar a utilizar conductores de mayor calibre y por lo tanto más caros, e incluso en la necesidad de invertir en nuevos equipos de generación y transformación, si la corriente demandada llega a sobrepasar la capacidad de equipos existentes. En la figura 10, se muestra la curva típica de un transformador de distribución, en donde se pueden observar cómo su capacidad depende directamente del factor de potencia. Para valores reducidos de éste, la carga útil del equipo se ve notoriamente disminuida.

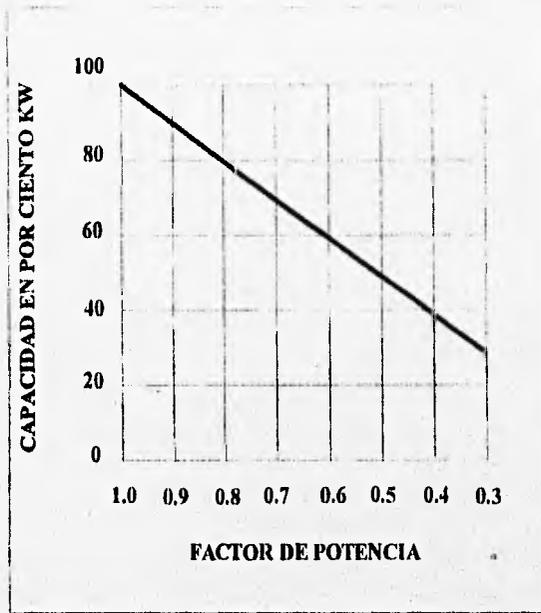


FIGURA 10
INFLUENCIA DEL FACTOR DE POTENCIA EN LA CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES

3.5.2.- UN INCREMENTO EN LAS PERDIDAS POR CALENTAMIENTO.

La potencia que se pierde por calentamiento está dada por la expresión I^2R , donde I es la corriente total y R la resistencia eléctrica de los equipos: bobinados en generadores y transformadores, conductores de los circuitos de distribución, etc. Como un bajo factor de potencia implica un incremento en la corriente total, debido al aumento de su componente reactiva, las pérdidas pueden aumentar de manera significativa. La figura 11 muestra el efecto de factor de potencia en las pérdidas de un circuito alimentador de 100 m de longitud conductores de calibre 2/0, 440 V y una corriente de 150 A cuando trabaja con factor de potencia unitario. Obsérvese cómo las pérdidas se incrementan conforme disminuye el factor de potencia. La variación es exponencial ya que las pérdidas dependen del cuadrado de la corriente.

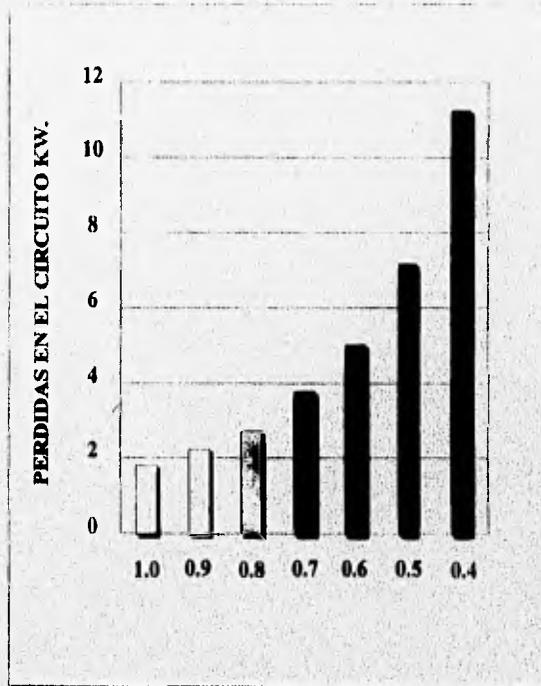


FIGURA 11
PERDIDAS DE UN CIRCUITO ALIMENTADOR DE 100 M, CONDUCTOR CALIBRE 2/0,
440 V Y CORRIENTE DE 150 A, CON FACTOR DE POTENCIA UNITARIO.

3.5.3.- UNA DEFICIENTE REGULACIÓN DE VOLTAJE.

Un factor de potencia reducido ocasiona un abatimiento del voltaje de alimentación de las cargas eléctricas (motores, lámparas, etc.) que pueden experimentar una reducción sensible en su potencia de salida. Esta reducción de voltaje se debe en gran medida, a la caída que se experimenta en los conductores de transformadores y circuitos por la corriente en exceso que circula por ellos. Para el circuito descrito en el punto anterior, en la figura 12 se muestra gráficamente la pérdida de voltaje que se presenta al reducirse el factor de potencia.

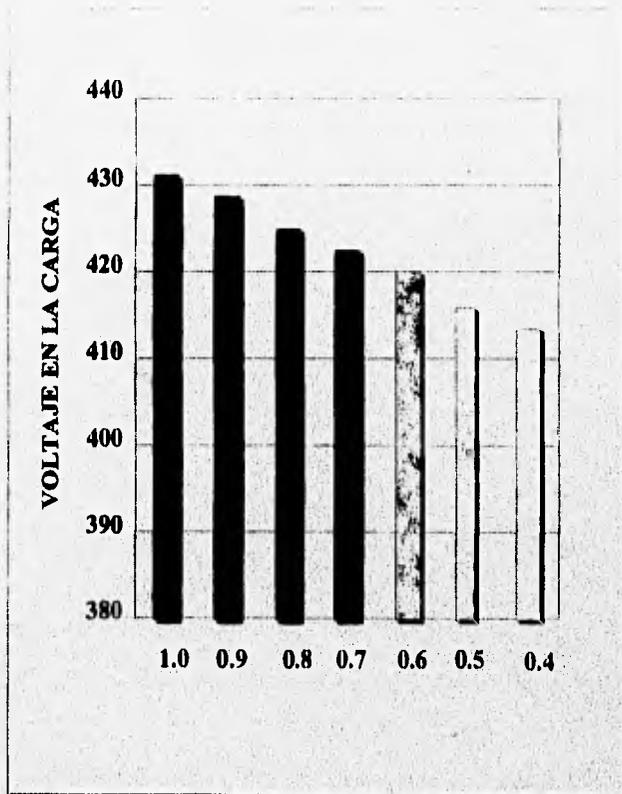


FIGURA 12
EFFECTO DEL FACTOR DE POTENCIA EN LA REGULACIÓN DE VOLTAJE

3.5.4.- UN INCREMENTO EN LA FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Un bajo factor de potencia significa energía desperdiciada y afecta a la adecuada utilización del sistema eléctrico. Por esta razón en las tarifas eléctricas, se ofrece una reducción en la factura de electricidad en instalaciones con un factor de potencia mayor al 90% y también se imponen cuotas a manera de multas si el factor de potencia es menor que la cifra señalada. En la tabla 3.3 se muestran las expresiones para calcular los porcentajes de bonificación y recargo, que por factor de potencia, se aplican a los cargos por consumo y demanda máxima de energía y que no excederán los porcentajes máximos que ahí se indican. En las fórmulas el factor de potencia está expresado en por ciento.

TABLA 3.3

CONCEPTO	FÓRMULA	% MÁX. APLICABLE
Bonificación	$\frac{1}{4} \left[1 - \frac{90}{FP} \right] \times 100$	25
Recargo	$\frac{3}{5} \left[\frac{90}{FP} - 1 \right] \times 100$	120

De acuerdo con la tabla, un usuario que opera con un factor de potencia de 0.8 (valor que se encuentra con frecuencia en instalaciones industriales), tiene que pagar un recargo del 7.5% sobre el monto de su cuenta de electricidad. Este recargo puede alcanzar la cantidad de 120% en el caso extremo de tener un factor de potencia del 0.3 (según tarifas).

3.6.- LOS MOTORES ELÉCTRICOS Y EL FACTOR DE POTENCIA

Por sus características de construcción, operación y costos, los motores de inducción son los más utilizados en las instalaciones industriales. Sin embargo, debido a su consumo de reactivos (KVAR), son una de las causas principales del bajo factor de potencia. Para prevenirlo se deben tomar las medidas que a continuación se indica que no sólo permiten mejorar el factor de potencia sino también la eficiencia de los motores con el consiguiente ahorro de energía:

a) Selección correcta del tipo de motor.

Los motores de alta velocidad y gran potencia poseen un mayor factor de potencia, como se puede observar en las curvas típicas que se muestran en la figura 13. Lo mismo ocurre con los motores trifásicos con respecto a los monofásicos, y con los motores abiertos en comparación de los cerrados

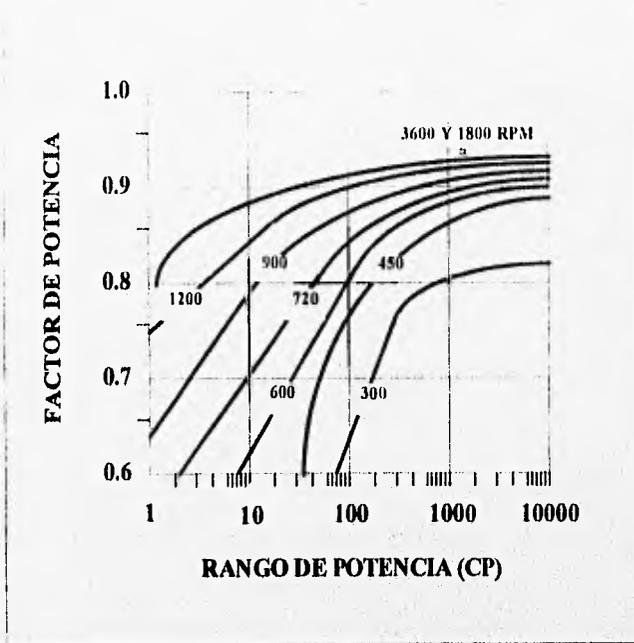


FIGURA 13
CURVAS TÍPICAS DE MOTORES TRIFÁSICOS DONDE SE OBSERVA LA VARIACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA, CON RESPECTO A LA VELOCIDAD SINCRONA (RPM) Y A LA POTENCIA DEL MOTOR EN CABALLOS DE POTENCIA

b) Aumento de la carga de los motores a su potencia nominal.

Los motores que operan con cargas bajas disminuye su factor de potencia. Por esto es importante adecuar la capacidad de los motores a sus cargas reales y evitar su operación prolongada en vacío. En la figura 14 se tiene una curva característica para un motor jaula de ardilla trifásico de 1800 RPM. Nótese como el factor de potencia decrece sensiblemente para cargas por debajo del 50% de su potencia nominal.



FIGURA 14
VARIACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA CON LA CARGA
DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN

c) Reparación correcta y de alta calidad de los motores.

Una reparación deficiente, en muchos casos debido al empleo de materiales diferentes o de menor calidad que los de fábrica puede provocar una disminución del factor de potencia en los motores. Es necesario que la reparación la realice personal calificado para garantizar la compostura.

d) Empleo de motores síncronos en lugar de motores de inducción.

Cuando se requieren motores de gran potencia y baja velocidad, la instalación de motores síncronos debe ser tomada en cuenta. Compiten en costo con los motores de inducción y estos operando sobreexcitados, contribuyen a mejorar el factor de potencia.

3.7.- MÉTODOS DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y VENTAJAS DEL USO DE CAPACITORES

El primer paso para corregir el factor de potencia en una instalación es el de prevenirlo, para lo cual, se debe evitar en lo posible la demanda excesiva de potencia reactiva y empleando equipos auxiliares para corregirlo. Estos equipos son los capacitores, los cuales toman una corriente en adelante con respecto al voltaje, en el caso ideal a 90° , que se opone a la corriente inductiva de las cargas de la instalación, como se observa gráficamente en la figura 15, donde I_L se ve disminuida por la corriente capacitiva I_C , con la consiguiente reducción del ángulo ϕ y de la corriente total I .

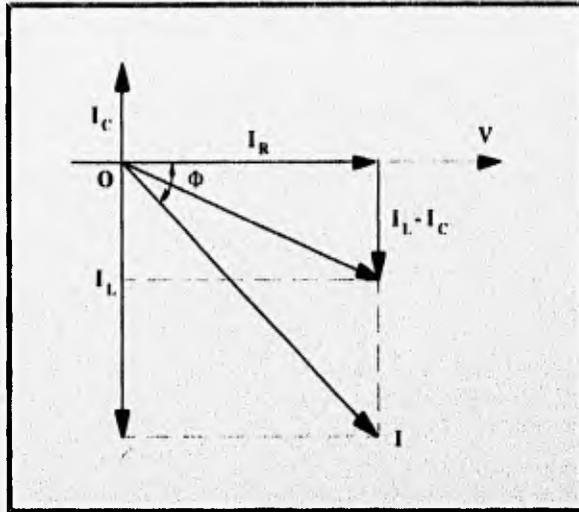


FIGURA 15
EFFECTO DE UNA CORRIENTE CAPACITIVA SOBRE UNA CORRIENTE INDUCTIVA

Efecto de una corriente capacitiva sobre una corriente inductiva

Otra forma de indicar el efecto descrito, es a través de las relaciones de potencia, (figura 16) donde la potencia reactiva capacitiva $KVAR_C$, reduce el requerimiento de potencia de la carga $KVAR_L$, disminuyendo tanto el ángulo ϕ como la potencia aparente KVA.

Por ningún motivo se debe sobrecompensar la carga, ya que exceso de $KVAR_C$, es tan perjudicial como la falta de ellos. En la práctica, principalmente por razones económicas, los $KVAR_L$ no se cancelan totalmente, sino se les mantiene dentro de valores aceptables.

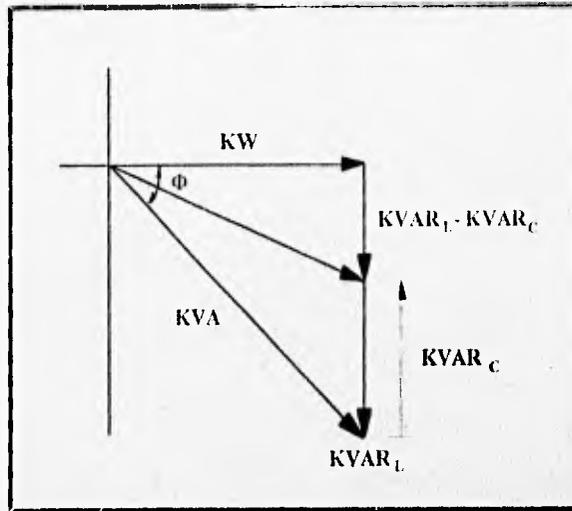


FIGURA 16
EFFECTO DE LA POTENCIA REACTIVA CAPACITIVA SOBRE LA POTENCIA DE UNA CARGA PREDOMINANTE INDUCTIVA.

3.8.- EFECTO DE LA POTENCIA REACTIVA CAPACITIVA SOBRE LA POTENCIA DE UNA CARGA PREDOMINANTE INDUCTIVA

Los equipos que se utilizan para compensar la potencia reactiva y así corregir el factor de potencia son básicamente:

- Motores síncronos
- Capacitores síncronos
- Capacitores de potencia

3.8.1.- Motores síncronos .- Estos motores pueden proporcionar un trabajo mecánico y al mismo tiempo, comportarse como una carga capacitiva, en caso de operar sobreexcitados. Aunque pueden considerarse como una ayuda para mejorar el factor de potencia, no constituyen una forma de compensación fácilmente controlable. Se llegan a justificar cuando se requieren motores nuevos y de tamaño considerable con respecto a la instalación.

3.8.2.- Capacitores síncronos .- Son motores síncronos sobreexcitados y sirven para corregir el factor de potencia. Generalmente, son de gran tamaño y capaces de proporcionar potencia reactiva, tanto de índole capacitivo como inductivo. Sin embargo, son equipos cuyo empleo implica una fuerte inversión inicial y un mantenimiento costoso, por lo que raramente son utilizados en plantas industriales.

3.8.3.- Capacitores de potencia .- Debido a su bajo costo, fácil instalación, pérdidas insignificantes, mantenimiento casi nulo hacen de los capacitores, la forma más práctica y económica para mejorar el factor de potencia. Además, la inversión inicial en capacitores es rápidamente recuperable, tan sólo por el ahorro que se tendrían, al evitar pagar los recargos que por bajo factor de potencia, se hacen en la cuenta por concepto de pago en la cuenta de electricidad.

Los capacitores se agrupan en unidades o bancos, fijos o desconectables y se instalan en paralelo con las cargas inductivas, para compensar la potencia reactiva requeridas por éstas. Comercialmente se encuentran en diversos rangos; por ejemplo, en baja tensión en 240 y 480 v, en unidades de 5 a 120 KVAR; y en alta tensión de 2.4 a 20 KV, en unidades de 30 a 360KVAR y aún mayores.

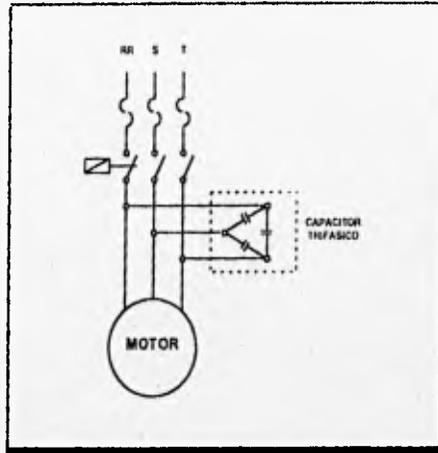
Los capacitores de potencia para baja tensión suelen encontrarse en el mercado en forma de unidades trifásicas, con un voltaje nominal que oscila entre 216 y 600 volts. Se consideran como voltajes estándar:

230	ó	240	volts
460	ó	480	volts
575	ó	600	volts

Normalmente, las unidades trifásicas traen de fábrica una conexión interna en delta, interpretándose su voltaje nominal como el voltaje entre fases de dicha delta.

La razón de efectuarse la conexión en delta, es la de aprovechar mejor los dieléctricos con que están fabricados estos capacitores, aplicándoles el máximo voltaje posible.

Cuando se pretende compensar individualmente un motor trifásico de inducción, cuya operación se efectúe por medio de un contactor tripolar, la conexión del capacitor, o banco de capacitores, puede efectuarse tal como se indica en la figura siguiente:

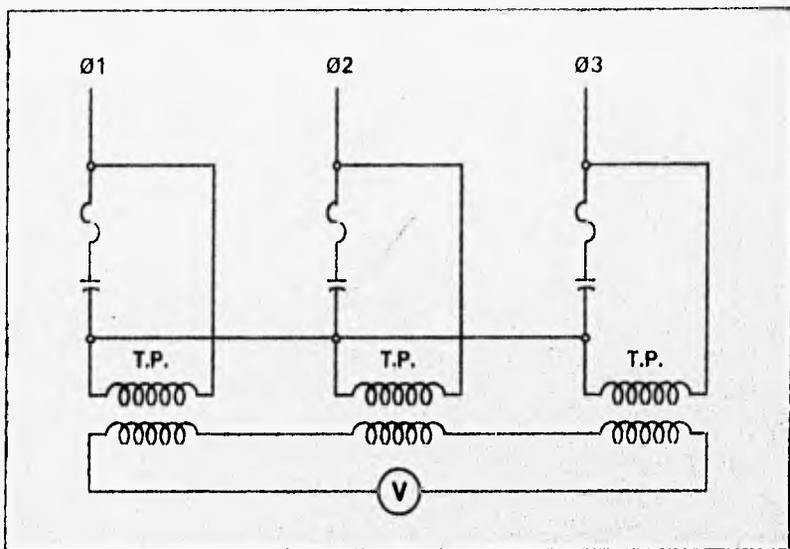


CONEXIÓN DE UN BANCO DE CAPACITORES, ACOPLADO A UN MOTOR DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO CON CONTACTOR TRIPOLAR.

Según normas americanas, se denominan capacitores de potencia de alta tensión aquellos cuyo voltaje nominal oscila entre 2,400 y 19,920 volts, tomando cualquiera de los voltajes nominales entre fase y neutro de las líneas de distribución de hasta 34.5 KV.

Normalmente, los bancos de capacitores de alta tensión se conectan en estrella en ambas combinaciones, de neutro flotante o neutro conectado a tierra. La conexión a tierra se reduce prácticamente, a los bancos instalados en líneas de 2,400 volts. La razón primordial de esta práctica, es el buscar una mayor economía en los fusibles de protección del banco de capacitores. La decisión de dejar el neutro flotante o conectado a tierra está sujeta, principalmente, a las consideraciones siguientes:

- a. Conexión a tierra del sistema.
- b. Economía de los fusibles.
- c. Economía del dispositivo de conexión y desconexión.
- d. Calibración de los relevadores de protección del sistema.



BANCO DE CAPACITORES CONECTADO EN ESTRELLA CON NEUTRO FLOTANTE Y PROTEGIDO POR DESBALANCE POR MEDIO DE UN RELEVADOR DE VOLTAJE.

Cuando la potencia reactiva de una instalación presenta variaciones importantes, la corrección del factor de potencia frecuentemente involucra bancos de capacitores automáticos con unidades desconectables, que permitan adecuar permanentemente, la potencia de los bancos a las necesidades cambiantes de la carga.

3.9.- DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL.

El factor de potencia se puede evaluar en forma instantánea o en promedio para un intervalo. El conocimiento periódico de valores instantáneos, sobre todo en condiciones de demanda máxima, permite conocer su comportamiento y ofrece una perspectiva para controlarlo. En instalaciones donde la carga no esté sujeta a grandes variaciones durante las horas de trabajo, un factor de potencia promedio puede ser considerado.

Existen varios métodos para definir y medir el factor de potencia, entre los cuales se tienen los que se mencionan a continuación:

A) A través del consumo global de energía

El factor de potencia de cualquier instalación industrial suele sufrir variaciones cuya intensidad depende de los equipos instalados en la misma y de los horarios de trabajo. Por consiguiente, es preciso que en cada caso particular, se determine claramente bajo qué condiciones es conveniente medirlo.

Cuando la carga alimentada no esté sujeta a grandes alteraciones durante las horas de trabajo, puede ser práctico medir el factor de potencia medio, definido por la expresión:

$$\text{COS}\varphi = \frac{\text{KWh}}{\sqrt{(\text{KWh})^2 + (\text{KVARh})^2}} \quad [1]$$

Siendo

KWh: Kilowatts-hora consumidos durante un mes.

KVARh: Kilovars-hora consumidos durante un mes.

Las magnitudes KWh y KVARh, suelen venir especificadas en los recibos mensuales de la compañía eléctrica. Algunas veces, dichos recibos especifican directamente el $\text{cos } \varphi$ medio.

Si durante las horas de trabajo se suelen presentar grandes variaciones de carga y especialmente, si las cargas variables proceden de equipos de distinta naturaleza, puede resultar más conveniente el medir el factor de potencia a plena carga y posteriormente, determinar los KVAR capacitivos necesarios, bajo estas mismas condiciones.

B) Con un indicador del factor de potencia

En este caso podemos medir el $\text{cos } \varphi$, de una forma directa y simultáneamente, medir los kilowatts consumidos a plena carga. Esta segunda magnitud nos servirá después para calcular los KVAR capacitivos necesarios.

C) Con un registrador de potencia activa y un registrador de potencia reactiva

Se determinan los valores de potencia activa y reactiva a plena carga, tomándolos de las cintas registradoras. Se calcula el $\cos \varphi$, por medio de una expresión análoga a la [1].

D) Con un contador de energía activa y un contador de energía reactiva

Se hace una lectura simultánea de ambos instrumentos durante un cierto intervalo de tiempo, en condiciones de plena carga. El $\cos \varphi$ se determina por medio de la expresión [1] y la potencia activa, a plena carga se determina dividiendo la energía activa medida por el tiempo tomado como intervalo de lectura.

E) Con un vatímetro, un voltímetro y un amperímetro

Se mide la potencia activa, en condiciones de plena carga, por medio del vatímetro. En las mismas condiciones, se mide el voltaje entre fases V y el amperaje por fase I . Por medio de esta expresión:

$$KVA = \sqrt{3}(KV)I$$

se calculan los KVA consumidos a plena carga y por la expresión:

$$\cos \varphi = \frac{KW}{KVA}$$

F) Método de los dos vatímetros

Se conectan ambos instrumentos en la forma indicada en la siguiente figura y se toman las lecturas KW_1 y KW_2 en condiciones de plena carga. Se calcula la relación:

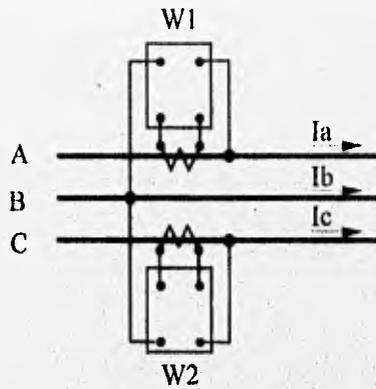
$$k = \frac{KW_1}{KW_2}$$

que puede resultar positiva o negativa, según sean los signos respectivos de las magnitudes KW_1 y KW_2 .

El factor de potencia se calcula por medio de la expresión:

$$\cos \varphi = \frac{1+k}{2 \sqrt{1+k+k^2}} \quad [2]$$

La potencia activa total, a plena carga es: $KW = KW_1 + KW_2$.



DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA POR EL MÉTODO DE LOS DOS WATTMETROS.

Precisamente el factor de potencia promedio durante el ciclo de facturación, es empleado para la bonificación o recargo que por este concepto, hacen las compañías eléctricas en la cuenta de electricidad y es el valor que aparece en el recibo.

3.10 CALCULO DE LA POTENCIA REACTIVA DE LOS CAPACITORES PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA.

En una instalación cuya carga demanda una potencia activa de magnitud KW, con un factor de potencia $\cos \varphi_1$, la potencia reactiva de los capacitores para corregirlo a un nuevo valor $\cos \varphi_2$ se puede calcular aplicando directamente la siguiente expresión, derivada del triángulo rectángulo representativo de las potencias total, activa y reactiva.

$$\text{KVAR}_c = \text{KW} (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

Con objeto de simplificar los cálculos, los fabricantes de capacitores han preparado material auxiliar, como el que se tiene en la tabla siguiente, en la que se puede encontrar rápidamente el valor del multiplicador $(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$. El factor de potencia que se desea corregir, está mostrado como ordenada y el factor de potencia deseado como la abscisa. La magnitud del multiplicador es leído en la intersección. Por ejemplo, considérese una carga de 1000 KW con un factor de potencia de 0.8, que se desea modificar a 0.9. De la tabla el multiplicador es 0.266 por lo tanto la potencia de los capacitores es $1000 \times 0.266 = 266$ KVAR.

Cuando la carga que se va a compensar no presenta variaciones importantes durante la jornada de trabajo, para calcular la potencia de los capacitores se puede considerar el factor de potencia promedio, por ejemplo durante el período de facturación y una potencia media de KW, que se calcularía como se ha indicado con anterioridad.

Si la carga presenta cambios significativos puede emplearse tanto el factor de potencia, como la potencia en condiciones de demanda máxima. Se debe tener cuidado que los capacitores así seleccionados, cuando se esté en condiciones de mínima carga, no causen una sobrecompensación, ya que esta se traduciría en una elevación del voltaje, la cual podría alcanzar valores peligrosos. Si esto ocurriera, debe considerarse la utilización de bancos desconectables, con los que se puede mantener un factor de potencia dentro de un rango apropiado.

Otra alternativa para evitar una sobrecompensación, consiste en instalar los capacitores junto con las cargas, de tal forma que sólo estén en servicio, cuando estas se tengan conectadas. Esta solución generalmente más costosa, se llega a justificar en equipos de potencia importante.

FACTOR DE POTENCIA ORIGINAL cos ϕ_1	FACTOR DE POTENCIA QUE SE DESEA, cos ϕ_2						
	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.90
0.65	1.169	1.027	0.966	0.918	0.876	0.840	0.685
0.66	1.138	0.996	0.935	0.887	0.847	0.809	0.654
0.67	1.108	0.966	0.905	0.857	0.817	0.779	0.624
0.68	1.079	0.937	0.876	0.828	0.788	0.750	0.595
0.69	1.049	0.907	0.840	0.798	0.758	0.720	0.565
0.70	1.020	0.878	0.811	0.769	0.729	0.691	0.536
0.71	0.992	0.850	0.783	0.741	0.701	0.663	0.508
0.72	0.963	0.821	0.754	0.712	0.672	0.634	0.479
0.73	0.936	0.794	0.727	0.685	0.645	0.607	0.452
0.74	0.909	0.767	0.700	0.658	0.618	0.580	0.425
0.75	0.882	0.740	0.673	0.631	0.591	0.553	0.398
0.76	0.855	0.713	0.652	0.604	0.564	0.526	0.371
0.77	0.829	0.687	0.620	0.578	0.538	0.500	0.345
0.78	0.803	0.661	0.594	0.552	0.512	0.474	0.319
0.79	0.776	0.634	0.567	0.525	0.484	0.447	0.292
0.80	0.750	0.608	0.541	0.499	0.459	0.421	0.266
0.81	0.724	0.582	0.515	0.473	0.433	0.395	0.240
0.82	0.698	0.556	0.489	0.447	0.407	0.369	0.214
0.83	0.672	0.530	0.463	0.421	0.381	0.343	0.188
0.84	0.645	0.504	0.437	0.395	0.355	0.317	0.162
0.85	0.620	0.478	0.417	0.389	0.329	0.291	0.136
0.86	0.593	0.450	0.390	0.343	0.301	0.264	0.109
0.87	0.567	0.424	0.384	0.317	0.275	0.238	0.083
0.88	0.538	0.395	0.335	0.288	0.246	0.209	0.054
0.89	0.512	0.369	0.309	0.262	0.230	0.183	0.028
0.90	0.484	0.341	0.281	0.234	0.192	0.155	-
0.91	0.453	0.310	0.250	0.203	0.161	0.124	-
0.92	0.426	0.283	0.223	0.178	0.134	0.097	-
0.93	0.345	0.252	0.192	0.145	0.103	0.066	-
0.94	0.383	0.220	0.160	0.113	0.071	0.034	-
0.95	0.329	0.188	0.126	0.079	0.037	-	-
0.96	0.292	0.149	0.089	0.042	-	-	-
0.97	0.250	0.107	0.047	-	-	-	-
0.98	0.203	0.060	-	-	-	-	-
0.99	0.143	-	-	-	-	-	-

3.11.- CONSIDERACIONES PARA LA LOCALIZACIÓN DE LOS CAPACITORES

Como se ha indicado, la forma más práctica y económica para corregir el factor de potencia, es mediante capacitores de potencia, los cuales se pueden situar en distintos puntos de la instalación eléctrica, como se muestra en la figura 17. Sin embargo, mientras más cerca se conecten de la carga por compensar, mayor es el beneficio que reportan, ya que la potencia reactiva es confinada a segmentos pequeños de la instalación. El caso ideal sería el emplazar los capacitores junto a cada carga inductiva, pero debido al alto costo que esto representa, se opta por soluciones intermedias.

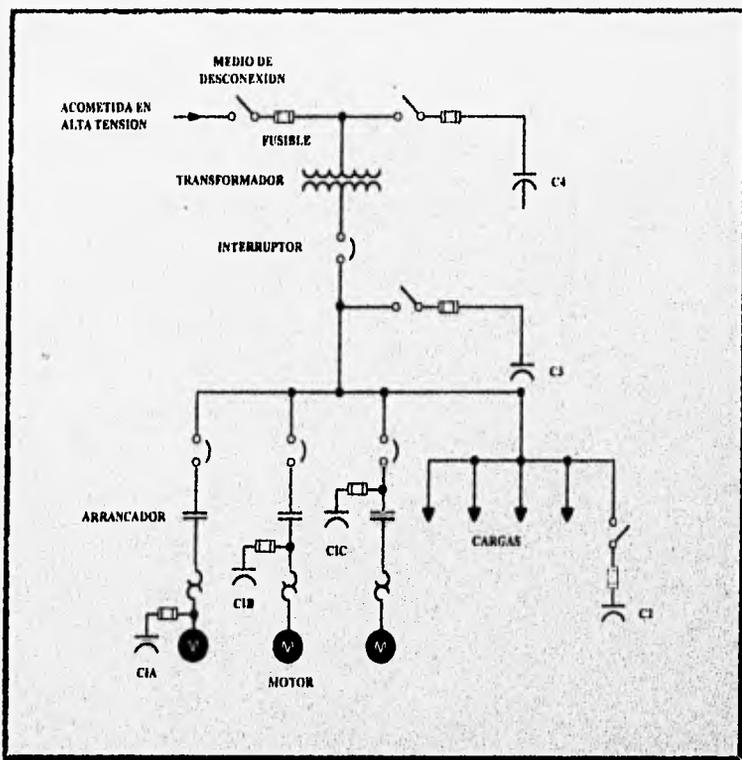


FIGURA 17
DIAGRAMA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN DONDE SE MUESTRA LA LOCALIZACIÓN DE CAPACITORES PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA.

Dependiendo de la localización de los capacitores, se distinguen cuatro tipos de compensación, los cuales se describen a continuación

3.11.1.- Compensación individual. Esta se justifica en el caso de cargas como motores de mediana y gran capacidad (de preferencia con ciclos significativos de trabajo), de tal forma que los capacitores tengan un alto factor de servicio. Los puntos C_{1A} , C_{1B} y C_{1C} indican tres posibles ubicaciones en donde un interruptor extra para los capacitores no es necesario, ya que pueden operarse con el mismo interruptor de la carga que van a compensar.

Nótese que en los dos primeros, los capacitores son energizados a través de los arrancadores de los motores, por lo que sólo estarán en servicio cuando estos estén trabajando. Sin embargo, como los capacitores quedan conectados a las terminales de los motores cuando se interrumpe la alimentación, es importante que su potencia, no exceda de la necesaria para corregir el factor de potencia de los motores a la unidad, ya que de tener un factor de potencia adelantado, pueden ocurrir sobrevoltajes que dañen el aislamiento de los motores y anomalías en el par motor que sometan sus partes mecánicas a esfuerzos excesivos. Lo anterior en particular, en accionamientos que sigan funcionando después de desconectar el motor, como, por ejemplo, ventiladores, sierras mecánicas, etc.

Una regla práctica es la de que los KVAR en capacitores no excedan en magnitud de los KVA que toman los motores cuando trabajan sin carga.

En la siguiente tabla se da una orientación de la potencia de los capacitores para compensar individualmente motores trifásicos de inducción, en función de la potencia y de la velocidad síncrona. La potencia de los capacitores están en KVAR.

POTENCIA DEL MOTOR	VELOCIDAD DE SINCRONISMO DEL MOTOR RPM					
	3 600	1 800	1 200	900	720	600
CP						
10	2.5	4	4	5	5	7.5
15	2.5	5	5	7.5	17.5	10
20	5	5	5	7.5	10	12.5
25	5	7.5	7.5	10	10	15
30	7.5	10	10	10	12.5	15
40	10	10	10	12.5	15	17.5
50	12.5	12.5	12.5	15	20	22.5
60	15	15	15	17.5	22.5	25
75	17.5	17.5	17.5	20	27.5	30
100	22	22.5	22.5	25	35	37.5
125	25	27.5	27.5	30	40	47.5
150	32.5	35	35	37.5	47.5	55
200	42.5	42.5	42.5	45	60	67.5

Los inconvenientes que se han mencionado se pueden prevenir instalando los capacitores en el punto C_1C ; si bien, los capacitores podrían quedar permanentemente conectados a la instalación, con el riesgo de una elevación de voltaje, cuando los motores no estén trabajando. Sin embargo, hay casos en los que la conexión directa de los capacitores es en extremo peligroso y se opta por esta solución; tal como ocurre con motores reversibles de varias velocidades, con ciclos frecuentes de arranque y paro cuando se utilicen arrancadores con transición abierta o de estado sólido.

3.11.2.- Compensación en grupo.- Cuando se tienen varias cargas como motores y equipos de alumbrado de igual capacidad y ciclo de trabajo, en medida de lo posible, se pueden agrupar para compensar su potencia reactiva con un capacitor común, emplazado en un punto de distribución como un tablero o un alimentador. La localización C_2 ilustra este tipo de compensación, en donde las pérdidas sólo se reducen en el alimentador principal.

Quando el motivo principal de instalar capacitores es el de corregir el factor de potencia de una cierta instalación industrial y no el de minimizar las pérdidas por efecto Joule que se ocasionan en la misma, la solución más económica suele lograrse corrigiendo el factor de potencia de la instalación completa, en una forma global.

Esta suele ser también la mejor solución si lo que se pretende es aumentar la capacidad de carga activa de los transformadores, o mejorar los niveles de voltaje.

Si la carga de la instalación industrial mencionada no está sujeta a fuertes variaciones, basta con instalar un banco de capacitores fijo que, en condiciones de plena carga, corrija el factor de potencia global a un valor ligeramente más alto que el mínimo admitido por la compañía eléctrica suministradora, o bien, al valor que sea necesario para obtener el aumento de voltaje deseado.

En casos de cargas muy variables, en que se pretenda corregir el factor de potencia a un valor próximo a la unidad para cualquier condición de carga, resultará conveniente el instalar un banco de capacitores dividido en secciones desconectables, que entren y salgan de operación accionadas por medio de un control automático.

El dispositivo de accionamiento automático suele constar de un control de escalonamiento múltiple, sensible a kilovars o al mismo factor de potencia y un juego de contactores que, operados por dicho control, sirven para conectar o desconectar las distintas secciones del banco.

En la práctica, suele considerarse entre 8 y 10 el número máximo de secciones desconectables instaladas.

Esta limitación se establece para impedir que las secciones entren y salgan de operación con variaciones de carga reactiva demasiado pequeñas, lo que ocasionaría un deterioro rápido de los contactores al ser accionados éstos con demasiada frecuencia. De la misma forma, debe calibrarse la respuesta del control con un retardo de tiempo conveniente, para impedir que este reaccione frente a variaciones de potencia reactiva transitorias y de corta duración.

La figura siguiente representa un esquema típico de conexión eléctrica de un banco de capacitores de baja tensión, dividido en secciones desconectables.

Con este procedimiento puede lograrse que el factor de potencia global de la carga se mantenga, en forma permanente, entre valores tales como el 98% en retraso y el 98% en adelante.

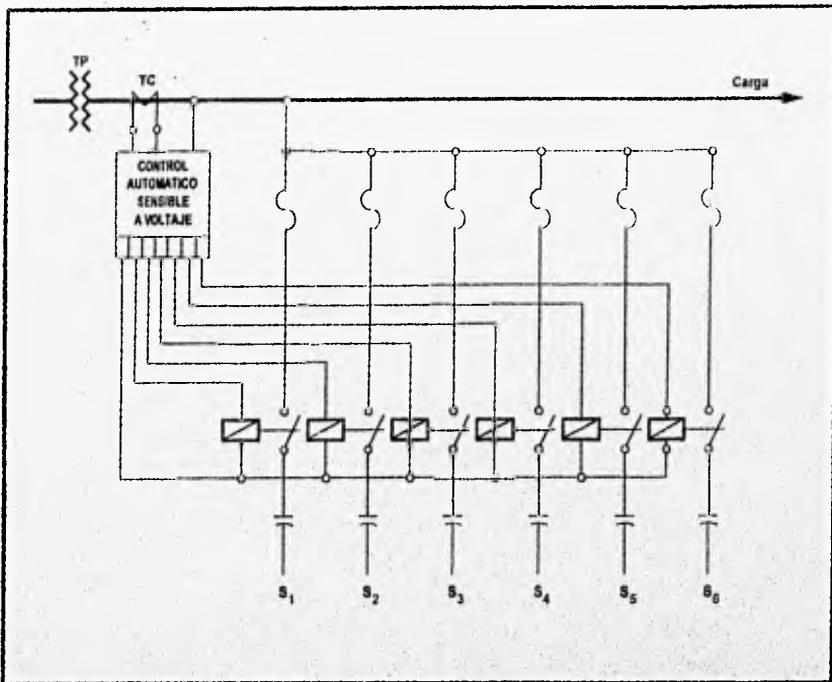


DIAGRAMA UNIFILAR DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE UN BANCO DE CAPACITORES DE BAJA TENSIÓN, DIVIDIDO EN SECCIONES O PASOS CAPACITIVOS DESCONECTABLES, QUE ENTRAN Y SALEN DE OPERACIÓN, ACCIONADAS POR MEDIO DE UN CONTROL AUTOMÁTICO SENSIBLE AL VOLTAJE.

3.11.3.- Compensación central.- La potencia reactiva de un número de cargas de distintas capacidades y diferentes períodos de conexión puede ser compensada con un banco único de capacitores generalmente instalado en la entrada de la instalación, con lo que se tiene una mejor utilización de la potencia de los capacitores y se mejora en general el nivel de voltaje, aunque no se reducen las pérdidas I²R, como ocurre en los dos casos anteriores. los puntos C₃ y C₄, en baja y alta tensión corresponden a este tipo de compensación.

Económicamente resulta más conveniente instalar capacitores de alta tensión, pero si se requiere aumentar la capacidad de la carga de los transformadores de distribución, los capacitores se deben instalar en el lado de baja, para disminuir la corriente reactiva que pasa por ellos. En este caso, se recomienda que la potencia de los capacitores no exceda del 10% de la capacidad del transformador, con lo que se evitan problemas de resonancia y se reducen las pérdidas cuando trabaja en vacío.

En la siguiente tabla se tiene una guía del orden de la magnitud de la potencia de los capacitores en KVAR, en función de la potencia nominal de los transformadores y de su voltaje de línea.

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR KVA	VOLTAJE DE LA LÍNEA KV		
	5-13	15-23	25-34
25	2	2.5	3
50	3.5	5	6
75	5	6	7
100	6	8	10
160	10	12.5	15
250	15	18	22
315	18	20	24
400	20	22.5	28
830	28	32.5	40

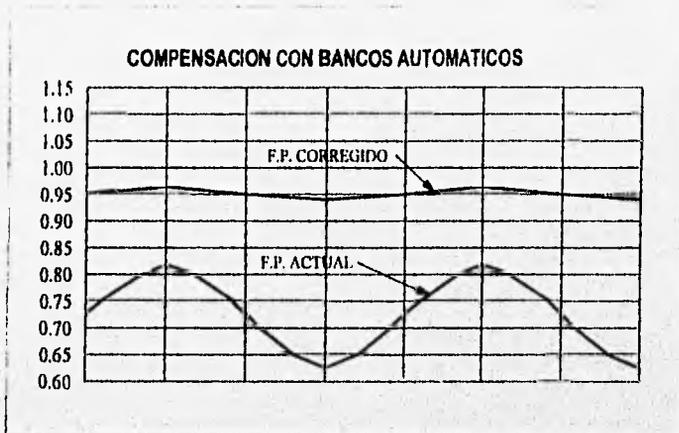
Compensación mixta. En el caso de las instalaciones en las que se tienen grandes motores u otras cargas con gran consumo de reactivos, en comparación con el resto de las cargas, suele ser conveniente combinar los arreglos anteriores. Por ejemplo, compensando individualmente las cargas de gran capacidad y para los restantes, instalar bancos de capacitores para compensación en grupo o central.

3.12.- BANCOS DE CAPACITORES AUTOMÁTICOS

La demanda de reactivos en las plantas industriales, suele presentar variaciones en el transcurso de la jornada, que dependen de los equipos instalados y de sus ciclos de trabajo. Cuando las variaciones son significativas, como en las instalaciones de hornos, equipos de laminación, sistemas de refrigeración, etc., mantener un perfil de factor de potencia, usualmente implica la utilización de bancos de capacitores automáticos, diseñados para conectar y desconectar parte de su capacidad, de acuerdo con los requerimientos de la carga.

La operación automática se realiza a través de equipos de control, sensibles a magnitudes como el voltaje de la línea, corriente, potencia reactiva demandada, etc., y para la conexión de los capacitores, se emplean equipos electromecánicos, como los contactores magnéticos, y más recientemente dispositivos electrónicos de estado sólido.

La función de un banco automático con capacitores es de conectar y desconectar carga reactiva capacitiva conforme lo necesite el sistema. Es decir, que dependiendo de la carga que se tenga en operación y del factor de potencia medido del sistema y un factor de potencia establecido por medio de un regulador de energía reactiva conectado al banco de capacitores, se hace la comparación de los dos factores de potencia uno con respecto al otro (tensión-corriente) y si no corresponden en valor, siendo menor el medido se envía la señal de entrada de una parte de la carga total que se tiene instalada para la corrección. Esto se hace sucesivamente hasta tener el o la aproximación del F.P. establecido, y viceversa se manda la señal de salida de la carga si el F.P. es normal y no necesita compensación, aquí no hay sobrecompensación de reactivos ni problema con las cargas reactivas inductivas variables de una instalación eléctrica.



**GRAFICA DE CORRECCION DE FACTOR DE POTENCIA
CON BANCOS AUTOMATICOS**

De esta forma los KVAR necesarios para compensar un sistema dependen del F.P. deseado y F.P. medido con respecto a la carga (KW) en operación.

Una vez señalado el F.P. de potencia medido, el F.P. deseado y la carga en KW se calculan los KVAR necesarios:

$$F.P. = \frac{KW}{\sqrt{(KW)^2 + (KVAR)^2}}$$

$$KVAR = KW \times (\text{tang } \varphi_1 - \text{tang } \varphi_2)$$

Una vez indicados y calculados los KVAR necesarios se ve la forma de dividirlos en el número de pasos convenientes para el banco de capacitores, dependiendo de la sensibilidad con la que se quiera compensar o por las variaciones de carga que se tenga en el sistema.
(Instalación eléctrica a compensar).

El Banco de Capacitores Automático opera por medio de un dispositivo electrónico conocido como Regulador Automático de VAR's. Este Regulador tiene la característica de equilibrar el F.P. de la instalación eléctrica de acuerdo con un valor previamente ajustado en él, indicándonos que F.P. hay en el sistema. Esta regulación se logra por medio de diversos "pasos capacitivos" que el Regulador Automático de VAR's conmuta dependiendo de las variaciones de carga de la instalación eléctrica en cuestión. Es importante conocer con qué condiciones de operación debe cumplir su instalación eléctrica para instalar un banco de capacitores automático.

3.13.- CASOS EN LOS QUE SE RECOMIENDA UNA COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA:

- 1) Si la diferencia entre el máximo y el mínimo período de carga en la operación de su sistema es realmente considerable, la solución óptima para mantener el F.P. en niveles adecuados es un **banco de capacitores automático**, que haga variar la potencia reactiva de acuerdo con la variación de carga.
- 2) Si la instalación eléctrica se ve obligada a permanecer fuera de servicio por intervalos de tiempo específicos debidos a: cambios de turno, vacaciones, interrupciones en fines de semana, paros de mantenimiento, intervalos de descanso, etc., existe el peligro, por un lado de sobrecompensación si no se desconectan ciertos capacitores y por el otro, un F.P. inductivo si no se logra la adecuada compensación de la subestación trabajando en vacío. Por estas razones es conveniente compensar con un **banco de capacitores automático**, que al compensar en vacío al transformador no pase del 10% de la capacidad del mismo.

3.14.- CONCLUSIONES:

Cada instalación eléctrica tiene condiciones particulares, las cuales deben ser evaluadas cuidadosamente, en relación al factor de potencia y a las acciones necesarias para corregirlo. Al respecto, la asistencia de personal capacitado es recomendable, para tomar la decisión que reporte los mayores beneficios, tanto técnicos como económicos. Los aspectos relevantes se resumen a continuación, los cuales pueden ser de ayuda en los trabajos que se realicen para mejorar el F.P. :

- 1) El factor de potencia se puede definir como la relación que existe entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KVA), y es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil.

- 2) El Origen del bajo factor de potencia son las cargas de naturaleza inductiva, entre las que destacan los motores de inducción, los cuales pueden agravarlos si no se operan en las condiciones para los que fueron diseñados.
- 3) El bajo factor de potencia es causa de recargos en la cuenta de energía eléctrica, los cuales llegan a ser significativos cuando el factor de potencia es reducido.
- 4) Un bajo factor de potencia limita la capacidad de los equipos con el riesgo de incurrir en sobrecargas peligrosas y pérdidas excesivas con un desperdicio de energía eléctrica.
- 5) El primer paso en la corrección del factor es el de prevenirlo mediante la selección y operación correcta de los equipos.
- 6) Los capacitores de potencia son la forma más práctica y económica para mejorar el factor de potencia, sobre todo en instalaciones existentes.
- 7) El costo de los capacitores se recupera rápidamente, tan sólo por los ahorros que se tienen al evitar los recargos por bajo factor de potencia en la cuenta de electricidad.
- 8) Entre más cerca se conecten los capacitores de la carga que van a compensar, mayores son los beneficios que se obtienen.
- 9) Cuando las variaciones de la carga son significativas, es recomendable el empleo de bancos de capacitores automáticos.

3.15.- RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN MOTORES ELÉCTRICOS

3.15.1.- INTRODUCCIÓN

Alrededor del 70% del consumo de la energía eléctrica generada, se debe al funcionamiento de los motores eléctricos. Incontables ejemplos de su aplicación se tienen en la industria, el comercio, los servicios y el hogar.

Es significativo el hecho de que los motores eléctricos, suministran en su mayor parte la energía que mueve los accionamientos industriales, por lo que la operación y conservación de los motores en la industria, representa uno de los campos más fértiles de oportunidades en el ahorro de energía que se traduce en una reducción de los costos de producción y en una mayor competitividad.

El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los motores. Siempre hay uno adecuado a las necesidades que se tienen, tanto en lo que respecta a su tipo por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia. Los mayores ahorros de energía eléctrica, se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia.

3.15.2.- EFICIENCIA DE UN MOTOR

La eficiencia o rendimiento de un motor eléctrico es una medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que se 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:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia Mecánica}}{\text{Potencia Eléctrica}} \times 100$$

No toda la energía eléctrica que un motor recibe se convierte en energía mecánica. En el proceso de conversión se presentan pérdidas, por lo que la eficiencia nunca será del 100% si las condiciones de operación de un motor son incorrectas o se tiene algún desperfecto, la magnitud de las pérdidas puede superar con mucho las de diseño, con la consecuente disminución de la eficiencia.

Como la potencia eléctrica se expresa usualmente en kilowatts (KW), en tanto que la potencia mecánica en caballos de potencia (CP ó HP), las siguientes equivalencias son útiles para la conversión de unidades:

$$0.746 \text{ kw} = 1 \text{ CP}$$

$$1 \text{ kw} = 1.34 \text{ CP}$$

Si un motor de 100 CP toma de la línea 87.76 KW

$$\begin{aligned}\text{Potencia mecánica} &= 100 \times 0.746 \\ &= 74.6 \text{ KW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Eficiencia} &= \frac{74.6}{87.76} \times 100 \\ &= 85\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pérdidas} &= 87.76 - 74.6 \\ &= 13.16 \text{ KW}\end{aligned}$$

Esto es, el motor convierte el 85% de su energía eléctrica en mecánica, perdiendo el 15% en el proceso de conversión. En términos prácticos se gasta (y se paga) inútilmente 15 centavos por cada peso que se utiliza para hacer funcionar al motor.

Emplear molinos de mayor eficiencia, reduce las pérdidas y los costos de operación, por ejemplo, si el motor anterior se sustituyera por otro con una eficiencia del 90%, la potencia ahorrada (PA) se puede calcular aplicando la siguiente fórmula:

$$PA = 0.746 \left(\frac{100}{E_1} - \frac{100}{E_2} \right) \text{ KW}$$

Donde:

0.746 = Factor de conversión de caballos de potencia a kilowatts

CP = Caballos de potencia

E1 = Eficiencia del motor de rendimiento menor

E2 = Eficiencia del motor de rendimiento mayor.

$$\begin{aligned}PA &= 0.746 \times 100 \left(\frac{100}{85} - \frac{100}{90} \right) \\ &= 4.87 \text{ KW}\end{aligned}$$

Suponiendo que ambos motores trabajaran 12 horas diarias, 5 días a la semana y 50 semanas por año; que equivalen a 3 000 horas al año. La energía ahorrada anualmente equivale a:

$$3\,000 \text{ horas} \times 4.87 \text{ KW} = 14,610 \text{ KWh}$$

Los incrementos que han experimentado el costo de los energéticos a nivel mundial, han orientado a los fabricantes de motores a lograr principalmente motores de alta eficiencia, con rendimientos de hasta un 96% y cuyo costo adicional sobre los convencionales se puede pagar rápidamente con los ahorros que se tienen en el consumo, por lo que es conveniente su utilización.

3.15.3.- REPARACIONES

Las reparaciones inadecuadas de los motores, pueden ocasionar incrementos en las pérdidas y adicionalmente en los motores de corriente alterna la reducción del factor de potencia. Todo esto conduce a una disminución considerable de su eficiencia.

Por ejemplo: Un motor que sufrió algún desperfecto en su devanado y que por ello tendrá que ser rebobinado, puede disminuir su eficiencia considerablemente, si durante el proceso de reparación se presente:

- Calentamiento desmedido del hierro al quitar el devanado.
- Daños en las ranuras al quitar el devanado dañado y montar el nuevo.
- Diferente calidad y calibre del alambre
- Diferente número de vueltas
- Daños a los cojinetes y mal alineamiento
- Mayor tiempo de secado final

Por lo anterior, es importante que cuando un motor sea reparado, los trabajos los efectúe personal calificado para garantizar que la compostura sea realizada correctamente y que los materiales empleados sean de calidad igual o superior a los originales. La misma atención se debe prestar a las partes eléctricas del motor, como a los componentes mecánicos, tales como los cojinetes, el eje y el sistema de ventilación o enfriamiento. Con frecuencia los daños que sufren los devanados tienen su origen en desperfectos mecánicos.

Un motor mal reparado, al ser instalado nuevamente, gastará más energía que antes. Cuando los daños sean mayores puede resultar más económico sustituir un motor, que componerlo. Se tendrá que evaluar técnica y económicamente la posibilidad de hacerlo y tomar la decisión de utilizar motores de alta eficiencia.

3.15.4.- MOTORES ELÉCTRICOS Y EL FACTOR DE POTENCIA

Los motores de inducción por su simplicidad de construcción, su velocidad casi constante, su robustez y su costo relativamente bajo, son los motores más utilizados en la industria. Sin embargo, presentan el inconveniente de que aún en óptimas condiciones, consume potencia reactiva (KVAR) por lo que son una de las causas principales del bajo factor de potencia en las instalaciones industriales.

El factor de potencia es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil. Se puede definir como el por ciento de la relación de la potencia activa (KW) y la potencia aparente. Total (KVA).

$$\text{Factor de Potencia} = \frac{\text{KW}}{\text{KVA}} \times 100$$

Un bajo factor de potencia significa energía desperdiciada, afectando la adecuada utilización del sistema eléctrico. Por lo anterior en las tarifas eléctricas, se ofrece una reducción en las facturas de electricidad en instalaciones con un factor de potencia mayor del 90% y también se imponen cuotas a manera de multas si el factor de potencia es menor.

Una industria operando con un factor de potencia de 0.8, valor que es frecuente encontrar en instalaciones industriales, tiene que pagar un recargo del 7.5% sobre el monto de su cuenta de electricidad, recargos que pueden alcanzar la cantidad de 120%, en el caso extremo de tener un factor de potencia del 0.3.

Debido a que los motores de inducción son una de las causas principales del bajo factor de potencia se pueden tomar las siguientes medidas con respecto a estos para corregirlo:

- Selección adecuada del tipo, potencia y velocidad de los motores que se instalen.
- Empleo de motores trifásicos en lugar de monofásicos.
- Aumento de la carga de los motores a su potencia nominal.
- Evitar el trabajo prolongado en vacío de los motores.
- Reparación correcta y de alta calidad de los motores.
- Instalación de capacitores en los circuitos con mayor número de motores o en los motores de mayor capacidad.

Corregir el bajo FP en una instalación es un buen negocio, no sólo por que se evitarán los cargos en la facturación que esto origina, sino porque los equipos operarán más eficientemente, reduciendo los costos por consumo de energía.

3.15.5.- ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA

Las tarifas eléctricas para la industria, además del cargo por consumo de energía (KWh), hacen un cargo por demanda máxima (KW), que es importante en la facturación. La demanda es registrada por un medidor conforme a la potencia de todos los motores, lámparas y otros aparatos eléctricos, funcionando

simultáneamente durante un lapso de 15 minutos, ya que las compañías de suministro de energía eléctrica, aplican un cargo en función de la demanda máxima registrada durante el periodo precedente de 12 meses. Cada motor que opere durante las horas pico de demanda de 15 ó 30 minutos, contribuirá a incrementar dicho cargo.

Evitar el arranque y la operación simultánea de los motores y otros equipos eléctricos, sobre todo en el periodo de horas pico (de las 18 a las 22 horas), se traduce en ahorros significativos en la cuenta de electricidad. Por ejemplo, considérese una instalación con una demanda de 700 KW que incluye la potencia de un grupo de motores de 50 CP, que toman de la red 41 KW cada uno. Si alguno de estos motores pudiera ser operado fuera del periodo de máxima demanda de energía eléctrica, el valor de la demanda se reduciría en casi 6% y en la misma proporción, la cuenta que por este concepto se aplica en las tarifas.

Otra opción es la de extender los turnos de trabajo, repartiendo la operación de los motores y otros equipos en más horas de labores, fuera del periodo de horas pico.

3.15.6.- UN EJEMPLO DE ÁREA DE OPORTUNIDAD

Como se ha mencionado, los mayores ahorros de energía se obtienen cuando el motor y su carga trabajan a su máxima eficiencia. Un ejemplo que presenta buenas oportunidades de ahorro, se tienen en los equipos de aire comprimido.

Las fugas de aire en uniones de tubería y mangueras, válvulas de seguridad de los depósitos acumuladores, válvulas de corte (que hacen mal cierre) herramientas neumáticas y otros equipos, representan pérdidas de hasta un 50% en instalaciones descuidadas; constituyen una carga inútil del motor y un desperdicio de energía, que puede reducirse notoriamente, mediante la corrección y sellado sistemático de los puntos de escape.

Es primordial que la potencia del motor acoplado al equipo de compresión de aire corresponda a la potencia requerida por éste. La eficiencia cae bruscamente para cargas reducidas o cuando trabaja sobrecargado. Además un motor de inducción sobredimensionado, demandará una mayor potencia reactiva con la consiguiente disminución del factor de potencia.

3.15.7.- MOTIVAR AL PERSONAL A AHORRAR

Ahorrar energía es tarea de todos y de todos los días. Porque de no hacerlo quizás mañana ya no exista energía que ahorrar. Los resultados que se obtengan de cada empresa, en cada hogar, con cada usuario, contribuirán a asegurar un mejor futuro, particular y colectivo.

Establecer una campaña permanente de ahorro de energía en las instalaciones, dentro de la cual es fundamental concientizar al personal. Motivarlo a que participe activamente y tomar en cuenta sus opiniones y sugerencias. Muchas de ellas pueden representar verdaderas oportunidades de ahorro.

3.15.8.- RECOMENDACIONES GENERALES

Elegir correctamente la potencia del motor. El rendimiento máximo se obtiene cuando éste opere entre el 75% y el 95% de su potencia nominal y cae bruscamente para cargas reducidas o cuando trabaje sobrecargado. Adicionalmente los motores de inducción a cargas bajas o en vacío tienen un factor de potencia muy bajo.

Seleccionar el motor de acuerdo con su ciclo de trabajo. Operar un motor para servicio continuo, en accionamientos de operación intermitente, con frecuentes arranques y paros, ocasiona una depreciación de sus características de operación y eficiencia. Además de que se puede dañar el aislamiento de los devanados por la elevación de la temperatura.

Seleccionar el armazón del motor, de acuerdo con el ambiente en que va a estar trabajando.

Seleccionar correctamente la velocidad del motor. Si la carga lo permite prefiere motores de alta velocidad, son más eficientes y si se trata de motores de corriente alterna, trabajan con un mejor factor de potencia.

Utilizar motores de inducción trifásicos en lugar de monofásicos. En motores de potencia equivalente, su eficiencia es de 3 a 5% mayor y su factor de potencia mejora notablemente.

Utilizar motores síncronos en lugar de motores de inducción. Cuando se requieren motores de gran potencia y baja velocidad la elección de un motor síncrono debe ser considerada, compite en costo con uno de inducción de características similares, su eficiencia es de 1 al 3% mayor, su velocidad es constante y contribuye a mejorar el factor de potencia de la instalación.

Sustituir los motores antiguos o de uso intenso. Los costos de operación y mantenimiento de motores viejos, pueden justificar sus sustitución por motores normalizados y de alta eficiencia.

Efectuar correctamente la instalación eléctrica y el montaje de los motores y su carga. Las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas en su capítulo referente a motores, y las recomendaciones de los fabricantes son consulta obligada para asegurar el funcionamiento adecuado de los equipos.

Realizar en forma correcta la conexión a tierra de los motores. Una conexión defectuosa o la ausencia de ésta, puede poner en peligro la vida de los operarios si se presenta una falla a tierra. Además de ocasionar corrientes de fuga que no son liberadas por el equipo de protección con un dispendio de energía.

Evitar concentrar motores en locales reducidos o en lugares que puedan dificultar su ventilación. Un sobrecalentamiento del motor se traduce en una disminución de su eficiencia.

Corregir la caída de tensión en los alimentadores. Una tensión en las terminales del motor, acarrea entre otros, un incremento de la corriente, sobrecalentamiento y disminución de su eficiencia. Las normas permiten una caída máxima del 3% (ó del 5% en la combinación de alimentador y circuito derivado) pero

es recomendable que no rebase el 1%.

Balancear la tensión de alimentación en los motores trifásicos de corriente alterna. El desequilibrio entre fases no debe excederse en ningún caso del 5%, pero mientras menor sea el desbalance, los motores operarán con mayor eficiencia.

Compensar la energía reactiva demandada por los motores de corriente alterna más importantes o con mayor número de horas de funcionamiento, mejorando el factor de potencia de la instalación, con lo que se reducen las pérdidas de la potencia y de la tensión en los conductores.

Procurar que los motores síncronos funcionen con un factor de potencia cercano a la unidad, para mejorar el factor de potencia de instalación.

Evitar hasta donde sea posible el arranque y la operación simultánea de motores, sobre todo los de mediana y gran capacidad, para disminuir el valor máximo de la demanda de energía eléctrica.

Utilizar arrancadores a tensión reducida, en aquellos motores que realicen un número elevado de arranques. Con esto se evita un calentamiento excesivo en los conductores y se logra disminuir las pérdidas durante la aceleración.

Utilizar arrancadores estrella-delta o de devanado partido, como alternativa de los arrancadores a tensión reducida cuando la carga impulsada no requiera de alto par de arranque. Son más económicos y eficientes en términos de energía, pero tienen el inconveniente de que el par de arranque se reduce notoriamente.

Sustituir en los motores de rotor devanado, los reguladores con resistencias para el control de la velocidad, por reguladores electrónicos más eficientes. En las resistencias se llega a consumir hasta un 20% de la potencia que el motor toma de la red.

Instalar arrancadores electrónicos en lugar de los reóstatos convencionales para el arranque de los motores de corriente directa. Permiten una mayor eficiencia en el arranque con el consiguiente ahorro de energía.

Sustituir motores con engranes, poleas, bandas u otro tipo de transmisión, para reducir la velocidad del motor, por motores de velocidad ajustable con reguladores electrónicos.

Instalar motores de velocidad ajustable con reguladores electrónicos, en accionamientos donde la carga sea variable y se pueda controlar ajustando la velocidad. Por ejemplo, en sistemas de bombeo o compresión que deben suministrar caudales variables y que para hacerlo utilicen válvulas u otros dispositivos de control. La eficiencia total de motor y su carga se eleva notablemente con ahorros importantes de energía.

Evaluar la posibilidad de conectar la ventilación solamente durante las bajas velocidades, en aquellos motores de velocidad ajustable y ventilación separada provista por equipos auxiliares. Con esto se puede reducir el consumo de energía en el sistema de ventilación.

Preferir el acoplamiento individual, en accionamientos con un grupo de motores, así se consigue mejor que cada motor trabaje lo más cerca posible de su máxima carga.

Acoplar directamente el motor a la carga siempre que el accionamiento lo permita. Con esto se evitan las pérdidas en el mecanismo de transmisión.

Instalar acoplamientos flexibles en aquellos motores sometidos a un número elevado de arranques súbitos. Con esto se pueden atenuar los efectos de una alineación defectuosa, reducir los esfuerzos de torsión en la flecha del motor y disminuir las pérdidas por fricción.

Instalar equipos de control de la temperatura del aceite de lubricación de cojinetes de motores de gran capacidad a fin de minimizar las pérdidas por fricción y elevar la eficiencia.

Mantener en buen estado y correctamente ajustados los equipos de protección contra sobrecalentamientos o sobrecargas en los motores. Los protegen de daños mayores y evitan que operen con baja eficiencia.

Revisar periódicamente las conexiones del motor, junto con las de su arrancador y demás accesorios. Conexiones flojas o mal realizadas con frecuencia, originan un mal funcionamiento del motor y ocasionan pérdidas por disipación de calor.

Mantener en buen estado los porta escobillas, escobillas, conmutadores y anillos colectores en motores de corriente directa, síncronos y de rotor devanado. Un asentamiento incorrecto de las escobillas sobre el conmutador en los anillos colectores, provoca sobrecalentamientos y pérdidas de energía.

Mantener bien ajustado y en óptimas condiciones el interruptor de arranque de los motores monofásicos de fase partida. El mal funcionamiento de este accesorio que se emplea para desconectar el devanado de arranque (y el condensador en los motores de arranque por condensador) provoca un sobre calentamiento en los conductores con una pérdida de energía y en caso extremo la falla del motor.

Mantener en óptimas condiciones los sistemas de ventilación y enfriamiento de los motores, para evitar sobrecalentamientos que puedan aumentar las pérdidas en los conductores del motor y dañar los aislamientos.

Verificar periódicamente la alineación del motor con la carga impulsada. Una alineación defectuosa puede incrementar las pérdidas por rozamiento y en caso extremo ocasionar daños mayores en el motor y en la carga.

Reparar o cambiar los ejes del motor y de la transmisión, que se han doblado por sobrecarga o por mal uso. Un eje en mal estado incrementa las pérdidas por fricción y puede ocasionar daños severos, sobre todo en los cojinetes del motor.

Mantener en buen estado los medios de transmisión entre el motor y la carga, tales como: poleas, engranes, bandas y cadenas. Si estos no se encuentran en condiciones apropiadas o su instalación es incorrecta, pueden ocasionar daños importantes, además de representar una carga inútil para el motor.

Mantener en óptimas condiciones los cojinetes del motor. Una cantidad considerable de energía se pierde en cojinetes en mal estado o si su lubricación es inadecuada (insuficiente o excesiva). Repararlos o sustituirlos si tienen algún desperfecto y seguir las instrucciones del fabricante para lograr una correcta lubricación.

Realizar la inspección periódica del motor, incluyendo lecturas de corriente, potencia (KW), velocidad (RPM), resistencia de aislamiento, etc., con objeto de verificar si se mantienen en condiciones apropiadas de funcionamiento y eficiencia, y poder tomar acciones correctivas, cuando se requieran.

Efectuar rutinariamente la limpieza del motor, con el propósito de eliminar la suciedad, el polvo y objetos extraños, que impidan su óptimo funcionamiento. La regularidad con que ésta se realice dependerá de las condiciones en las que el motor esté trabajando, pero es recomendable desmontarlo al menos una vez al año para realizar la limpieza completa de todos sus componentes.

Mantener actualizados los manuales de operación de los motores, incorporando en éstos las modificaciones que tengan lugar.

Colocar carteles con instrucciones concretas para los operarios, con la finalidad de que los motores operen con la mayor seguridad y eficiencia.

INNOVACIONES TECNOLÓGICAS.-

El uso racional de la energía eléctrica es de vital importancia en la economía nacional, donde la luz artificial o de iluminación juega un papel importante en nuestra vida diaria, prolonga la jornada laboral aumentando nuestra capacidad productiva y nuestros estándares de calidad; sin embargo, a pesar de tales beneficios, la industria eléctrica, aún trabajando a su máxima capacidad, no pueden responder al ritmo de tales demandas si quisiera satisfacer todas las necesidades de los consumidores.

Hay dos posibilidades para hacer frente al creciente aumento en la demanda eléctrica:

- Una de ellas es generarla en mayor cantidad, sin embargo, la construcción de nuevas centrales eléctricas y la extensión de la red nacional exige una gran inversión por kilowatt generado.
- La segunda alternativa es menos costosa y la más factible:
El aprovechamiento bien administrado del suministro eléctrico existente.

Para este fin, las diferentes compañías existentes en México, han creado nuevas innovaciones tecnológicas de muy alto rendimiento que reducen el consumo de energía eléctrica en un gran porcentaje, sin sacrificar la cantidad de luz emitida.

Entre las innovaciones tecnológicas que destacan en el sistema de iluminación están por ejemplo; las nuevas lámparas fluorescentes y los nuevos balastos.

A continuación se muestran estas ventajas y beneficios del ahorro de energía eléctrica al hacer uso de estas lámparas fluorescentes y de los balastos:

4.1.- ILUMINACIÓN

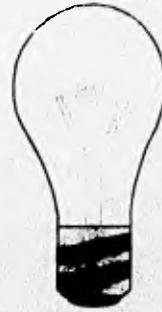
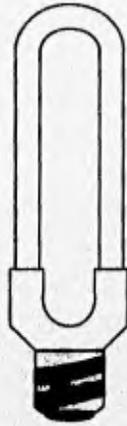
Uno de los desperdicios más comunes de energía se da en la iluminación de plantas industriales y oficinas de la empresas. Este tipo de desperdicio es afortunadamente el más fácil de evitar.

Existen 3 sencillas maneras de ahorrar millones de pesos en energía eléctrica

1. Lámparas y balastos ahorradores de energía.
2. Uso de reflectores ópticos.
3. Controles de iluminación.

En el mercado existen gran variedad de lámparas fluorescentes compactas (ver Fig. 1), que pueden sustituir directamente a los tradicionales focos incandescentes, debido a que emiten aproximadamente el mismo flujo luminoso, consumen aproximadamente 75% menos energía, duran 10 veces más y emiten una luz agradable.

FLUORESCENTE VS. INCANDESCENTE



LAMPARAS DE LUMINOSIDAD EQUIVALENTE

10 000 HRS.	DURACION	1 000 HRS.
7 WATTS	≈	40 WATTS
9 WATTS	≈	60 WATTS
13 WATTS	≈	75 WATTS

FIGURA NO. 1

Para los tradicionales sistemas de iluminación fluorescente, actualmente existen tubos y balastos de las mismas dimensiones que son ahorradoras de energía (Ver figura 2).

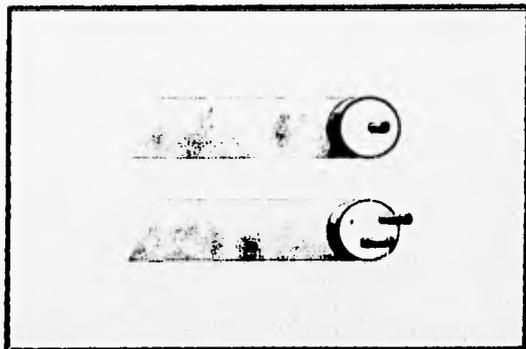


FIGURA N° 2

FLUORESCENTE TRADICIONAL CON BALASTRO TRADICIONAL	VS	FLUORESCENTE AHORRADORA CON BALASTRO AHORRADOR
75 W	=	60 W
40 W	=	34 W
39 W	=	30 W

Cabe mencionar que los sistemas de 2 pines son más eficientes y duran más que los de uno, por lo que se sugiere sustituir los sistemas de 39W (de un pin) por sistema de 34 W (de dos pines).

Veamos un ejemplo, al comparar una lámpara ahorradora de 60 Watts contra una normal de 75 Watts, ambas proveen aproximadamente el mismo nivel de iluminación en las oficinas.

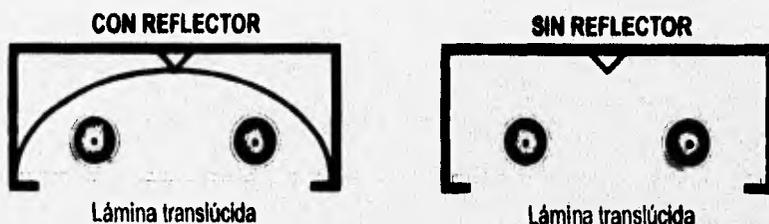
Supongamos que éstas encienden unas 3,600 horas al año. Si se está ahorrando 15 Watts por hora tomando en cuenta las pérdidas de los balastos, el ahorro total será de 54,000 Watts hora por año (54 KWh).

Si una oficina tuviera 20 lámparas en uso, el ahorro llegaría a los 1,080 KWh al año, ahorro que justifica plenamente la pequeña inversión adicional de estas lámparas, recuperando el costo adicional con el uso de las lámparas y balastos.

4.2.- REFLECTORES ÓPTICOS

Una manera realmente simple de reducir los consumos de energía y el número de lámparas a la mitad, consiste en la utilización de reflectores. Esto implica utilizar superficies reflejantes en los gabinetes de las lámparas fluorescentes. La reflexión lograda, permite utilizar el 50% de lámparas y balastos, lo que significa ahorros del 50% de consumo y 50% de gasto de reposición de lámparas. (ver figura)

COMPARACION DE LAMPARAS CON O SIN REFLECTOR



Es importante aclarar que el uso de reflectores para disminuir al 50% el número de lámparas, no proporciona el mismo nivel de iluminación, por lo que este se podría incrementar mediante el pintado de las paredes a colores más claros y el uso de tubos fluorescentes de las mismas dimensiones pero de mayor emisión luminosa (utilizar el tipo blanco frío en lugar de luz de día).

4.3.- CONTROLES DE ALUMBRADO

Se sugiere el uso de fotoceldas para disminuir el uso del alumbrado artificial y aprovechar la luz del sol, en las luminarias cercanas a la ventana (la cantidad de luz artificial dependerá del nivel de luz natural).

Actualmente existen controles de encendido y apagado automático del alumbrado en base a horarios preestablecidos (timers) o sensores de presencia (se colocan en lugar de apagadores).

Las lámparas fluorescentes, ahorradoras de energía, representan un gran adelanto tecnológico en iluminación, ya que tienen una eficiencia mayor que las lámparas convencionales, proporcionando el mismo flujo luminoso, pero con un consumo de energía mucho menor.

Diseñadas específicamente para satisfacer la creciente necesidad de ahorro de energía, las lámparas ahorradoras de energía tienen las mismas dimensiones que las lámparas equivalentes normales, utilizan el mismo casquillo y se pueden colocar en los mismos balastos (a excepción de los llamados de baja energía o económicos), lo que las hace completamente intercambiables; pero debido a la inclusión de una nueva mezcla de gases en su interior y a los polvos fluorescentes que la recubren, se logra mantener la misma cantidad de luz que las lámparas convencionales, ahorrando hasta un 23% en el consumo de energía.

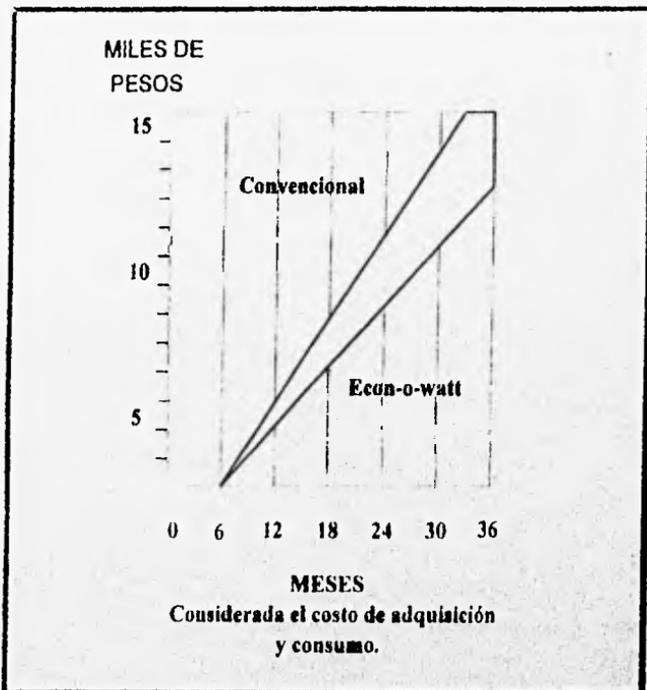
Usándolas en combinación con los balastos ahorradores se logran ahorros hasta del 37% en el consumo de energía, sin sacrificio del nivel de iluminación.

Las lámparas ahorradoras de energía, son ideales para aplicarse en edificios de oficinas, fábricas, escuelas, hospitales, centros comerciales, industrias, pasillos, etc.

CUADRO DE EQUIVALENCIAS

Ahorradora de energía	Convencional	Ahorro
TL 34w A. Rápido	TL 40w A. Rápido	15%
TL 30w Slimline	TL 39w Slimline	23%
TL 60w Slimline	TL 75w Slimline	20%

Considerando la lámpara slimline de 60w en un sistema con balastro convencional, en comparación con las de 75w, en un período de encendido de 10 horas diarias y un costo de la tarifa eléctrica de \$ 202.14 kw/h, vigente a enero de 1992, se tiene, por cada 100 lámparas, el siguiente ahorro.



4.4.- BALASTROS ELECTRÓNICOS

Debido a su exclusivo diseño, basado en el uso de un circuito integrado, los Balastros Electrónicos ofrecen ventajas únicas para la operación de sistemas de iluminación fluorescente de Arranque Rápido.

- Máximo ahorro en el consumo de energía.

Ya que su funcionamiento se basa en el uso de componentes electrónicos de alta eficiencia, los Balastros Electrónicos en combinación con lámparas ahorradoras de 34 W de Arranque Rápido, ofrecen un 37% de ahorro en el consumo de energía.

- Salida de luz constante.

Gracias a la excelente regulación que tienen los Balastros, las lámparas ofrecen siempre un flujo luminoso constante. Esto sin importar las variaciones que se tengan en el voltaje de alimentación al balastro.

- Operación segura.

Gracias a que su diseño incorpora protecciones para cumplir con los requerimientos de las normas Internacionales más estrictas, ANSI, IEEE, FCC, UL, NOM, los Balastros Electrónicos garantizan una operación segura aún para aquellas aplicaciones como centros de cómputo, hospitales, etc.

- Operación silenciosa.

El balastro electrónico opera en forma por demás silenciosa, ya que sólo produce el 25% del ruido generado por un balastro electromagnético clase A.

- Versatilidad.

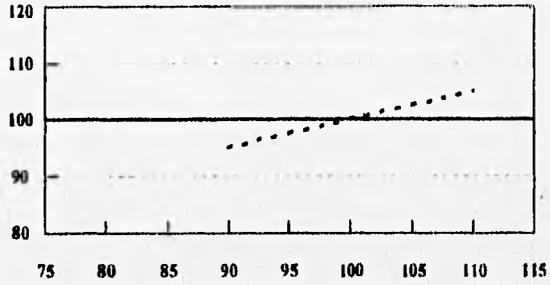
Los balastros electrónicos ofrecen la ventaja única de operar satisfactoriamente cualquiera de los siguientes tipos de lámpara de arranque rápido: 40, 34, 35 W T-12; 32, 36 W T-8; PL-L 36 W, CURVALUME 40 W.

- Mayor eficiencia de lámparas.

Al operar el balastro electrónico en alta frecuencia (25,000 Hz), se logra que las lámparas sean hasta un 27% más eficientes que cuando se operan en un balastro electromagnético.

REGULACION DEL BALASTRO

% Flujo Luminoso



% Tensión Nominal de Alimentación

BALASTRO

— AHORRADOR - - - MAGNETICO

4.5.- BALASTROS ELECTRÓNICOS CON CONTROL DE ILUMINACIÓN

Los balastros electrónicos para lámparas fluorescentes de arranque rápido poseen un circuito integrado controlable que le permite, además de ofrecerle todas las ventajas de los balastros, tener control sobre el flujo luminoso de las lámparas, logrando de esta forma un mejor aprovechamiento de su sistema de iluminación y por lo tanto, máximos ahorros en el consumo de energía.

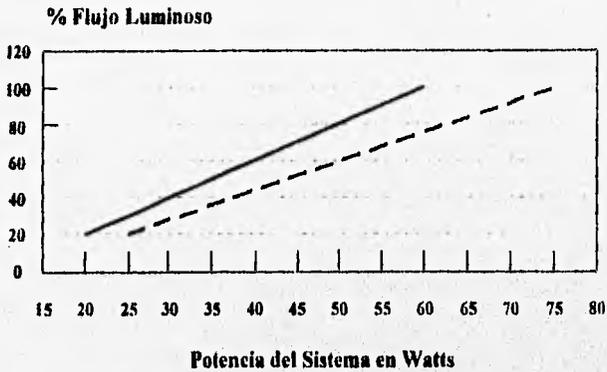
Con la ayuda de unidades de control compatibles con el balastro, tales como: controles manuales, sensores de luz ambiental, detectores de presencia y movimiento; es posible variar el flujo luminoso emitido por las lámparas desde un 20% hasta un 100% de su valor máximo sin que esto afecte su vida. lo que significa un ahorro superior al 37%.

Debido a lo anterior, es posible utilizar los balastros en un sinnúmero de aplicaciones. Por ejemplo, con la ayuda de un control manual, es posible que se controle el flujo luminoso que tiene en la oficina, o en una sala de juntas y con la ayuda de un detector de presencia, es posible encender al máximo la iluminación, en forma automática, cuando alguien entra a la sala; o bien atenuarla al mínimo una vez que la sala ha sido evacuada.

Para aquellos lugares en los que la contribución de luz ambiental juega un papel importante, un detector compatible evitaría el uso innecesario de energía eléctrica al ajustar la salida de luz de las lámparas, también en forma automática, conforme aumente o disminuya la contribución de luz ambiental.

De esta forma, gracias a la ayuda de los balastros electrónicos y uno o varios controles en forma simultánea, es posible tener la cantidad de luz adecuada en el lugar y tiempo precisos, y lo mejor de todo, ahorrar el máximo de energía.

RANGO DE ATENUACION



TIPO DE LAMPARA

— 2 x 34 W - - - 2 x 40 W

4.6. SENSORES DE PRESENCIA

Son dispositivos electrónicos que energizan el Sistema de alumbrado, solo cuando hay personas presentes, están basados en tecnología de punta, son interruptores automáticos que utilizan en conjunto sensores electrónicos que permiten el encendido de las lámparas , y apagado de estas hasta dos minutos después del último movimiento registrado, su instalación es la misma requerida para un interruptor convencional, funciona para lámparas incandescentes y fluorescentes y es capaz de manejar consumos de potencia hasta de 300 Watts, recomendable para utilizarse en pasillos, descansos y cualquier área en donde dejar las lámparas prendidas continuamente es un desperdicio de energía.

4.7.- EJEMPLO DE APLICACIÓN DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PRINCIPALMENTE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN. (EMPRESA "EL NUEVO MUNDO MÉXICO")

4.7.1.- ANTECEDENTES:

En el Centro Histórico de la Ciudad de México, se encuentra ubicada la tienda departamental "El Nuevo Mundo México", que por razones de seguridad y continuidad del servicio eléctrico, cuentan con el suministro a través de lo que comúnmente se denomina "red automática", que comprende exclusivamente servicios en baja tensión, tarifa 3, cuyos cargos por consumo y demanda son más elevados que los de tarifa en media tensión (Tarifa OM).

A continuación, se presentan los valores promedio mensuales de la facturación, durante el período comprendido entre el mes de mayo de 1992 y agosto de 1993.

Tarifa 3:	Baja Tensión
Consumo:	164 400 KWh
Demanda Máxima:	616 KW
Importe:	N\$ 65 900.00
Precio Medio KWh:	N\$ 0.401
Factor de Carga:	37%
Factor de Potencia:	95.6%

4.7.2.- DIAGNOSTICO

Con el objeto de conocer el potencial de ahorro, se realizó un diagnóstico en las instalaciones de la empresa, detectando que la carga principal estaba en el sistema de iluminación, consistente en lámparas fluorescentes e incandescentes. Aún cuando existen otras cargas, como aire acondicionado y refrigeración, la iluminación es la que tiene mayor consumo de energía eléctrica. El objetivo no solamente consiste en ahorrar energía eléctrica, sino además, en respetar los niveles de iluminación y confort para los usuarios, proporcionando un ambiente visual cálido como condición prioritaria.

Para conocer sobre la importancia del sistema de iluminación, se llevaron a cabo una serie de mediciones, cuyos resultados se reportan a continuación:

SISTEMA	CANTIDAD	DEMANDA (KW)	CONSUMO (KWh)	% KW
Gabinete 4 x 39W	1 036	227.9	53 730	46.3
Luminaria incandescente con spot 150W	749	112.4	33 720	29.1
Luminaria incandescente con foco 150W	416	62.4	18 720	16.1
Gabinete 2 x 75W	66	11.9	3 570	3.1
Gabinete 2 x 40W (lámparas "U")	56	5.6	1 680	1.4
Gabinete 1 x 75W	58	5.0	1 500	1.3
Gabinete 1 x 39W, 2 x 39W y 3 x 39W	36	3.7	1 110	1.0
Gabinete 4 x 20W	28	3.4	1 020	0.9
Gabinete 3 x 75W	12	3.2	960	0.8
TOTAL		435.5	116 010	100.0

Asimismo, se determinó que el sistema de iluminación opera con un factor de diversidad igual a 1.2, por lo que su demanda máxima coincidente era de 362 KW que corresponde al 60% del total de la demanda máxima facturada, mientras que el consumo de 116 010 KWh mensuales, corresponde al 71% del total facturado. Por esta razón, las acciones correctivas se enfocaron a eficientar el sistema de iluminación, mediante la aplicación de innovaciones tecnológicas.

4.7.3.- PROBLEMÁTICA

El alumbrado fluorescente de 39W y 75W, es a base de lámparas tipo arranque instantáneo (slimline), el cual ya no es usual en otros países, y, sin embargo, continúa instalándose en nuestro país.

Características Técnicas de las Lámparas de 39w y 75w:

- Su acabado es blanco frío
- Flujo luminoso de 3 000 y 6000 lúmenes.

Características Técnicas de las Lámparas de 20w y 40w:

- De arranque rápido
- Su acabado es blanco frío
- Tipo "U"
- Eficiencia de 60 y 73.8 lúmenes por watt
- El diámetro de las lámparas es de 40 mm. (conocidas en el mercado como tecnología "T-12")

En lo que hace a la Iluminación Incandescente:

- 749 spots de 150W
- 416 focos de 150W, de bajísima eficiencia, ya que el 90% de la energía eléctrica la transformaba en calor y el 10% en luz, por lo que contribuía al incremento de carga térmica del local, originando mayor consumo de energía eléctrica en el sistema de aire acondicionado.

Por otra parte, se encontró que las características de las lámparas fluorescentes no estaban acordes con los adelantos tecnológicos que permitieran adoptar criterios de diseño más eficientes y confortables, tales como:

- Menor diámetro de las fuentes luminosas, para tener un mayor control sobre la distribución del haz de luz.
- Temperatura de color cálida para proporcionar un ambiente confortable.

- Mayor eficiencia de las fuentes luminosas, para incrementar los niveles de iluminación abatiendo la carga unitaria
- Mayor rendimiento de color para reproducir fielmente el color de los objetos, principalmente telas, ropa y artículos de belleza.

4.7.4.- ACCIONES CORRECTIVAS

Instalación de reflectores especulares y sustitución de lámparas fluorescentes por equivalentes de mayor eficiencia.

Usando los criterios arriba mencionados, se instalaron reflectores de aluminio en el interior de los gabinetes, con lo que se pudo eliminar el 50% de las lámparas por luminaria; además, el 50% restante se substituyó de la siguiente manera:

1. En la planta baja, primero, segundo y tercer piso, así como en el área de nuevas telas, se retiraron en 814 gabinetes, cuatro lámparas de 39W y 9 000 horas de vida, instalándose en su lugar dos lámpara de 32W, T-8 (diámetro 25.4 mm.), flujo luminoso de 3 050 lúmenes y vida promedio de 20 000 horas.
2. Asimismo, el balastro convencional se substituyó por uno electromagnético de 2 x 32W de alta eficiencia y protector térmico.
3. El nivel de iluminación promedio antes de la substitución era de 590 luxes; con las nuevas luminarias este nivel llegó a 600 luxes.
4. En otras áreas del segundo piso, escaleras y caballeros, se transformaron 15 gabinetes de 2 x 39W y 3 x 39W, en 1 x 32W y 2 x 32W, respectivamente; en la zapatería se redistribuyeron 8 luminarias de 1 x 39W quedando únicamente 4 de 1x 39W.
5. Los equipos de 32W son similares a los descritos en el párrafo anterior.
6. En el área de zapatería se realizó la conversión en 12 gabinetes de 3 x 75W y 14 gabinetes de 2 x 75W a 2 x 60W y 1 x 60W respectivamente, utilizando balastos ahorradores de 2 x 60W. Las lámparas usadas fueron tipo T-12, con flujo luminoso de 5 900 lúmenes. Por otra parte, se redujeron 58 canaletas de 1 x 75W a únicamente 42. Cabe observar que aún cuando se redujo el número de lámparas, se mantuvo el mismo nivel de iluminación, que era de 450 luxes.
7. En 56 luminarias de 2 x 40W (tipo "U"), ubicadas en el área de caballeros, se efectuó la conversión a 2 x 20W, utilizando lámparas fluorescentes rectas, tipo T-12, cuya eficiencia es de 67.5 lúmenes por watt, que comparada con la tipo "U" es 8.5% menor, sin embargo, aún cuando se redujo el nivel de iluminación, este no fue significativo, ya que dicho nivel descendió de 500 luxes a 480 luxes; en cambio, la carga disminuyó de 5.6 KW a 2.2 KW, razón fundamental para llevar a cabo tal conversión.

8. Finalmente en 28 luminarias con 4 lámparas de 20W, acabado blanco frío, eficiencia de 60 lúmenes por watt, se retiraron las mismas, instalando en su lugar dos lámparas de la misma potencia, con eficiencia de 67.5 lúmenes por watt.

Con esta medida la carga instalada se redujo en 128 KW, con lo cual se esperaban ahorros mensuales de 108 KW en la demanda y 32 400 KWh en la energía, con un importe de N\$ 10 935.22; para lograr el ahorro anterior, fue necesario invertir la cantidad de N\$ 310 542.00 misma que se recuperaría en un período de 28 meses.

Sustitución de alumbrado Incandescente por Lámparas fluorescentes compactas

En el área de ventas, se retiraron 722 focos incandescentes de 150W que proporcionaban de 2 200 a 2 400 lúmenes, con una carga instalada de 108 KW y en su lugar se instalaron igual número de lámparas fluorescentes compactas de 13W, flujo luminoso de 900 lúmenes, cuya carga es de 13 KW. Aún cuando el nivel de iluminación descendería por dicha sustitución, este se mantuvo con la instalación de los sistemas fluorescentes ya descritos, permitiendo reducir la carga instalada en 95 KW.

En la misma zona, también se remplazaron los spots R-40 de 150W por 363 reflectores de halógeno PAR38 de 90W, con lo que se redujo la carga instalada de 54 KW a 33 KW, es decir, 21 KW de disminución.

La sustitución del alumbrado incandescente por otros dispositivos de mayor eficiencia, requirió de una inversión de N\$ 58 358.00, cuya recuperación se previó en un tiempo de 6 meses, ya que los ahorros mensuales pronosticados fueron de 98 KW en la demanda y 29 400 KWh en el consumo, con un importe de N\$ 9 923.00

4.7.5.- COMBINACIÓN DE MEDIDAS

En el siguiente cuadro se muestran los ahorros mensuales por alcanzar (no incluye IVA)

MEDIDA	AHORROS			INVERSIÓN N\$	PERIODO
	DEMANDA (KW)	CONSUMO (KWh)	IMPORTE N\$		RECUPERADO (MESES)
1.- Sistema Fluorescente	108	27 500	10 935.00	310 592.00	28
2.- Sistema Incandescente	98	24 960	9 923.00	58 358.00	6
TOTAL	206	52 460	20 858.00	368 950.00	34

4.7.6.- RESULTADOS

Después de 5 meses de haberse concluido las acciones (septiembre de 1993) y de haber mantenido una estricta evaluación de las facturaciones por el servicio de energía eléctrica, se afirma que los resultados fueron satisfactorios, tal como se muestran en el siguiente cuadro.

Los renglones denominados:

"anterior": corresponden al período 1992-1993 y al

"actual" corresponden al período 1993-1994

Los importes incluyen IVA

CONCEPTO	PERIODO	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	PROMEDIO
DEMANDA (KW)	Anterior	660	600	600	600	600	612
	Actual	426	366	426	366	420	401
	Ahorro	234	234	174	234	180	211
	%	35.5	39.0	29.0	39.0	30.0	34.5
CONSUMO (KWh)	Anterior	169 800	174 600	184 800	174 000	160 800	172 800
	Actual	111 600	103 800	118 800	106 800	96 600	107 500
	Ahorro	58 200	70 800	66 000	67 200	64 200	65 300
	%	34.3	40.5	35.7	38.6	39.9	37.8
IMPORTE (N\$)	Anterior	65 584	69 855	69 658	71 993	66 840	68 786
	Actual	48 398	43 953	52 559	42 399	45 053	46 672
	Ahorro	17 186	25 902	17 099	29 594	21 787	22 114
	%	26.2	37.1	24.5	40.4	32.6	32.1

A continuación se presenta resumen de los ahorros reales obtenidos, incluyendo IVA.

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	AHORRO	%
CONSUMO (KWh)	172 800	107 500	65 300	37.8
DEMANDA (KW)	612	401	211	34.5
IMPORTE (N\$)	68 756.00	46 672.00	22 114.00	32.2
PRECIO MEDIO (N\$/KWh)	0.398	0.434		
FACTOR DE CARGA	39.2	37.2		
INVERSIÓN (N\$) 405 790.00 RECUPERACIÓN EN 34.3 MESES				

De las cifras anteriores, se hacen las siguientes deducciones:

1. El ahorro real obtenido en un período de cinco meses, vía facturaciones extendida por Luz y Fuerza del Centro, superando los pronósticos en lo que se refiere a demanda y consumo, ya que el promedio de los ahorros derivados de las facturaciones fue de 211 KWh y 65 300 KWh mensuales, en contra del pronóstico de 206 KW y 52 460 KWh, que representan un superávit de 2.5% y 24.5%.
2. En cambio el ahorro real obtenido en el importe fue de N\$ 22 114.00 mensuales (N\$ 20 103.00 sin IVA) que es ligeramente menor a los N\$ 20 858.00 pronosticados, lo cual se debe a:
 - Modificaciones en el precio de la energía derivados del factor de ajuste que automáticamente se aplica cada mes por variaciones en el costo del combustible.
 - Disminución en el factor de carga, por razón de que los ahorros en demanda y consumo no fueron en la misma proporción.
 - Debe aclararse que el precio medio de la energía sigue una función inversamente proporcional al valor del factor de carga, de manera que si este disminuye, el precio aumenta.
 - Independientemente de lo anterior, los precios de la tarifa N° 3 se están incrementando a razón de 0.41% mensual acumulativo, por lo cual el ahorro tenderá a incrementarse.

4.7.7.- CONCLUSIONES

Al ahorrar energía eléctrica, es posible mejorar las condiciones visuales al mismo tiempo que incrementa la eficiencia de los luminarios y, en consecuencia, obtener ahorros importantes

Lo anterior se logra aplicando las innovaciones tecnológicas desarrolladas en otros países. Estas innovaciones se pueden adquirir en el mercado nacional.

Este proyecto constituye una demostración de que las inversiones en ahorro de energía eléctrica son más rentables cuando el servicio está contratado en baja tensión y es aplicable la tarifa N° 3. En este caso, el período de recuperación es de solamente 1.5 años, que resulta bastante atractivo.

Por lo anterior, existe un enorme potencial en los establecimientos comerciales en el Centro de la Ciudad de México, ya que por estar ubicados dentro de la "Red Automática" de suministro de energía eléctrica, tienen que contratarse en baja tensión. Adicionalmente, esta tarifa tiene un incremento mensual acumulativo que, no obstante ser imperceptible, origina ahorros mayores conforme pasa el tiempo.

Se comprobó, a través de las últimas cinco facturaciones extendidas por Luz y Fuerza del Centro, que los pagos disminuyeron en promedio de N\$ 68 786.00 mensuales a N\$ 46 672.00, lo cual representa un ahorro de casi la tercera parte, circunstancia que viene a demostrar la alta rentabilidad de los proyectos de ahorro de energía eléctrica.

4.7.8.- EJEMPLO DE APLICACION DE INNOVACION TECNOLOGICA PRINCIPALMENTE EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION.

En lo que respecta a las innovaciones tecnológicas que han venido a evolucionar al sistema de aire acondicionado y refrigeración se mencionarán algunas como:

- Las unidades centrífugas
- La automatización de las unidades lavadoras de aire
- La automatización de las unidades manejadoras de aire
- Las válvulas modulantes (de control analógico), que dan servicio dependiendo de la demanda que se requiera.
- Las válvulas de dos posiciones, es decir, abierto o cerrado (de control lógico o control de protección)
- Los motores con velocidad variable
- Los motores de alta eficiencia

Para tener una mejor idea de las innovaciones tecnológicas antes mencionadas, se verá el siguiente caso práctico de la empresa

" HOTELES CONTINENTAL "

4.7.9.- ANTECEDENTES:

Debido al éxito alcanzado en el proyecto demostrativo de ahorro de energía eléctrica en el Hotel Continental Villas Plaza Cancún, el cual pertenece a la cadena SIDEKTUR, propietaria de otros 12 hoteles y villas diseminadas a lo largo de la costa del Pacífico y en el Caribe Mexicano, se planteó la posibilidad de emprender un proyecto ambicioso, en el cual se incluían 4 establecimientos de esta cadena para eficientizar sus sistemas de acondicionamiento ambiental. Los hoteles y villas que entraron en este programa, fueron:

- 1) Hotel Continental Plaza Puerto Vallarta
- 2) Hotel Plaza Las Glorias Cancún
- 3) Hotel Continental Villas Plaza Cancún
- 4) Hotel Plaza Las Glorias Cozumel

4.7.10.- DIAGNOSTICO:

Se realizó inicialmente un estudio del sistema de aire acondicionado en el Hotel Continental Plaza Puerto Vallarta, para determinar la viabilidad del proyecto y así poder extenderlo a los otros 3. En el Cuadro N° 1, se muestran los consumos e importes habidos durante un período de 3 meses.

CUADRO N° 1
CONSUMOS E IMPORTES DEL HOTEL CONTINENTAL PLAZA PUERTO VALLARTA

PERIODO	CONSUMO (KWh)	IMPORTE (N\$)
Junio 92	536,200	72,736.00
Julio 92	541,100	73,400.00
Agosto 92	518,000	70,266.00
Promedio	531,766.67	72,134.00

Asimismo, se analizaron las condiciones de operación de los sistemas de acondicionamiento ambiental (unidad reciprocante con presión máxima de descarga de 3000 libras/pulgada cuadrada), cuyos resultados aparecen en el cuadro N° 2

CUADRO N° 2
DATOS TÉCNICOS Y OPERATIVOS DEL AIRE ACONDICIONADO DEL HOTEL
CONTINENTAL PLAZA PUERTO VALLARTA, DURANTE UN MES

CONCEPTO	
Capacidad de enfriamiento(TR)	220
POTENCIA (KW)	313 (1)
Relación de eficiencia(KW/TR)	1.42
Tiempo de operación (Hrs)	600 (2)
Consumo de energía (KWh)	187,800
Costo de operación (N\$)	37,560.00 (3)
Costo de mantenimiento (N\$)	925.00 (4)
Costo por refacciones (N\$)	1,100.00 (4)
COSTO TOTAL (N\$)	39,585.00

- (1) Incluye motores de compresores y ventiladores de condensadores.
- (2) El tiempo de operación de los equipos fue de 20 hrs. al día durante 30 días por mes.
- (3) El costo promedio de energía eléctrica se consideró de N\$ 0.2 por KWh (incluye el cargo por demanda máxima).
- (4) En los costos de mantenimiento y refacciones, se consideran unidades de pistón trabajando en óptimas condiciones.

Se pudo comprobar que la eficiencia del equipo actual era de 1.4 KW/TR, índice elevado en comparación con las modernas unidades de refrigeración centrífugas (0.7 KW/TR). En caso de que fuera factible sustituir dicha unidad reciprocante, podría obtenerse una disminución considerable en el consumo de energía eléctrica. Sin embargo, cambiar de un sistema a otro implicaba realizar una cuantiosa inversión, debido al alto costo de los equipos centrífugos. Era importante, en consecuencia, encontrar una solución al problema financiero, lo cual surgió de un novedoso esquema, en donde no es necesario invertir en la compra de esta clase de unidades, sino únicamente adquirirlas en renta por una cuota mensual fija, la cual se pagaría, por sí misma, con el ahorro de energía eléctrica y aún así quedaría un remanente.

Si bien la unidad centrífuga implica menores costos de operación y , por consiguiente, menores costos por consumo de energía eléctrica, también requiere de un sistema de agua de enfriamiento, cuya reposición tiene un costo adicional. Aún así, el beneficio potencial es muy atractivo, tal como se observa en el cuadro N° 3.

CUADRO N° 3
COMPARATIVO ENTRE LA UNIDAD RECIPROCANTE Y CENTRIFUGA DEL HOTEL
CONTINENTAL PLAZA PUERTO VALLARTA, VALORES MENSUALES

CONCEPTO	UNIDAD RECIPROCANTE	UNIDAD CENTRIFUGA	DIFERENCIA
Capacidad de enfriamiento (TR)	220	220	....
Potencia (KW)	313	162 (1)	151
Relación de eficiencia (KW/TR)	1.4	0.7	0.7
Tiempo de operación (Hrs)	600	600	....
Consumo de energía (KWh)	187,800	97,200	90,600
Costo de operación (N\$)	37,560.00	19,440.00	18,120.00
Costo de mantenimiento (N\$)	925.00	....	925.00
Costo por refacciones (N\$)	1,100.00	....	1,100.00
Costo de renta (N\$)	....	9,800.00	9,800.00
Costo de agua de reposición para torre de enfriamiento (N\$)	....	4,158.00 (2)	4,158.00
Costo total (N\$)	39,585.00	33,998.00	6,187.00
Ahorro mensual	....	....	6,187.00
Ahorro anual	....	....	74,244.00

- 1) Incluye funcionamiento del motor del compresor, de la bomba de agua de condensación y del ventilador de la torre de enfriamiento.
- 2) El flujo del agua de reposición es de 9 lts/hr-TR a un costo de N\$ 3.5 por metro cúbico.

Como se puede observar, sustituir la unidad recíproca por otra de tipo centrífuga, originaría ahorros del orden de N\$ 6,187.00 mensuales, que a todas luces es ventajoso desde el punto de vista del beneficio al usuario, y aún más visto como beneficio a Comisión Federal de Electricidad, ya que por una parte se disminuye la potencia en 151 KW y, por otra, la energía eléctrica ahorrada es de 90,600 kWh mensuales con un importe de N\$ 18,120.00.

Conviene mencionar que en este caso la inversión sólo corresponde a los costos de instalación y de la obra civil, con un monto de N\$ 64,680.00 y N\$ 22,000.00 respectivamente, cuya suma (N\$ 86, 680.00 , incluyendo IVA) se recupera en un período de 14 meses que cumple ventajosamente con cualquier otro tipo de inversión.

4.7.11.- ACCIONES CORRECTIVAS:

Habida cuenta de los resultados obtenidos del diagnóstico, se decidió realizar este proyecto en paquete, incluyendo otros 3 hoteles ubicados en Cancún (2) y Cozumel. El proyecto integral consistió en instalar 4 unidades centrífugas que totalizan 770 TR, distribuidas de la siguiente manera:

220 TR, en Puerto Vallarta
150 TR, en las Glorias Cancún
250 TR, en Villas Plaza Cancún y
150 TR, en Cozumel.

La inversión que se realizó se muestra en el cuadro N° 4, en donde se observa que el período de recuperación sería de 24 meses.

CUADRO N° 4
AHORROS ESTIMADOS E INVERSIÓN NECESARIA PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

VALORES MENSUALES

HOTEL	AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (N\$)	AHORRO NETO (1) (N\$)	INVERSIÓN (N\$)	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (MESES)
Continental Plaza Puerto Vallarta	18,120.00	6,187.00	86,680.00	14
Plaza Las Glorias Cancún	12,505.00	3,433.00	99,000.00	29
Continental Villas Plaza Cancún	20,557.00	3,736.00	97,900.00	26
Plaza Las Glorias Cozumel	12,352.00	3,280.00	113,300.00	34
Total	63,534.00	16,636.00	396,880.00	24

(1) Considera costos de agua de reposición más renta de los equipos.

4.7.12.- RESULTADOS:

A fin de evaluar los resultados reales alcanzados, tomando como referencia los valores del Hotel Continental Plaza Puerto Vallarta, se compararon los consumos habido durante 3 meses después de haberse concluido el proyecto, habiéndose obtenido los ahorros según cifras del cuadro N° 5

CUADRO N° 5 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA E IMPORTES CORRESPONDIENTES ANTES Y DESPUÉS DEL PROYECTO, EN EL HOTEL CONTINENTAL PLAZA PUERTO VALLARTA

PERIODO	CONCEPTO	
	CONSUMO (KWh)	IMPORTE(N\$)
Junio 1992	536,200	72,736.00
Junio 1993	336,000	45,578.00
AHORRO	200,200	27,158.00 (37.3%)
Julio 1992	541,100	73,400.00
Julio 1993	378,000	51,276.00
AHORRO	163,100	22,124.00 (30.1%)
Agosto 1992	518,000	70,266.00
Agosto 1993	379,400	51,466.00
AHORRO	138,600	18,800.00 (26.7%)
Valores promedio anteriores	531,767	72,134.00
Valores promedio actuales	364,467	49,440.00
AHORRO PROMEDIO	167,300	22,694.00 (31.4%)

Según se observa, los resultados superaron las expectativas, pues había pronosticado un ahorro de N\$ 18,120.00, cuando el promedio es de N\$ 22,694.00, sólo por lo que hace al Hotel Continental Plaza Puerto Vallarta, resultados que han sido satisfactorios en los otros 3 hoteles.

4.7.13.- VENTAJAS:

Con este proyecto se obtienen las siguientes ventajas:

- El usuario pagará hasta 37.3% menos por concepto de energía eléctrica.
- Una vez cubiertos los gastos adicionales como renta de equipos y agua de reposición, el usuario verá disminuidos sus gastos de operación en N\$ 4,162.00 que representa el 12 % de los gastos originados por el funcionamiento del equipo de acondicionamiento ambiental.
- Dado que la inversión sólo corresponde a gastos de instalación más costos de obra civil, el nivel de ahorro obtenido permite recuperar la inversión en 24 meses que es un período sumamente atractivo.
- Este proyecto fue posible su realización en virtud del grado de concientización de los funcionarios de la cadena SIDEKTUR.

4.7.14.- CONCLUSIONES:

- La hotelería es un negocio con costos crecientes pero con tarifas al usuario difíciles de incrementar, situación que aunada al nivel de competencia en zonas turísticas de playa, origina la necesidad de reducir costos a fin de mantener las utilidades.
- Uno de los costos más fáciles de abatir corresponde al de energía eléctrica, fundamentalmente porque una gran proporción está dada por el funcionamiento de equipos de acondicionamiento ambiental que ha quedado demostrado, son obsoletos en cuanto a su eficiencia de KW por tonelada de refrigeración.
- Si se desea incrementar la eficiencia y, por consiguiente, reducir gastos por consumo de energía eléctrica, no es necesario realizar inversiones cuantiosas en la compra de equipos más eficientes. Se ha encontrado una fórmula a base de renta que también reditúa beneficios.
- Una opción para incrementar la eficiencia en equipos de acondicionamiento ambiental, según resultados satisfactorios obtenidos, consiste en instalar equipos centrífugos enfriados por agua.

EVALUACIÓN, RESULTADOS Y CONCLUSIONES.-

Una forma de evaluar, es hacer comparaciones entre lo que se tiene instalado en el equipo, las sugerencias y modificaciones que se le hagan. Así que, una de las fases más importantes para cualquier tipo de proyecto, son los resultados de la evaluación Intermedia, sobre todo en programas de largo alcance y duración.

Así mismo, cuando la evaluación se lleva a cabo escrupulosamente permite:

- Optimizar los recursos materiales y humanos
- Cuantificar esfuerzos
- Estimar los efectos de acciones futuras
- Establecer nuevas estrategias para alcanzar las metas deseadas y
- Corregir desviaciones de los objetivos establecidos al inicio

Con el propósito de determinar las acciones que han influido en el ahorro de la energía eléctrica, mediante los resultados de la evaluación y las conclusiones, serán tratados en el siguiente caso práctico:

Un proyecto verdaderamente exitoso de ahorro de energía eléctrica en el área de Comercios y Servicios, es el caso de los "ALMACENES COPPEL", ubicado en Mazatlán Sinaloa. Exitoso por haber correspondido a una tienda departamental que, requiere de una iluminación con alto grado de nitidez como un elemento de venta al público. Exitoso también, porque este proyecto se llevó a cabo en una zona de clima cálido, ya que las acciones correctivas se enfocaron también a eficientizar el aire acondicionado o ambiental, lo cual se logró instalando un mecanismo capaz de incrementar la capacidad de enfriamiento del evaporador.

5.1.- ANTECEDENTES:

Almacenes Coppel es una tienda departamental que se encuentra ubicada en Plaza El Mar, Mazatlán, Sin. El horario de operación es de 9:00 a 22:00 hrs. de lunes a domingo y el servicio de energía eléctrica se encuentra contratado bajo tarifa OM.

Las facturaciones por consumo de energía eléctrica de septiembre de 1992 a agosto de 1993, tuvieron los siguientes valores promedios mensuales:

Demanda 237 KW
Consumo 54,000 KWh
Importe N\$ 15,064

Factor de Potencia 84%
Factor de Carga 31.5%
Precio Medio 0.2789 N\$ / KWh

5.2.- DIAGNOSTICO.-

5.2.1.- DISTRIBUCIÓN DE CARGAS

De las mediciones realizadas se detectó que las cargas más importantes son la del aire acondicionado e iluminación, como se muestra a continuación:

	Kilowatts	% de carga
Aire acondicionado	121	43.5
Iluminación fluorescente	112	40.3
Iluminación alta intensidad descarga	11	4.0
Iluminación incandescente	9	3.2
Equipos y cargas resistivas	10	3.6
Motores	15	5.4
TOTAL	278	100.00

Como se puede observar en el cuadro anterior que :

- La primera carga en importancia consistió en la del sistema de aire acondicionado, ya que por ser un establecimiento ubicado en zona de ambiente cálido, se requería de un ambiente confortable para el servicio a los clientes y
- La segunda carga también en importancia, estaba representada por el sistema de iluminación y de éste, la que mayor incidencia en la demanda era la iluminación fluorescente.

La iluminación incandescente quedaba con un valor casi despreciable.

Tomando en cuenta que entre los sistemas del aire acondicionado y el de iluminación fluorescente estaba el 85 % de la carga total instalada, se tomó la decisión de realizar acciones correctivas solamente en estos dos sistemas.

5.2.2.- DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS :

- 1) El aire acondicionado consiste en 6 unidades centrales tipo recíprocante de 20 TR cada una, con una potencia total de 162 HP que produce aire frío, el cual se distribuye utilizando las manejadoras de aire con motores de 4 HP cada una, a través de ductos de lámina debidamente aislados.
- 2) El alumbrado de tipo fluorescente estaba compuesto fundamentalmente por 1,189 gabinetes que alojan 2 lámparas de 39 Watts cada una, arranque instantáneo comúnmente denominado " Slimline " color luz de día, con un flujo luminoso de 2,500 lúmenes, valor que de acuerdo a las horas de uso, y las mediciones obtenidas en luxes, se estimó en 2,150 lúmenes por luminario. Para controlar el encendido de estas dos lámparas, cada gabinete contenía un balastro convencional de bajas pérdidas y bajo factor de potencia.

Asimismo, existían 37 luminarias de 2 x 75 watts con iguales características de las mencionadas en el párrafo anterior, sólo que el flujo luminoso de las lámparas de 75 watts, luz de día, arranque instantáneo, era de 5,200 lúmenes por gabinete.

Nota: Por lo que se refiere al alumbrado incandescente, existen 98 lámparas tipo spot de 90 watts cada una. Las lámparas de alta intensidad de descarga solamente son 24 de 400 watts cada una, cuya reproducción de color, pobre, por ser de vapor de mercurio, no fue importante debido a que éstas se encuentran ubicadas en las oficinas de mantenimiento.

- 3) Debido a la carga reactiva inductiva existente, el factor de potencia promedio era de 84 % .

5.3.- PROBLEMÁTICA:

- 1) Se comprobó que la operación del sistema de aire acondicionado se hacía en forma manual, por lo que su funcionamiento era de 13 hrs. al día durante prácticamente todo el año, sin considerar variaciones en el clima originadas por los ciclos estacionales, ni las necesidades de enfriamiento debidas al flujo de clientela.

Por otra parte, se sabe que para tener una eficiente operación de los diferentes componentes de un sistema de aire acondicionado, se requiere que el refrigerante se encuentre en estado líquido saturado antes de la entrada a la válvula de expansión. Si el condensador tiene una eficiente operación y está bien diseñado entregará el Refrigerante líquido en estado saturado, obteniéndose un enfriamiento efectivo.

Cuando se tiene el refrigerante líquido en la línea de saturación, cualquier incremento en su temperatura o decremento en la presión debida a pérdidas por fricción, permite que el refrigerante cambie inmediatamente de líquido a estado gaseoso; por ello, es conveniente realizar algún tipo de ajuste o reparación, ya sea en el condensador o en el evaporador o bien tomar la decisión de instalar una "bomba" o intercambiador de calor. En el caso de Almacenes Coppel, se observó el fenómeno del " gas - flash " en el líquido refrigerante que sale del condensador, por lo que era menester realizar alguna acción al respecto.

- 2) La eficiencia de los luminarios no rebasó el valor del 40 % , debido por una parte, al estado interior en que se encontraron los gabinetes, ya que la pintura de la parte superior tenía un índice de reflexión de aproximadamente 55 % y , por otra parte, a que la vida útil de las lámparas estimada en 12,000 hrs, estaba por concluir. Sin embargo, las mediciones realizadas se obtuvieron niveles de iluminación en la planta baja de 360 luxes mínimo y 1,265 máximo, mientras que en la planta alta el mínimo fue de 761 luxes y el máximo de 1,329 luxes, con un promedio en los dos niveles, de 1,000 luxes.
- 3) Si bien el factor de potencia había sido ligeramente inferior a 0.85, ya era insuficiente debido a las disposiciones tarifarias que lo fijan en 0.90 como mínimo. Luego entonces, debían tomarse providencias al respecto, a fin de evitar las penalizaciones económicas previstas por las tarifas.

5.4.- ACCIONES CORRECTIVAS:

- 1) **Instalación de " bombas " en el sistema de aire acondicionado".**

Se tomó la decisión de instalar una " bomba " a la salida del condensador y antes de la válvula de expansión en cada una de las unidades de aire acondicionado, ya que se comprobaron pérdidas de presión y temperatura, originando que el estado del refrigerante a la descarga del condensador fuera una mezcla de líquido - vapor en lugar de líquido saturado, por lo que la válvula de expansión estaba operando en forma deficiente disminuyendo la capacidad de enfriamiento. La instalación de esta "bomba" ajustó las condiciones de descarga del compresor, incrementando la presión para que la condición del líquido refrigerante a la entrada de la válvula de expansión fuera líquido saturado y no una mezcla de vapor - líquido. Mientras que por otra parte, la " bomba " inyecta refrigerante en la línea de descarga del compresor, provocando una disminución en la temperatura del gas antes de la entrada al condensador, asegurando que la operación de este sea eficiente y el refrigerante se condense totalmente. Como resultado, se tiene una operación óptima de la válvula de expansión del condensador y del evaporador, que originan un aumento en la capacidad de enfriamiento, teniéndose una reducción en el tiempo de operación del compresor.

Instalación de un sistema de control para el aire acondicionado

Se instaló un controlador de energía para el aire acondicionado, que permite el paro y arranque mediante sensores de temperatura, los cuales se ubicaron en el interior del almacén para mantener el nivel mínimo de confort, detectando las señales de temperatura del interior y exterior. El uso de este controlador permite el encendido y apagado de las unidades de aire acondicionado según la señal recibida, de tal forma que algunos meses del año no se haga uso de todos los equipos, si no es necesario. Como resultado de ello, se logra una disminución del tiempo de operación y, por consiguiente, del consumo de energía eléctrica. El controlador también se programa para que los encendidos y apagados del sistema se realicen con base al horario de ocupación del almacén, permitiendo su arranque sólo minutos antes del horario de apertura y su apagado minutos antes del cierre.

Incorporación de aditivo para los compresores de aire acondicionado

Todo equipo que trabaje a base de compresión está sujeto a pérdidas por fricción, por lo que es susceptible de mejoras en la medida en que puedan reducirse dichas pérdidas, lo cual se logra incorporando aditivo en el aceite, siempre y cuando la proporción no sea mayor del 10 %. En el presente caso no fue necesario utilizar más de 4 lts. de aditivo, por lo que la inversión fue insignificante y si por el contrario, el incremento en la eficiencia puede llegar hasta el 3 % con el consiguiente ahorro de energía eléctrica.

Instalación de bancos de capacitores en las unidades de aire acondicionado.

Se fijó como meta, mantener el factor de potencia a un valor sostenido de 98.5 %, para lo cual fue necesario instalar un banco de capacitores de 10 KVAR en cada una de las unidades de aire acondicionado, y otro más de la misma capacidad en el motor de 20 HP correspondiente al elevador. Con esta medida, se pudo evitar penalizaciones del orden de N\$ 600.00 mensuales por operar con un factor de potencia inferior a 0.90 y , además, obtener bonificaciones del orden de N\$ 415.00 por mantener dicho factor a valores superiores a 0.90.

2) En el sistema de iluminación se instalaron reflectores ópticos y se sustituyeron lámparas.

En los 1,189 gabinetes de 2 x 39 W, se instalaron reflectores de aluminio con el objeto de incrementar hasta 98 % el índice de reflexión, lo cual permitió retirar una de cada dos lámparas de 39 watts quedando la carga instalada al 50 %. Sin embargo, se observó que podría incrementarse todavía más la eficiencia, al sustituir la lámpara instalada por otra de sólo 30 watts, también de arranque instantáneo pero con tonalidad blanco frío, la cual proporciona 2,400 lúmenes que representó un incremento de aproximadamente 12 % en nivel de iluminación, mientras que la potencia se redujo en 23 %. Considerando la eliminación de la otra lámpara por la instalación del reflector, se obtuvo una reducción total de 48 watts que representa un ahorro del 61 %. Existe un ahorro adicional proveniente de la sustitución de los balastos, lo cual se hizo con base a las potencias nominales de las lámparas, ya que se tuvieron que instalar balastos para lámpara de 2 x 30 W de alta eficiencia y bajas pérdidas, con alto factor de potencia, de los comúnmente denominados ahorradores de energía y realizar un " puente " para conectar un balastro por cada dos gabinetes, razón por la cual el ahorro adicional fue de 10 watts por gabinete.

El mismo principio, se aplicó a 36 gabinetes de 2 x 75 W, cuyas lámparas de 75 watts luz de día fueron sustituidas por una sola lámpara de 60 watts blanco frío de 5,400 lúmenes, por lo que se obtuvo un incremento en el nivel de iluminación de aproximadamente 10 %, tomando en cuenta el demérito del nivel de las lámparas existentes debido a las horas de uso. En este sistema se logró una disminución en la potencia de 150 watts, a sólo 60 watts, que representa un ahorro del 60 %. Asimismo, se sustituyeron los balastos existentes por los correspondientes a 60 watts, según las características antes señaladas, habiéndose tenido que realizar conexiones puente para que un solo balastro controlara a dos gabinetes, puesto que en estos quedó alojada una lámpara.

Cabe observar que con tales medidas el nivel de iluminación no sólo se mantuvo sino que, en algunas áreas, se percibió un ligero incremento.

5.5.- EXPECTATIVAS DE AHORRO

El costo de las acciones correctivas anteriormente descritas, fue de N\$ 227,200.00 sin incluir IVA, mientras que los ahorros por obtener, se estimaron en N\$ 76,400.00 anuales, por lo que el período de recuperación resultó justo de 3 años. Estos mismos datos desglosados por cada una de las acciones correctivas se muestran en el siguiente cuadro (las cifras consignadas en N\$ no incluyen IVA).

Áreas correctivas	AHORRO ANUAL			Inversión miles N\$	Recuperación años
	KWh	KW	Importe miles N\$		
Instalación de reflectores ópticos para iluminación fluorescente	182,472	58	41.6	131.2	3.1
Sustitución de lámparas fluorescentes y balastos	21,300	15	7.1	30.7	4.3
Instalación de bombas en el sistema de aire acondicionado	20,100	23	9.3	34.3	3.7
Instalación de un sistema de control de energía	13,320	10	4.7	17.1	3.6
Incorporación de aditivo para los compresores de aire acondicionado	3,120	4	1.6	5.0	3.1
Instalación de bancos de capacitores			12.1	8.9	0.8
Total	240,312	110	76.4	227.2	3.0

5.6.- RESULTADOS

Las acciones correctivas se iniciaron durante el mes de junio de 1993, y fueron concluidas en noviembre del mismo año, por lo que los ahorros totales fueron percibidos a partir del ciclo de facturación correspondiente a diciembre de 1993. Sin embargo para efectos de "EVALUACIÓN", se consideró prudente eliminar los datos de este mes, por no ser representativos, y comparar los consumos, demandas e importes a partir de enero de 1994 con respecto al mismo período del año anterior, cuyos resultados se ilustran a continuación (los importes incluyen IVA).

Concepto	Período	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
	Año 1993	44,400	45,000	44,400	46,800	45,150
Consumo	Año 1994	32,400	23,400	25,800	32,400	28,500
(KWh)	Ahorro	12,000	21,600	18,600	14,400	16,650
	Ahorro %	27.00	48.00	41.90	30.8	36.925
	Año 1993	216	234	240	240	232
Demanda	Año 1994	132	120	120	132	128
(KW)	Ahorro	84	114	120	108	106
	Ahorro %	38.9	48.7	50.00	45.00	45.65
	Año 1993	12,649	13,725	12,579	12,717	12,916
Importe	Año 1994	7,490	6,268	6,424	7,588	6,944
(N\$)	Ahorro	5,159	7,457	6,155	5,129	5,972
	Ahorro %	40.8	54.3	48.9	40.3	46.08

Se observa que en sólo 4 meses, por cierto los de menor consumo en 1993 :

- El promedio de ahorro en consumo fue de 36.9 %
- En demanda fue de 45.7 %
- En el importe fue de 46.2 %

Considerando que esta tendencia debe continuar a lo largo del año de 1994, en cuyos meses más calurosos obviamente se incrementará el consumo de energía eléctrica, los resultados serán incluyendo (IVA):

Concepto	Anterior	Actual	A H O R R O	
			Unidades	%
Consumo (KWh)	54,000	34,074	19,920	36.90
Demanda (KW)	238	129	109	45.80
Importe (N\$)	15,064	8,104	6,960	46.2
Factor Medio (N\$/KWh)	0.2789	0.2378		
Factor de Potencia (%)	84.0	99.0		
Factor de Carga (%)	31.5	36.7		

Inversión = N\$ 249,920 ; Tiempo de Recuperación = 35.9 meses

5.7.- CONCLUSIONES:

Las expectativas de ahorro antes de realizar las acciones correctivas, se cumplieron fielmente, ya que conforme a la tendencia observada en el período enero - abril de 1994, el ahorro anual fue de N\$ 83,520.00 (incluyendo IVA), mientras que el pronóstico fue de N\$ 76,400.00 (sin incluir IVA).

Aún cuando la carga más importante está en el aire acondicionado, el mayor ahorro se está logrando en el sistema de iluminación, puesto que de los N\$ 6,960.00 de ahorro mensual se estima que N\$ 4,400.00 corresponden a iluminación, o sea el 63.7 %

El restante 36.3 % de ahorro se está obteniendo mediante la aplicación de 4 acciones correctivas, de donde se deduce que todas las acciones posibles por insignificantes que parezcan, son importantes para lograr ahorros totales sustanciales.

Los beneficios para Almacenes Coppel se pueden medir en los siguientes términos :

Una disminución en la factura mensual del orden de N\$ 7000.00

Un incremento en factor de potencia de 84 % a 99 %

Un incremento en factor de carga de 31.5 % a 36.7 %

Dando como consecuencia:

Una disminución en el precio medio de N\$ 0.2789 a N\$ 0.2378 por (KWh), pero lo más importante consiste en que la inversión se recuperará en un período de 3 años, que representan una rentabilidad bastante atractiva.

APÉNDICE

A) TARIFAS

B) COMPONENTES Y CONTROLES DE BANCOS DE CAPACITORES AUTOMÁTICOS

C) EJEMPLO DE CORRECCIÓN DE BAJO FACTOR DE POTENCIA

D) CATÁLOGOS

- BALASTROS AHORRADORES DE ENERGÍA PARA LAMPARAS FLUORESCENTES DE ARRANQUE RÁPIDO. (MARK III, V)
- BALASTROS ELECTRÓNICOS AHORRADORES DE ENERGÍA PARA LAMPARAS FLUORESCENTES DE ARRANQUE RÁPIDO.
- LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS.
- LAMPARAS FLUORESCENTES ECON- O-WATT
34 W ARRANQUE RÁPIDO
30 Y 60 W ARRANQUE INSTANTÁNEO.
- CABLES

A) TARIFAS

A.1.- INTRODUCCIÓN.

La energía es la fuerza que mueve al moderno mundo industrial; sin ella, nuestras fábricas se detendrían y economías enteras entrarían en crisis. Por eso es vital saber administrarla.

Sólo aquellos que hacen el mejor uso de la energía, pueden prosperar en un mundo cada vez más competitivo. Y ahorrar energía es una de las claves para abatir costos y poder competir a la par de industrias de todo el mundo, en una economía que tiende a la globalidad inevitablemente.

Quizá, en este mismo instante, se pueda estar ya perdiendo la batalla de la competitividad, gastando o desperdiciando energía. Encendiendo focos y luminarias de día, o en áreas donde nadie las esté empleando.

Utilizando inadecuadamente los equipos de aire acondicionado en oficinas, laboratorios u otras áreas de una empresa, donde es indispensable este servicio. De igual forma empleando herramientas y maquinaria que consumen energía de manera ineficiente, por falta de mantenimiento o por ser de tecnología obsoleta. O simplemente, porque en la instalación eléctrica de la empresa, existen fugas, por las que se paga y nadie aprovecha.

Y todos estos son costos, que pueden llegar a ser hasta un 30% de su consumo, están mermando la competitividad en la manufactura de los equipos. Dinero que podría ahorrarse para bajar sus precios, o aumentar las utilidades.

Por eso es importante ahorrar energía.

Este apéndice tiene como objeto mostrar como se puede estar perdiendo grandes cantidades de dinero al derrochar energía.

Para ello, contiene información de como se determinan los consumos y costos de la energía eléctrica; y cómo influye esto, en la facturación a pagar por su utilización. Este es el primer paso para que se pueda estimar la dimensión de los desperdicios de energía.

A.2.- TARIFAS.

El primer paso para ahorrar energía es determinar cuanta se está desperdiciando y cuanto cuesta esto. Para hacerlo, resulta indispensable conocer a fondo como reportan los consumos y cómo calcula sus costos la Comisión Federal de Electricidad.

Existen 18 diferentes tipos de tarifas que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) aplica a sus usuarios. Aquí nos concentraremos en solo 4 de ellas, que son las aplicables a las pequeñas y medianas industrias.

La tarifa 02 es para demandas de hasta 25 kilowatts, la tarifa 03 para quienes demandan más de 25 kilowatts, la OM para quienes utilizan servicios en media tensión con una demanda menor a 1000 KW y la H-M que es la tarifa horaria para servicio general en media tensión con demanda de 1000 KW o más.

A.3.- TARIFA 02.

Esta tarifa se aplica en periodos bimestrales de exactamente 60 días calendario, por lo que no siempre corresponde la misma fecha del mes.

Veamos el ejemplo de un recibo que cubre el periodo del 29 de diciembre al 27 de febrero (ver recibo punto 1).

El consumo se obtiene restando la lectura anterior a la lectura actual. En el ejemplo es de 6445 Kilowatts-hora (KWh), (ver recibo punto 2). Esta cantidad se divide entre 60 días, para obtener el consumo promedio diario, que en este caso es de 107.4167 KWh/día.

El promedio se multiplica por los días de cada mes: 2 por diciembre, 31 por enero y 27 por febrero, resultando el consumo por mes:

El costo de estos consumos se basa en 4 conceptos:

1. El cargo fijo.
2. Por cada uno de los primeros 50 KWh.
3. Por cada uno de los segundos 50 KWh.
4. Por cada uno de los siguientes KWh.

Para calcular el costo de diciembre, se calcula el valor proporcional de cargo fijo, o sea 2/31 multiplicado por el cargo fijo vigente.

Luego se multiplican los primeros 50 KWh por 2/31 por la tarifa fijada para los primeros 50 KWh, procedimiento que se repite para los segundos 50 KWh, y para cada uno de los siguientes.

Recuerde que la tarifa para los primeros 50 KWh es más baja, que para los segundos 50 KWh, siendo mucho más costoso el KWh que excede los 100 KWh.

Al sumar los totales de cargo fijo y los tres variables se obtiene el costo de la energía consumida en el mes de diciembre.

Procedimientos similares se aplicarían aquí para los 31 días de enero (31/31), y para los de febrero (27/28).

La suma parcial de los tres meses, da el total de su recibo de electricidad. La cifra se redondea a la cantidad cerrada más próxima y se agrega el impuesto al valor agregado (IVA).

RECIBO TARIFA 02

COMPROBANTE DE PAGO				FECHA LIMITE DE PAGO PARA EVITAR EL CORTE	
				AÑO MES DIA	
NUMERO DE CUENTA		PERIODO DEL CONSUMO		TAR	MES FACT
		DI 29	FE 27		
S	NUMERO MEDIDOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	MULT	CONSUMO
L	Y4844F	02124	08569	1	6445
				2	
ENERGIA		GAS	IVA	TOTAL A PAGAR	
1521942			228291	1750200	

A.4.- TARIFA 03.

La tarifa 03 se calcula con base en 3 conceptos:

1. Demanda máxima medida, dada en KW.
2. Energía consumida en KWh.
3. Bajo o alto factor de potencia (F.P.).

Esta tarifa contempla un período de facturación de 30 días, y se calcula de la siguiente manera:

- a. Diferencia = Lectura actual - Lectura anterior.
- b. Consumo en KW = Diferencia x multiplicador.
- c. Consumo promedio diario = Consumo / 30 días.
- d. Cargo por demanda máxima medida = Costo por KW demanda x demanda máxima medida.
- e. Cargo por consumo = Costo por KWh x consumo registrado en KWh.
- f. Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.

- Primero se determina el valor del cargo o bonificación mediante las siguientes fórmulas:

Cargo = $3/5 (190/F.P. - 1) \times 100$; no más de 120%, si el F.P. menor de 90%.

Bonificación = $1/4 (1 - (90/F.P.)) \times 100$; no más de 2.5%, si el F.P. mayor de 90%.

- A continuación, en caso de que el F.P. sea menor al 90% el cargo = (cargo por demanda máxima medida + cargo por consumo) x (valor del cargo por bajo factor de potencia)
 - En el caso de un factor de potencia superior al 90%, entonces la bonificación = (cargo por demanda máxima medida + cargo por consumo) x (valor de la bonificación por alto factor de potencia).
 - Factura total = (cargo por demanda máxima medida + cargo por consumo + cargo o bonificación por bajo factor de potencia).
- g. Se agrega el impuesto al valor agregado (IVA).

RECIBO TARIFA 03

NUMERO DE CUENTA	TAR 03	N GIRO 3	PERIODO DE CONSUMO		MES FACT.	FECHA LIMITE DE PAGO
			ENERO 24	FEBRERO 23		
CS	TIPO DE MEDIDOR	NUM. MEDIDOR	LECT. ANT	LECT. ACTUAL	DIFERENCIA	MULTIPLICADOR
	L	1084 JA	03124	03228	104	80
	K	7548 PB	00301	00387	86	80
CARGO MANTO	DEM. MAX MEDIDA	KWH REGISTRADOS	% F.P.	KVARH REGISTRADOS	% DER	
	32	8.320	77.41	68.80		
CARGO POR DEMANDA MAXIMA	CARGO POR ENERGIA	CARGO POR MED B.T.	CARGO POR BAJO F.P.	IVA	DAP	A PAGAR
758.387	989.612.80		171.990	289.048		2.218.037.80

A.5.- TARIFA OM.

Esta tarifa involucra los 4 conceptos que se indican a continuación:

1. Cargo por demanda máxima medida en KW.
2. Cargo por energía consumida en KWh.
3. Cargo por medición en baja tensión.
4. Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.

El procedimiento para determinar el costo de la energía en esta tarifa es el siguiente:

- a. Cargo por demanda máxima medida = Costo por KW demandado x demanda máxima medida.
- b. Cargo por consumo = Costo por KWh x consumo registrado en KWh.
- c. Cargo por medición en baja tensión = (Cargo por demanda máxima medida + cargo por consumo) x 0.02.
- d. Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia. Se calcula de la misma forma que para la tarifa 03.
- e. Facturación total = (Cargo por demanda máxima medida + Cargo por consumo + Cargo por medición en baja tensión + Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia).
- f. Se agrega el IVA.

A.6.- TARIFA HM.

Esta tarifa al igual que la anterior involucra 4 conceptos:

1. Cargo por demanda facturable en KW.
2. Cargo por energía de punta y/o de base consumida en KWh.
3. Cargo por medición en baja tensión.
4. Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia.

La manera de obtener el costo de la energía en esta tarifa es la siguiente:

- a. Cargo por demanda facturable = Costo por KW facturable x demanda facturable registrada.
- b. Cargo por consumo = Costo por KWh de punta y/o de base x consumo registrado en KWh.
- c. Cargo por medición en baja tensión = (Cargo por demanda facturable + cargo por consumo) x 0.02.
- d. Cargo por bonificación por bajo o alto factor de potencia. Se calcula de la misma forma que para la tarifa 03.
- e. Facturación total = (Cargo por demanda facturable + Cargo por consumo + Cargo por medición en baja tensión + Cargo o bonificación por bajo o alto factor de potencia).
- f. Se agrega el IVA.

RECIBO TARIFA OM

NUMERO DE CUENTA		TAR	N GIRO 3	PERIODO DE CONSUMO		MES FACT.	FECHA LIMITE DE PAGO
				FEBRERO 18	MARZO 19		
CS	TIPO DE MEDIDOR	NUM. MEDIDOR		LECT. ANT	LECT. ACTUAL	DIFERENCIA	MULTIPLICADOR
	L	1248 RX		9994	00209	215	180
	K	0155 JB		04444	4659	215	180
CARGO MANTO	DEM. MAX. MEDIDA	KWh REGISTRADOS	% F.P.	KVARH REGISTRADOS	% DER		
	82	34,400	70.71	34,400			
CARGO POR DEMANDA MAXIMA	CARGO POR ENERGIA		CARGO POR MED B.T.	CARGO POR BAJO F.P.	IVA	DAP	A PAGAR
1'338,564	2'686,980		80,710	831,859	742,217		5'690,330

1

2

3

4

CUOTAS DE LAS TARIFAS
DE ACUERDO AL DIARIO OFICIAL DEL VIERNES 31 DE MARZO DE 1995

TARIFA	1-13 JUNIORS	14-21 JUNIORS	FIRMS	REAROS	ARRBS	MAYS	JUNRS	SINRS	ALHORS	SINRS	CHTRS	NOVRS	INCRS
	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
0 - 25	0.06413	0.06564	0.06516	0.06568	0.07944	0.08007	0.08071	0.08135	0.08200	0.08265	0.08331	0.08398	0.08465
26 - 50	0.09146	0.09219	0.09292	0.09366	0.11329	0.11419	0.11510	0.11602	0.11694	0.11787	0.11881	0.11976	0.12071
51 - 75	0.12031	0.12127	0.12224	0.12321	0.14903	0.15022	0.15142	0.15262	0.15384	0.15507	0.15630	0.15755	0.15880
76 - 100	0.13869	0.14080	0.14293	0.14506	0.17304	0.17442	0.17581	0.17721	0.17863	0.18005	0.18148	0.18291	0.18433
101 - 200	0.13443	0.13568	0.13692	0.13817	0.19132	0.19283	0.19438	0.19593	0.19750	0.19907	0.20066	0.20226	0.20387
ADICIONA 1A	0.50257	0.50658	0.51061	0.51468	0.62254	0.62750	0.63250	0.63754	0.64262	0.64774	0.65291	0.65811	0.66336
0 - 25	0.05129	0.05170	0.05211	0.05253	0.06353	0.06403	0.06454	0.06506	0.06558	0.06610	0.06663	0.06716	0.06769
26 - 50	0.07318	0.07376	0.07435	0.07494	0.09065	0.09138	0.09211	0.09284	0.09358	0.09432	0.09508	0.09583	0.09660
51 - 75	0.09626	0.09703	0.09780	0.09858	0.11924	0.12019	0.12115	0.12211	0.12309	0.12407	0.12506	0.12605	0.12706
76 - 100	0.11176	0.11265	0.11355	0.11445	0.13844	0.13954	0.14066	0.14178	0.14291	0.14405	0.14519	0.14635	0.14752
101 - 200	0.12356	0.12454	0.12554	0.12654	0.15206	0.15428	0.15551	0.15675	0.15800	0.15926	0.16053	0.16181	0.16310
201 - 250	0.17133	0.17270	0.17407	0.17546	0.21223	0.21392	0.21562	0.21734	0.21908	0.22082	0.22258	0.22436	0.22614
ADICIONA 1B	0.50257	0.50658	0.51061	0.51468	0.62254	0.62750	0.63250	0.63754	0.64262	0.64774	0.65291	0.65811	0.66336
0 - 25	0.05129	0.05170	0.05211	0.05253	0.06353	0.06403	0.06454	0.06506	0.06558	0.06610	0.06663	0.06716	0.06769
26 - 50	0.07318	0.07376	0.07435	0.07494	0.09065	0.09138	0.09211	0.09284	0.09358	0.09432	0.09508	0.09583	0.09660
51 - 75	0.09626	0.09703	0.09780	0.09858	0.11924	0.12019	0.12115	0.12211	0.12309	0.12407	0.12506	0.12605	0.12706
76 - 100	0.11176	0.11265	0.11355	0.11445	0.13844	0.13954	0.14066	0.14178	0.14291	0.14405	0.14519	0.14635	0.14752
101 - 200	0.12356	0.12454	0.12554	0.12654	0.15206	0.15428	0.15551	0.15675	0.15800	0.15926	0.16053	0.16181	0.16310
201 - 250	0.17309	0.17446	0.17583	0.17721	0.21392	0.21562	0.21734	0.21908	0.22082	0.22258	0.22436	0.22614	0.22792
ADICIONA 1C	0.50257	0.50658	0.51061	0.51468	0.62254	0.62750	0.63250	0.63754	0.64262	0.64774	0.65291	0.65811	0.66336
0 - 25	0.05129	0.05170	0.05211	0.05253	0.06353	0.06403	0.06454	0.06506	0.06558	0.06610	0.06663	0.06716	0.06769
26 - 50	0.07318	0.07376	0.07435	0.07494	0.09065	0.09138	0.09211	0.09284	0.09358	0.09432	0.09508	0.09583	0.09660
51 - 75	0.09626	0.09703	0.09780	0.09858	0.11924	0.12019	0.12115	0.12211	0.12309	0.12407	0.12506	0.12605	0.12706
76 - 100	0.11176	0.11265	0.11355	0.11445	0.13844	0.13954	0.14066	0.14178	0.14291	0.14405	0.14519	0.14635	0.14752
101 - 200	0.12356	0.12454	0.12554	0.12654	0.15206	0.15428	0.15551	0.15675	0.15800	0.15926	0.16053	0.16181	0.16310
201 - 250	0.17309	0.17446	0.17583	0.17721	0.21392	0.21562	0.21734	0.21908	0.22082	0.22258	0.22436	0.22614	0.22792
ADICIONA 1D	0.50257	0.50658	0.51061	0.51468	0.62254	0.62750	0.63250	0.63754	0.64262	0.64774	0.65291	0.65811	0.66336
0 - 25	0.05129	0.05170	0.05211	0.05253	0.06353	0.06403	0.06454	0.06506	0.06558	0.06610	0.06663	0.06716	0.06769
26 - 50	0.07318	0.07376	0.07435	0.07494	0.09065	0.09138	0.09211	0.09284	0.09358	0.09432	0.09508	0.09583	0.09660
51 - 75	0.09626	0.09703	0.09780	0.09858	0.11924	0.12019	0.12115	0.12211	0.12309	0.12407	0.12506	0.12605	0.12706
76 - 100	0.11176	0.11265	0.11355	0.11445	0.13844	0.13954	0.14066	0.14178	0.14291	0.14405	0.14519	0.14635	0.14752
101 - 200	0.12356	0.12454	0.12554	0.12654	0.15206	0.15428	0.15551	0.15675	0.15800	0.15926	0.16053	0.16181	0.16310
201 - 250	0.17309	0.17446	0.17583	0.17721	0.21392	0.21562	0.21734	0.21908	0.22082	0.22258	0.22436	0.22614	0.22792
ADICIONA 1E	0.50257	0.50658	0.51061	0.51468	0.62254	0.62750	0.63250	0.63754	0.64262	0.64774	0.65291	0.65811	0.66336
0 - 25	0.05129	0.05170	0.05211	0.05253	0.06353	0.06403	0.06454	0.06506	0.06558	0.06610	0.06663	0.06716	0.06769
26 - 50	0.07318	0.07376	0.07435	0.07494	0.09065	0.09138	0.09211	0.09284	0.09358	0.09432	0.09508	0.09583	0.09660
51 - 75	0.09626	0.09703	0.09780	0.09858	0.11924	0.12019	0.12115	0.12211	0.12309	0.12407	0.12506	0.12605	0.12706
76 - 100	0.11176	0.11265	0.11355	0.11445	0.13844	0.13954	0.14066	0.14178	0.14291	0.14405	0.14519	0.14635	0.14752
101 - 200	0.12356	0.12454	0.12554	0.12654	0.15206	0.15428	0.15551	0.15675	0.15800	0.15926	0.16053	0.16181	0.16310
201 - 250	0.17309	0.17446	0.17583	0.17721	0.21392	0.21562	0.21734	0.21908	0.22082	0.22258	0.22436	0.22614	0.22792
ADICIONA 1F	0.50257	0.50658	0.51061	0.51468	0.62254	0.62750	0.63250	0.63754	0.64262	0.64774	0.65291	0.65811	0.66336
0 - 25	0.05129	0.05170	0.05211	0.05253	0.06353	0.06403	0.06454	0.06506	0.06558	0.06610	0.06663	0.06716	0.06769
26 - 50	0.07318	0.07376	0.07435	0.07494	0.09065	0.09138	0.09211	0.09284	0.09358	0.09432	0.09508	0.09583	0.09660
51 - 75	0.09626	0.09703	0.09780	0.09858	0.11924	0.12019	0.12115	0.12211	0.12309	0.12407	0.12506	0.12605	0.12706
76 - 100	0.11176	0.11265	0.11355	0.11445	0.13844	0.13954	0.14066	0.14178	0.14291	0.14405	0.14519	0.14635	0.14752
101 - 200	0.12356	0.12454	0.12554	0.12654	0.15206	0.15428	0.15551	0.15675	0.15800	0.15926	0.16053	0.16181	0.16310
201 - 250	0.17309	0.17446	0.17583	0.17721	0.21392	0.21562	0.21734	0.21908	0.22082	0.22258	0.22436	0.22614	0.22792
ADICIONA 1G	0.50257	0.50658	0.51061	0.51468	0.62254	0.62750	0.63250	0.63754	0.64262	0.64774	0.65291	0.65811	0.66336
0 - 25	0.05129	0.05170	0.05211	0.05253	0.06353	0.06403	0.06454	0.06506	0.06558	0.06610	0.06663	0.06716	0.06769
26 - 50	0.07318	0.07376	0.07435	0.07494	0.09065	0.09138	0.09211	0.09284	0.09358	0.09432	0.09508	0.09583	0.09660
51 - 75	0.09626	0.09703	0.09780	0.09858	0.11924	0.12019	0.12115	0.12211	0.12309	0.12407	0.12506	0.12605	0.12706
76 - 100	0.11176	0.11265	0.11355	0.11445	0.13844	0.13954	0.14066	0.14178	0.14291	0.14405	0.14519	0.14635	0.14752
101 - 200	0.12356	0.12454	0.12554	0.12654	0.15206	0.15428	0.15551	0.15675	0.15800	0.15926	0.16053	0.16181	0.16310
201 - 250	0.17309	0.17446	0.17583	0.17721	0.21392	0.21562	0.21734	0.21908	0.22082	0.22258	0.22436	0.22614	0.22792
ADICIONA 1H	0.50257	0.50658	0.51061	0.51468	0.62254	0.62750	0.63250	0.63754	0.64262	0.64774	0.65291	0.65811	0.66336

CUOTAS DE LAS TARIFAS
DE ACUERDO AL DIARIO OFICIAL DEL VIERNES 31 DE MARZO DE 1995

TARIFA	1-31 MARZO	1-31 MARZO	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995
	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C/PILO	4.55790	4.59423	4.63084	4.66775	4.70494	4.74294	4.78129	4.82001	4.85909	4.89854	4.93836	4.97856	5.01914	5.06011
0 - 50	0.34347	0.34621	0.34897	0.35175	0.35456	0.35740	0.36027	0.36317	0.36610	0.36906	0.37206	0.37509	0.37815	0.38124
51 - 100	0.42955	0.43297	0.43642	0.43990	0.44342	0.44698	0.45058	0.45422	0.45790	0.46161	0.46536	0.46914	0.47295	0.47679
ADICIONA	0.48020	0.48403	0.48788	0.49177	0.49568	0.49961	0.50357	0.50755	0.51156	0.51559	0.51965	0.52373	0.52783	0.53195
C/DEB	47.50625	47.88487	48.26652	48.65120	49.03894	49.42974	49.82361	50.22056	50.62059	51.02371	51.42992	51.83923	52.25164	52.66716
C/Wb	0.22623	0.22811	0.23001	0.23192	0.23386	0.23582	0.23780	0.23980	0.24182	0.24386	0.24592	0.24800	0.25010	0.25222
M.T.	0.42676	0.44024	0.44375	0.44729	0.45086	0.45446	0.45809	0.46174	0.46542	0.46913	0.47286	0.47661	0.48038	0.48417
B.T.	0.92029	0.92444	0.92862	0.93283	0.93706	0.94132	0.94561	0.94992	0.95426	0.95862	0.96300	0.96740	0.97182	0.97626
M.T.	0.32757	0.33018	0.33281	0.33546	0.33813	0.34082	0.34353	0.34626	0.34901	0.35177	0.35455	0.35735	0.36017	0.36301
B.T.	0.39024	0.39335	0.39649	0.39965	0.40284	0.40605	0.40928	0.41253	0.41580	0.41909	0.42240	0.42573	0.42908	0.43244
C/PILO	44.82495	45.18220	45.54231	45.90528	46.27112	46.63984	47.01143	47.38591	47.76329	48.14358	48.52678	48.91289	49.30192	49.69387
C/Wb	0.24815	0.25013	0.25212	0.25413	0.25616	0.25821	0.26028	0.26236	0.26446	0.26658	0.26872	0.27088	0.27305	0.27524
C/DEB	29.83361	30.07138	30.31105	30.55263	30.79612	31.04162	31.28914	31.53869	31.79027	32.04389	32.29956	32.55729	32.81707	33.07890
C/Wb	0.74595	0.75190	0.75789	0.76393	0.76992	0.77596	0.78205	0.78819	0.79438	0.80062	0.80691	0.81325	0.81964	0.82608
I - 5000	0.10191	0.10272	0.10354	0.10437	0.10520	0.10604	0.10688	0.10773	0.10859	0.10946	0.11033	0.11121	0.11210	0.11299
5001 - 1500	0.12183	0.12280	0.12378	0.12477	0.12576	0.12676	0.12777	0.12879	0.12982	0.13085	0.13190	0.13295	0.13401	0.13507
15001 - 350	0.13446	0.13553	0.13661	0.13770	0.13880	0.13990	0.14102	0.14214	0.14328	0.14442	0.14557	0.14673	0.14790	0.14907
ADICIONA	0.14990	0.15099	0.15169	0.15290	0.15412	0.15535	0.15658	0.15783	0.15909	0.16036	0.16164	0.16292	0.16422	0.16552

CARGO POR MANTENIMIENTO

TARIFA	1-13 DIAS	14-31 DIAS	PRIMOS	SEGUNDO	TERCEROS	CUARTOS	QUINTOS	SEXTOS	SEPTIMOS	ACTIVOS	OCIOSOS	PREVOS	RETRAS
DOMESTICAS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
0 - 25	4.10	4.13	4.17	4.20	5.08	5.12	5.16	5.20	5.24	5.28	5.33	5.37	5.41
26 - 50	4.78	4.82	4.86	4.90	5.92	5.97	6.02	6.06	6.11	6.16	6.21	6.26	6.31
51 - 75	5.48	5.52	5.57	5.61	6.79	6.84	6.90	6.95	7.01	7.06	7.12	7.18	7.23
76 - 100	5.48	5.52	5.57	5.61	6.79	6.84	6.90	6.95	7.01	7.06	7.12	7.18	7.23
101 - 200	6.84	6.89	6.95	7.00	8.47	8.54	8.61	8.68	8.75	8.82	8.89	8.96	9.03
MAS DE 200	10.54	10.62	10.71	10.79	13.06	13.16	13.27	13.37	13.48	13.58	13.69	13.80	13.91
2	6.38	6.43	6.48	6.53	7.91	7.98	8.04	8.10	8.17	8.23	8.30	8.37	8.43
3	10.63	10.71	10.80	10.89	13.16	13.26	13.37	13.47	13.58	13.69	13.80	13.91	14.02
5 Y 5A	10.63	10.71	10.80	10.89	13.16	13.26	13.37	13.47	13.58	13.69	13.80	13.91	14.02
6													
7	10.63	10.71	10.80	10.89	13.16	13.26	13.37	13.47	13.58	13.69	13.80	13.91	14.02
9	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
OM	10.50	10.50	10.50	10.50	12.60	12.70	12.80	12.90	13.01	13.11	13.21	13.32	13.43
HORARIAS	10.50	10.50	10.50	10.50	12.60	12.70	12.80	12.90	13.01	13.11	13.21	13.32	13.43

B) COMPONENTES Y CONTROLES DE BANCOS DE CAPACITORES AUTOMÁTICOS

1. Regulador de VAR'S:

Cuenta con las siguientes funciones de operación:

- a. Determinación del F.P. de la instalación eléctrica, indicando si este es inductivo o capacitivo.
- b. Ajuste del F.P. al valor deseado.
- c. Corrección del F.P. del sistema al ajustado en el regulador, por medio del calculo del defasamiento existente entre tensión y corriente.
- d. El signo $| = |$ significa que el transformador de intensidad está mal instalado (fase no correcta entre tensión e intensidad o circuito de intensidad invertido).
- e. La flecha o punto luminoso dependiendo del cerebro 6b ó 12 indica si el F.P. que está leyendo es inductivo o es capacitivo. La tecla C indica los pasos que se encuentran enclavados. Por medio de la tecla + -) | - se pueden accionar los contactores, por medio de - - | X | - se desconectan los mismos.
- f. Despliegue instantáneo de los parámetros de la red. Esto permite tener una idea clara del comportamiento del sistema en cualquier momento deseado.
- g. Tiempo de conexión y desconexión entre pasos es variable.
- h. Ajuste del coeficiente de sensibilidad C/K, tomando en cuenta la relación del TC y el número de pasos del banco.

2. Selectores Iluminados:

Los selectores presentan una versatilidad, el banco puede trabajar automáticamente o manualmente, indicándonos el paso que se encuentra en operación.

3. Capacitores:

4. Fusibles:

El propósito de estos fusibles es dar una protección adicional.

5. Contactores:

La operación de estos contactores es controlada automáticamente por el regulador de VAR'S o manualmente, con el propósito de lograr la conmutación requerida. Estos contactores se seleccionan de tal forma que tengan la capacidad de operar con cargas capacitivas puras.

6. Transformador de Corriente:

La selección del T.C. es de acuerdo a la capacidad del Interruptor general o a la corriente del sistema. El propósito de este T.C. es que nos envíe la corriente (señal) al regulador de VAR'S, para que éste, compare y mande otra señal de salida a los contactores para meter o sacar potencia reactiva del sistema de acuerdo al F.P. ajustado.

7. Seleccionador General:

El propósito de este seleccionador, es el de separar eléctricamente el banco, del resto del sistema.

CONTROLES AUTOMÁTICOS:

Controles de voltaje.-

Son los controles de uso más común en la operación en el banco de capacitores automáticos.

El elemento sensible consiste en un voltímetro capaz de abrir y cerrar los elementos que inician la operación del desconectador de bancos.

Controles de corriente.-

Se usan principalmente en líneas reguladas, en las zonas donde los controles de voltaje no operarían satisfactoriamente.

El transformador de corriente (T.C.) que alimenta al elemento sensible de estos controles (un amperímetro) se instala entre los capacitores y la carga, de forma que en cualquier momento, el control reciba la señal de corriente total que está demandando la carga, entrando los capacitores en operación en los períodos de máxima carga.

El T.C. envía la señal de corriente al regulador de VAR'S para que este, compare y mande otra señal de salida a los contactores para meter o sacar Potencia Reactiva (P.R.) del sistema de acuerdo al F.P. ajustado.

Control de kilovars.-

Sirven para limitar a un valor tan pequeño como sea conveniente el suministro de Potencia Reactiva (P.R.) de los generadores, reduciendo al máximo las pérdidas eléctricas y las caídas de voltaje en las líneas, o relevando la máxima capacidad de generación y transmisión del sistema posible.

El elemento posible de estos controles es un medidor de Potencia Reactiva (P.R.) que puede originar la conexión de los capacitores cuando la P.R. proporcionada por los generadores a las líneas sube de un cierto límite prefijado.

Control de secciones o pasos capacitivos.-

Se usan para el control de bancos de capacitores divididos en pasos o en secciones desconectables. En baja tensión, suele tratarse de bancos de capacitores destinados a mantener el F.P. de una instalación industrial próxima a la unidad.

El elemento sensible de estos controles suele ser un voltímetro, un amperímetro o un medidor de Potencia Reactiva (P.R.).

El control automático sensible a voltaje puede accionar un cierto número de secciones o pasos capacitivos, operadas por contactores o desconectores individuales.

Controles de tiempo o Temporizadores (Timers).-

Se utilizan en líneas cuyas necesidades de Potencia Reactiva (P.R.) se presentan como una función bien establecida de las horas del día.

C) EJEMPLO DE CORRECCIÓN DE BAJO F.P.

CORRECCIÓN DEL BAJO FACTOR DE POTENCIA.-

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

Ejemplo:

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

Facturación mensual por demanda (350 KW). = N\$ 5,050.00

Facturación mensual por energía (176,400 KWh). = N\$ 46,894.50

Total : = N\$ 51,944.50

Cargo por bajo factor de potencia : N\$ 51 944.50 x 1.3077

Facturación Total = N\$ 67,927.42

Para instalar los condensadores estáticos para corregir el factor de potencia a 0.85, la gráfica adjunta muestra que son necesarios 0.55 KVAR por cada KW de demanda. Supuesto un precio unitario de los condensadores de 500 N\$/KVAR, la inversión necesaria sería de:

Costo de los condensadores = 350 KW x 0.55 KVAR/KW x 500 N\$/KVAR
= N\$ 96,250

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

Facturación mensual = N\$ 51,944.50

Ahorro anual = N\$ (67,927.42 - 51,944.50) mes x 12 meses
= N\$ 191,795 por año.

Explicación breve :

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

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

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

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

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

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

$$F.P. = \text{Potencia útil} / \text{Potencia aparente}$$

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

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

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

$$\text{Facturación penalizada} : \text{ Facturación original} \times (0.85 / \text{factor de potencia}).$$

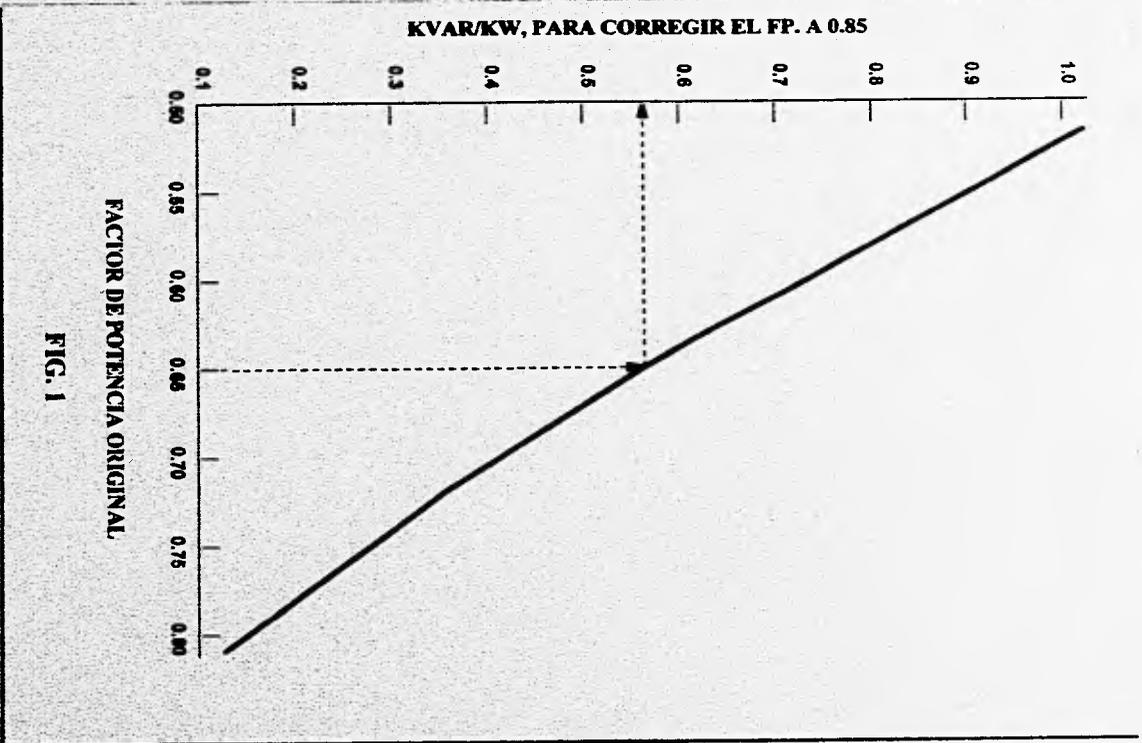
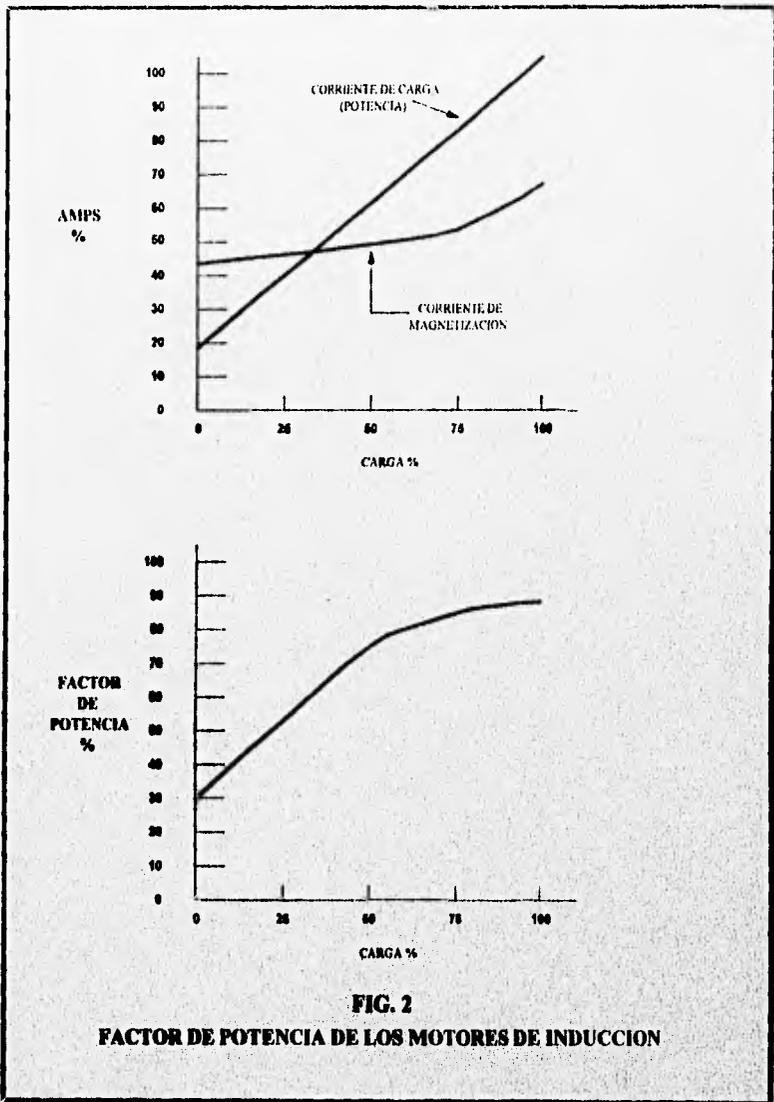


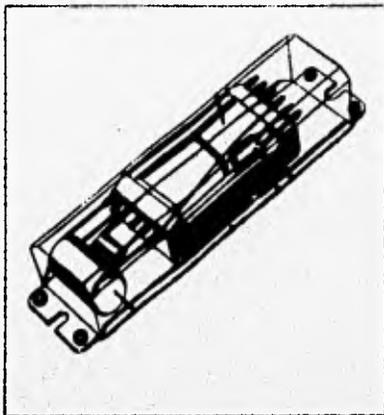
FIG. 1



D) CATÁLOGOS

Philips Iluminación

Balastros ahorradores de energía MARK III
para lámparas fluorescentes.



DEFINICIÓN

Nuevos balastros ahorradores de energía MARK III, de Advance Transformer Co., para lámparas fluorescentes de 40W o 34W arrancan rápido o para lámparas de 70W o 60W atornilla. Operan silenciosamente tanto con lámparas normales como con lámparas ahorradoras de energía ECON-O-WATT.

DESCRIPCIÓN

Los balastros ahorradores de energía MARK III tienen las mismas dimensiones que los balastros disponibles en el mercado y sus conexiones eléctricas son las mismas, lo que los hace directamente intercambiables, y además presentan las siguientes ventajas:

- * No disminuyen el flujo luminoso.
- * Son más versátiles.
- * Consumen menos energía.
- * Tienen una menor temperatura de operación.
- * Tienen una mayor vida.
- * Tienen menores costos de operación.

APLICACIONES

Los nuevos balastros MARK III de Advance ofrecen un gran ahorro en el consumo de energía (hasta un 30%) cuando sustituyen a los balastros normales para dos lámparas, y son la mejor opción en la modernización, ampliación, o nuevas construcciones de iluminación. Sus aplicaciones se extienden a cualquier instalación actual de lámparas fluorescentes donde se requiere ahorrar energía sin disminuir los niveles de iluminación, tales como: Tiendas, hoteles, oficinas, escuelas, hospitales, etc...

La mejor solución para ahorrar energía en los sistemas de iluminación fluorescente es instalar los balastros MARK III en combinación con lámparas ahorradoras de energía ECON-O-WATT.

Philips Lighting



PHILIPS

MEXICO
 Norte 45, núm. 1419
 Plaza Ind. Vallejo
 Deleg. Azcapotzalco
 02300, México, D.F.
 Tel. 729 42 00 y 729 48 00
 Fax. 729 48 64 y 729 48 78

GUADALAJARA
 Av. Mariano Otero núm. 879
 Cal. Jardines de la Victoria
 Sector Juárez
 44540, Guadalajara Jal.
 Tel. 811 84 61 y 811 84 85
 Fax. (913) 811 84 14

MONTENREY
 Calle Degollado 812-B
 Col. Obispos
 64010, Monterrey N.L.
 Tel. 348 24 04 y 331 24 21
 Fax. (818) 333 77 87

MÉRIDA
 Calle 41-A núm. 210
 Circuito Cukulmas
 Potesillas de Tulum
 97070, Mérida, Yuc.
 Tel. 25 83 42 y 25 83 64
 Fax. (91 99) 25 83 64

**CENTRO DE ATENCIÓN AL
 CONSUMIDOR**
 362 77 88

Balastos Ahorradores de Energía MARK III para Lámparas Fluorescentes.

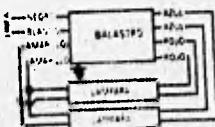
DATOS ELÉCTRICOS Y TÉCNICOS.

(sujetos a cambios sin previo aviso)

Clave	Número de Catálogo	Tipo de Lámpara		Voltaje Circuito	Factor de Potencia	Nivel de ruido	Potencia de Línea (watts)	Corriente de Línea (amps.)	Piezas por caja	Peso por caja (kg)
		Descripción	Potencia (watts)							
10821	R-2S40-TP	F40T12/RS	40	127	ALTO	A	86	0.73	10	18
		F40T12/RS/NEW-II	34				72	0.63		
10830	R-2E75-S-TP	F96T12/RS	75	127	ALTO	C	153	1.36	6	18
		F96T12/RS/NEW-II	60				125	1.20		

DIAGRAMAS DE CONEXIONES:

R-2S40-TP



R-2E75-S-TP

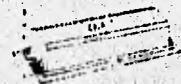


DIMENSIONES:

R-2E75-S-TP



R-2S40-TP



Designación	Long. (L)	Ancho (A)	Alt. (H)	Montaje (M)
R 8	276	78	49	253
1 2	241	60	38	224

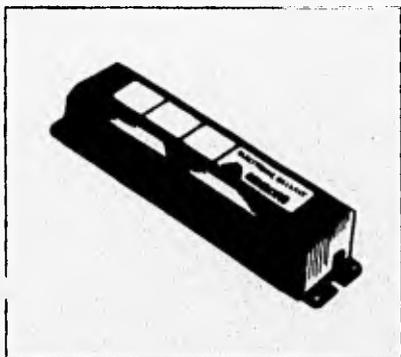
Philips Lighting



PHILIPS

Philips Iluminación

MARK V



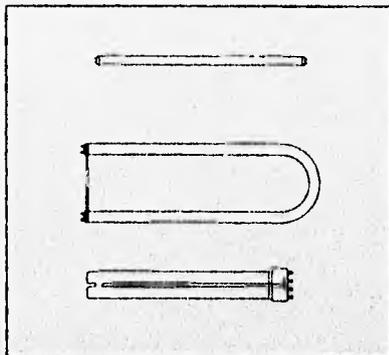
DEFINICION

El balastro electrónico ahorrador de energía MARK V de Advance Transformer Co., funciona con un circuito electrónico exclusivo que le permite operar un rango muy amplio de lámparas fluorescentes con una eficiencia mucho mayor a la de los balastros magnéticos convencionales.

DESCRIPCION

El diseño del MARK V incorpora un circuito integrado que mantiene el nivel de iluminación constante operando lámparas fluorescentes en un rango de 90 V a 145 V (⊕ 127 V) y 200 V a 320 V (⊕ 220 V). El balastro MARK V opera 30°C más frío y pesa la mitad que los balastros electromagnéticos.

Balastros electrónicos ahorradores de energía para lámparas fluorescentes de arranque rápido.



AHORRO DE ENERGIA

El balastro MARK V está diseñado para producir la misma cantidad de luz que se obtiene de una lámpara fluorescente operando en un balastro electromagnético convencional pero con un consumo significativamente menor de energía. Por ejemplo, cuando opera a dos lámparas fluorescentes de 34W, el sistema consume únicamente 60W de entrada. Esto representa un ahorro de energía del 37% sobre un sistema convencional.

Otras ventajas:

- Operación más silenciosa
- Protección contra corto circuito y sobrecalentamiento
- Factor de potencia mayor al 90%

Philips Lighting



PHILIPS

MEXICO
 Norte 45, Num. 668
 Fracc. Ind. Vallejo
 Deleg. Arcahuetuco
 02300, México, D.F.
 Tels. (5) 728-42 00, 728-48 00
 Fax: (5) 728-48 40

MEXICO
 Av. Mariano Otero Num. 879
 Col. Jardines de la Victoria
 Sector Juárez
 04549, Guadalajara, Jal.
 Tels. 811 84 81 y 811 84 85
 Fax: (81 3) 811 84 14

MEXICO
 Calle Degollates 812 B
 Col. Obispos
 64010, Monterrey, N.L.
 Tels. 348 24 04 y 333 24 21
 Fax: (81 8) 333 77 87

MEXICO
 Calle 11 A Num. 310
 Circuito Colón de
 Pedregales de Tulum
 97070, Mérida, Yuc.
 Tels. 25 83 42 y 25 83 64
 Fax: (81 92) 25 83 64

LEER EL ATENCIÓN AL
 CONSUMIDOR
 364 77 88

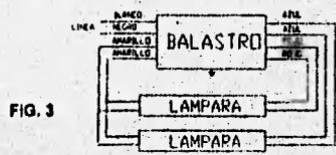
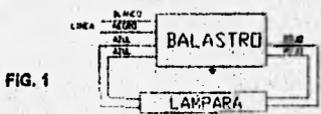
MARK V

Balastos electrónicos ahorradores de energía para lámparas fluorescentes de arranque rápido.

DATOS ELECTRICOS Y TECNICOS

Clevo	Número de Catálogo	Lámpara	Descripción	Potencia de Línea (W)	Corriente de Línea (mA)	Factor de Potencia	Distorsión Armónica	Diagrama de Conexión	Piezas por caja	Peso por caja (Kg)
10152	RJC-132-TP	F32T8	1x32 127 V	31	0.27	ALTO	< 10%	Fig. 1	10	7
		PL-L 40	1x40 127 V	37	0.31			Fig. 2		
10158	RJC-140-TP	F30T12	1x30 127 V	32	0.27			Fig. 1		
		F32T8	1x32 127 V	40	0.36			Fig. 2		
		PL-L 36	1x36 127 V	37	0.31			Fig. 1		
		F40T12/EW	1x34 127 V	31	0.28			Fig. 1		
		F40T12	1x40 127 V	36	0.30			Fig. 3		
10150	RJC-2832-TP	F32T8	2x32 127 V	81	0.52			Fig. 4		
		PL-L 40	2x40 127 V	72	0.62			Fig. 3		
10832	RJC-3844-TP	F30T12	2x30 127 V	82	0.52			Fig. 4		
		F32T8	2x32 127 V	78	0.67			Fig. 3		
		PL-L 36	2x36 127 V	72	0.61			Fig. 4		
		F40T12/EW	2x34 127 V	80	0.61	Fig. 3				
		F40T12	2x40 127 V	72	0.61	Fig. 3				

DIAGRAMA DE CONEXIONES

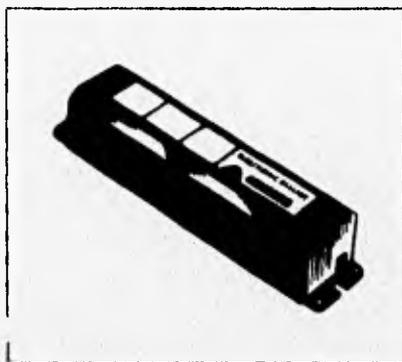


PHILIPS

Philips Iluminación

MARK VII

Balastos electrónicos ahorradores de energía para lámparas fluorescentes de arranque rápido.

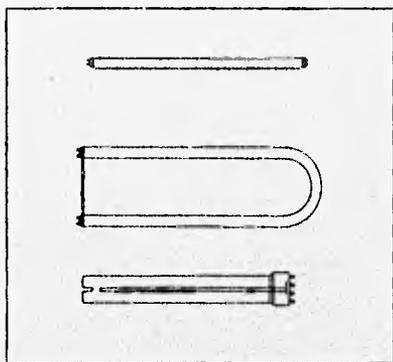


DEFINICION

El balastro electrónico ahorrador de energía MARK VII de Advance Transformer Co., funciona con un circuito electrónico controlable exclusivo que le permite operar un rango muy amplio de lámparas fluorescentes con una eficiencia mucho mayor a la de los balastos magnéticos convencionales.

DESCRIPCION

El diseño del MARK VII incorpora un circuito integrado que además de ofrecer las mismas ventajas del MARK V, le permite atenuar el nivel de luz proporcionado por las lámparas.



CONTROL DE LUZ

El balastro MARK VII está equipado con un circuito electrónico complementario que regula la salida de luz entre un 20% y 100% respondiendo a señales remotas provenientes de un dimmer manual, sensor de luz ambiental y sensor de presencia.

AHORRO DE ENERGIA

El balastro MARK VII está diseñado para producir la misma cantidad de luz que se obtiene de una lámpara fluorescente operando en un balastro electromagnético pero con un consumo significativamente menor de energía. Por ejemplo, cuando opera a dos lámparas fluorescentes de 34W (al 100% de luz), el sistema consume 60W únicamente. Esto representa un 37% de ahorro de energía sobre un sistema convencional.

Philips Lighting



PHILIPS

MEXICO
 Norte 45, núm. 604
 Frasco Ind. Yaitego
 Deleg. Azcapotzalco
 02300, México, D.F.
 Tels: (5) 729 42 00, 729 48 00
 Fax: (5) 729 48 44

GUADALAJARA
 Av. Mariano Otero núm. 878
 Col. Jardines de la Victoria
 Sector Juárez
 44540, Guadalajara, Jal.
 Tels. (611) 64 61 y 611 64 65
 Fax: (611) 611 64 16

MONTERREY
 Calle Degollada 812 B
 Col. Obispopado
 64010, Monterrey, N.L.
 Tels. 348 24 04 y 333 24 21
 Fax: (81 8) 333 77 87

MÉRIDA
 Calle 61 A núm. 310
 Crta. C. C. Colinas
 Pedregales de Tanúm
 97070, Mérida, Yuc.
 Tels. 25 83 43 y 25 83 64
 Fax: (91 99) 25 83 64

CENTRO DE ATENCIÓN AL
 CONSUMIDOR
 368 77 68

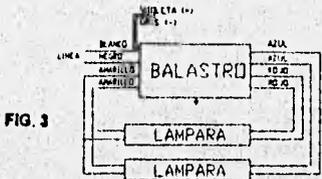
MARK VII

Balastos electrónicos ahorradores de energía para lámparas fluorescentes de arranque rápido.

DATOS ELECTRICOS Y TECNICOS

Clave	Número de Código	Lámpara	Descripción	Potencia de Lámpara (W)	Corriente de Lámpara (mA)	Factor de Potencia	Distorsión Armónica	Diagrama de Conexión	Piezas por caja	Peso por caja (Kg)
19764	RDC-144-TP	F30T12	1x30 127 V	32	0.27	ALTO	< 10%	Fig. 1	10	7
		F32T8	1x32 127 V	40	0.36					
		PL-L 38	1x38 127 V	37	0.31					
		F40T12/EW	1x34 127 V	31	0.26					
		F40T12	1x40 127 V	38	0.30					
19151	RDC-1833-TP	F32T8	2x32 127 V	61	0.52	Fig. 3				
F30T12	2x30 127 V	62	0.52							
F32T8	2x32 127 V	78	0.67							
19800	RDC-1846-TP	PL-L 38	2x38 127 V	72	0.61			Fig. 4		
		F40T12/EW	2x34 127 V	60	0.51					
		F40T12	2x40 127 V	72	0.61					

DIAGRAMA DE CONEXIONES



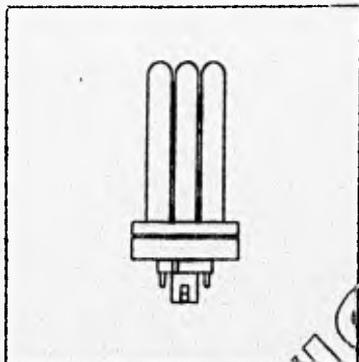
Philips Lighting



PHILIPS

Philips Iluminación

PL-T. Una nueva lámpara en la familia de fluorescentes compactas



DESCRIPCIÓN

Una nueva adición a la familia de lámparas fluorescentes ha llegado: la PL-T, cuyo base y rango de aplicaciones son compatibles con la PL-C.

Los beneficios especiales de esta última innovación de Philips son apreciados inmediatamente. La PL-T combina su tamaño pequeño con un alto nivel de rendimiento, permitiendo la creación de luminarios más compactos.

El nuevo estilo de la lámpara ofrece posibilidades de diseño interesantes.

Comparada con la PL-C, la PL-T es más corta, ancha y tiene una apariencia asimétrica.

* La PL-T está disponible en colores de luz /82 (2700°K), /83 (3000°K) y /84 (4000°K), con un CRI >80 y una vida promedio de 8000hrs.

* La nueva PL-T 32W/4 pines está específicamente diseñada para ser usada con el balastro electrónico adecuado.

APLICACIONES

Resumiendo las cualidades y beneficios sobresalientes de la lámpara fluorescente compacta Philips PL-T:

- * El tamaño, la forma compacta de la lámpara permite soluciones de fácil diseño para luminarios
- * La PL-T es altamente adecuada para aplicaciones profesionales debido a su salida de flujo luminoso
- * Es un sistema de mayor eficiencia luminosa, por lo que ahora los luminarios pueden ser equipados con menor número de lámparas, manteniéndose la misma eficiencia
- * La lámpara al ser más pequeña y compacta, permite una mayor eficiencia óptica de los luminarios.
- * La PL-T tiene una alta salida de flujo luminoso en un rango de temperatura mayor; > 90% del flujo luminoso entre -5°C y 55°C, y es por lo tanto adecuada para uso en exteriores como en interiores de ambientes muy cálidos

Philips Lighting



PHILIPS

MEXICO
 Norte 18, Num. 080
 Fracc. Ind. Vallejo
 Deleg. Azcapotzalco
 02500, México, D.F.
 Tels. (01 21 11) y 200 00 44
 Fax. 200 00 56

GUADALAJARA
 Av. Mariano Otero Num. 878
 Col. Jardines de la Victoria
 Sector Aduela
 44160, Guadalajara, Jal.
 Tels. (01 66 81) y 611 84 84
 Fax. (01 66) 611 84 18

MONTREY
 Calle Tepalcates 812-B
 Col. Obispopalco
 66119, Monterrey, N.L.
 Tels. 346 26 04 y 355 24 21
 Fax. (01 81) 268 77 87

QUERETARO
 Calle 41-A Num. 310
 Centro de Ciencias
 Pedregal de San Juan
 76770, San Juan, Qro.
 Tels. (01 63 63) y 28 53 84
 Fax. (01 63) 28 53 84

CONGUAMUCAN
 268 77 84

Información técnica PL-7 2 pines

TIPO	FLUJO LUMIN. (LUMENES)	VOLTAJE (V) DE LAMPARA	CORRIENTE (mA)	T 90 °C	T 90+ °C
PL-T 18W	1200	100	220	-5	55
PL-T 26W	1800	105	325	-5	55

En comparación: Información técnica PL-C 2 pines

TIPO	FLUJO LUMIN. (LUMENES)	VOLTAJE (V) DE LAMPARA	CORRIENTE (mA)	T 90 °C	T 90+ °C
PL-C 18W	1200	98	225	10	40
PL-C 26W	1800	100	330	10	40

Información técnica (Operación en alta frecuencia) PL-7 4 pines

TIPO	FLUJO LUMIN. (LUMENES)	VOLTAJE (V) DE LAMPARA	CORRIENTE (mA)	T 90 °C	T 90+ °C
PL-T 18W	1200	88	200	-8	55
PL-T 26W	1800	78	320	-8	55
PL-T 32W	2400	100	320	-5	55

En comparación: Información técnica (Operación en alta frecuencia) PL-C 4 pines

TIPO	FLUJO LUMIN. (LUMENES)	VOLTAJE (V) DE LAMPARA	CORRIENTE (mA)	T 90 °C	T 90+ °C
PL-C 18W	1200	80	210	10	40
PL-C 26W	1800	80	300	10	40

Philips Lighting

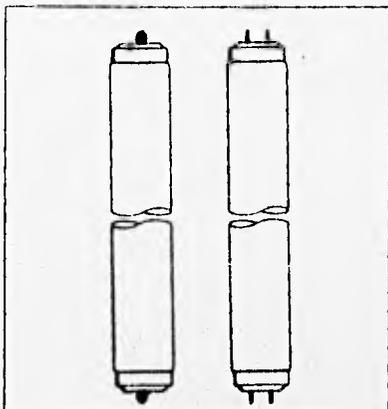


PHILIPS

Philips Iluminación

Lámparas fluorescentes ECON-O-WATT

34w Arranque rápido
30w y 80w Arranque instantáneo.



DEFINICIÓN

Las nuevas lámparas fluorescentes ECON-O-WATT de Philips tienen una eficiencia mayor a las lámparas normales debido a que consumen menor energía sin disminuir el flujo luminoso. En su rango se incluyen los nuevos colores Ultralume de mayor flujo luminoso, diferente temperatura de color y mayor índice de rendimiento de color.

DESCRIPCIÓN

Las lámparas ECON-O-WATT tienen las mismas dimensiones que las lámparas equivalentes normales, utilizan el mismo casquillo y se pueden colocar en los mismos balastros, pero debido a la inclusión de nuevos gases en su interior, consumen menos energía y mantienen el mismo flujo luminoso. Dentro de esta familia de lámparas se incluyen los nuevos colores Ultralume (consultar hoja de catálogo) que tienen mayor flujo luminoso (mayor eficiencia), mayor índice de rendimiento de color (85 Ra) y diferentes temperaturas de color.

APLICACIONES

Las lámparas ECON-O-WATT ofrecen un gran ahorro cuando sustituyen a las lámparas fluorescentes normales, y son la mejor opción en la modernización, ampliación o nuevas construcciones de iluminación. Sus aplicaciones se extienden a cualquier instalación actual de lámparas fluorescentes donde se requiera ahorrar energía sin disminuir los niveles de iluminación, tales como tiendas, hoteles, oficinas, centros comerciales, restaurantes, escuelas, hospitales, etc.

BALASTRO

Actualmente los balastros llamados de "baja energía" y "económicos" están sustituyendo a los utilizados en el pasado. Estos balastros no operan correctamente, y dañan, a las lámparas ECON-O-WATT, por lo que es necesario revisar las instalaciones antes de colocarlas. Para estas lámparas Philips Iluminación tiene disponibles los balastros de eficiencia normal (EM) y los nuevos balastros MARK III (consultar hoja de catálogo), con los cuales el ahorro con estas lámparas es hasta del 30% de energía.

Philips Lighting



PHILIPS

MEXICO
Norte 45, num. 080
Fracc. Ind. Vallejo
Desag. Azcapotzalco
07200, México, D.F.
Tels. 728 48 00 y 728 48 00
Fax. 728 48 00 y 728 48 00

GUADALAJARA
Av. Mariano Otero num. 679
Col. Jardines de la Victoria
Sector Juárez
44540, Guadalajara, Jal.
Tels. 811 84 61 y 811 84 65
Fax. (813) 811 84 14

MONTERREY
Calle Degollado 812 B
Col. Obispos
64010, Monterrey, N.L.
Tels. 348 24 04 y 333 24 21
Fax. (818) 333 77 87

MÉRIDA
Calle 41-A num. 310
Circuito Colón
Piedregales de Tancum
97070, Mérida, Yuc.
Tels. 26 63 62 y 26 63 64
Fax. (81) 891 28 83 64

CENTRO DE ATENCIÓN AL
CONSUMIDOR
368 77 86

Lámparas Fluorescentes ECON-O-WATT

34w Arranque Rápido.

30w y 60w Arranque Instantáneo.

DATOS ELÉCTRICOS Y TÉCNICOS.

(sujeto a cambios sin previo aviso)

Clase	Código	Potencia Lámpara (watts)	Color	Temperatura de Color (Kelvin)	Ind. Rend. de Color (CRI)	Arranque	Longitud (mm) (1)	Lúmenes Inicial (2)	Vida Prom. (hrs) (3)	Piezas por caja
04288	F40/LW/RS/EW-II	34	B. Ligero	4100	61	Rápido	1220	2925	20000	30
	F40/CW/RS/EW-II	34	B. Frío	4100	67	Rápido	1220	2775	20000	30
	F40/D/RS/EW-II	34	Luz de Día	6500	79	Rápido	1220	2350	20000	30
04286	F40/S0/RS/EW-II	34	Super LDD	5000	69	Rápido	1220	2550	20000	30
	F40/S30/RS/EW-II	34	ULTRA 30U	3000	85	Rápido	1220	2925	20000	30
	F40/S35/RS/EW-II	34	ULTRA 35U	3500	85	Rápido	1220	2925	20000	30
	F40/41/RS/EW-II	34	ULTRA 41U	4100	85	Rápido	1220	2925	20000	30
	F40/S50/RS/EW-II	34	ULTRA 50U	5000	85	Rápido	1220	2925	20000	30
	F40/S50/RS/EW-II	34	ULTRA 50U	5000	85	Rápido	1220	2925	20000	30
04242	F48T12/LW/EW	30	B. Ligero	4100	51	Instantáneo	1220	2500	9000	30
	F48T12/CW/EW	30	B. Frío	4100	67	Instantáneo	1220	2675	9000	30
	F48T12/SD/EW	30	Super LDD	5000	69	Instantáneo	1220	2330	9000	30
04236	F96T12/LW/EW	60	B. Ligero	4100	51	Instantáneo	2440	6000	12000	15
	F96T12/CW/EW	60	B. Frío	4100	67	Instantáneo	2440	5800	12000	15
	F96T12/D/EW	60	Luz de Día	6500	79	Instantáneo	2440	4840	12000	15
04243	F96T12/SD/EW	60	Super LDD	5000	69	Instantáneo	2440	5220	12000	24
04254	F96T12/30U/EW	60	ULTRA 30U	3000	85	Instantáneo	2440	5860	12000	15
	F96T12/35U/EW	60	ULTRA 35U	3500	85	Instantáneo	2440	5860	12000	15
04324	F96T12/41U/EW	60	ULTRA 41U	4100	85	Instantáneo	2440	5860	12000	15
	F96T12/50U/EW	60	ULTRA 50U	5000	85	Instantáneo	2440	5860	12000	15

Bulbo	T38(T12)	Voltaje de Lámpara (volts)	
Casquillo		34w	84
34w	G13	30w	77
60w	Fa8	60w	15
		Corriente de Lámpara (amperes)	
Nota: (1) Incluyendo portalámparas.		34w	0.450
(2) Flujo lum. después de 100 hrs. de encendido.		30w	0.435
(3) Apagado y encendido cada 3 hrs.		60w	0.440

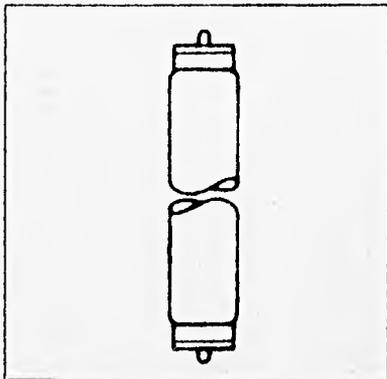
Philips Lighting



PHILIPS

Philips Iluminación

Lámparas Fluorescentes de Arranque Instantáneo



DEFINICIÓN

Las lámparas fluorescentes de arranque instantáneo o símilne están diseñadas para encender inmediatamente al cerrarse el circuito.

DESCRIPCIÓN

- Están formadas por un tubo tubular con electrodos en sus extremos conectados a las bases tipo F8 de 1 pin.
- Funcionan con un balastro que proporciona un elevado voltaje entre los electrodos lográndose establecer la descarga eléctrica entre ambos sin necesidad de que estén previamente calentados. Dicha descarga se realiza en un ambiente de mercurio a baja presión que genera energía ultravioleta que es convertida a luz visible por efecto de los polvos fluorescentes que recubren internamente al tubo de vidrio.
- Debido a su principio de funcionamiento, la generación de luz se realiza en forma muy eficiente, con poca generación de calor.
- Con una mezcla adecuada de polvos fluorescentes se consigue producir luz de casi cualquier temperatura de color que se desee, con un elevado rendimiento de color.



- Con la base de un pin se facilita el montaje y conexión en los luminarios, y se asegura un firme soporte. También actúa como un interruptor que desconecta el circuito del balastro cuando la lámpara se quita del luminario, evitándose así riesgos de descargas eléctricas.

APLICACIONES

- El sistema fluorescente de arranque instantáneo símilne es recomendable para la iluminación de lugares en donde se requieren largos períodos de encendido, sin que las lámparas se prendan y apaguen frecuentemente.
- Se encuentran disponibles en varias potencias, dimensiones, temperaturas de color y rendimientos de color, por lo que su uso es muy generalizado en oficinas, comercios y en la industria, para una iluminación general directa o indirecta, montadas en luminarios de techo o canaletas.
- Son de uso común en:

Oficinas
Fábricas
Escuelas
Hospitales

Comercios
Pasajes
Estacionamientos
Bodegas, etc.

Philips Lighting



PHILIPS

MEXICO
Monte 45, núm. 889
Prest. Ind. Vallejo
Distto. Azcapotzalco
02200, México, D.F.
Tels. 728 48 00 y 728 48 00
Fax: 728 48 04 y 728 48 78

GUADALAJARA
Av. Mariano Otero núm. 879
Col. Jardines de la Victoria
Sector Juárez
44540, Guadalajara, Jal.
Tels. 811 84 81 y 811 84 85
Fax: (813) 811 84 14

MONTERREY
Calle Degollado 812 B
Col. Obisepado
64010, Monterrey, N.L.
Tels. 348 24 04 y 333 24 21
Fax: (818) 333 77 87

MÉRIDA
Calle 41 A núm. 310
Circuito Colónes
Programes de Tulum
97070, Mérida, Yuc.
Tels. 26 88 42 y 26 83 84
Fax: (81) 89 26 83 84

CENTRO DE ATENCIÓN AL
CONSUMIDOR
368 77 88

Lámparas Fluorescentes de Arranque Instantáneo Slimline.

DATOS ELÉCTRICOS Y TÉCNICOS.

(sujeto a cambios sin previo aviso)

Clave	Potencia Lámpara (watt)	Fujo luminoso (lm)	Eficiencia (lm / watt)	Acabado	Bulbo	Long. enár. (mm)	Casquillo	Vida útil (hrs)	Piezas por caja	
04287	81	1180	88	Bianco Frío	T-12	810	Fa8	7800	30	
08013	21	880	47	Luz de Día	T-12	810	Fa8	7800	80	
37044	39	3000	77	Bianco Frío	T-18	1320	Fa8	9000	30	
38841	39	2500	64	Luz de Día	T-18	1320	Fa8	9000	30	
04202	Econ-o-watt	30	2400	80	Bianco Frío	T-12	1220	Fa8	8000	30
37188	55	3400	69	Luz de Día	T-18	1830	Fa8	12000	18	
37748	75	8100	81	Bianco Frío	T-12	2440	Fa8	12000	18	
37880	75	6200	88	Luz de Día	T-12	2440	Fa8	12000	18	
04287	Ultralume	75	8800	88	Ultralume 30	T-12	2440	Fa8	12000	18
04288	Ultralume	75	8800	88	Ultralume 41	T-12	2440	Fa8	12000	18
-	Ultralume	75	8500	87	Ultralume 50	T-12	2440	Fa8	12000	18
04289	Econ-o-watt	80	8800	90	Bianco Ligero	T-12	2440	Fa8	12000	18
04880	Econ-o-watt	80	8400	90	Bianco Frío	T-12	2440	Fa8	12000	18
04801	Econ-o-watt	80	4480	81	Luz de Día	T-12	2440	Fa8	12000	18
04284	Econ / Ultra.	80	8800	88	Ultralume 30	T-12	2440	Fa8	12000	18
04284	Econ. / Ultra.	80	8800	88	Ultralume 41	T-12	2440	Fa8	12000	18
-	Econ. / Ultra.	80	8880	88	Ultralume 50	T-12	2440	Fa8	12000	18

Acabado	Designación	Sensación Ambiental	Emisión de Luz (%) *	Temperatura de Color (Kelvin)	Índice de rendimier. de Color	Índice de Preferencia de Color
Bianco Frío	BF	Frío -	100	4190	87	88
Luz de Día	LDD	Frío +	83	6800	79	72
Bianco Ligero	BL	Frío -	103	4100	81	40
Bianco Cálido	BC	Cálida	102	3000	83	37
Ultralume 30	30u	Cálida	105	3900	85	190
Ultralume 41	41u	Frío -	105	4190	85	190
Ultralume 50	50u	Frío -	105	6000	85	100

* Tomando como referencia el fujo luminoso de las lámparas Blanco Frío.

Tipo	Intensidad de Corriente (amp)	Voltaje de Operación (volt)	Voltaje de Arranque (volt)
39w T12 1820m	0.425	100	385
69w T12 1830m	0.425	148	478
79w T12 2440m	0.428	187	586
89w T12 8W	0.440	183	586

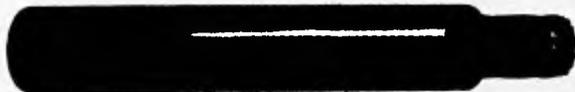
Philips Lighting



PHILIPS



ALAMBRE TW



CABLE TW

Los conductores eléctricos tipo TW, están formados por un conductor de cobre suave que puede ser alambre sólido o bien un cable en cableado concéntrico clase B, sobre el cual se extruye el compuesto termoplástico a base de policloruro de vinilo (PVC).

Todos los conductores eléctricos tipo TW son ofrecidos en una variada gama de colores para los distintos calibres, según aparece en la tabla adjunta.

ALAMBRE		CABLE	
CALIBRE AWG	COLORES	CALIBRE AWG	COLORES
8 y 20	Negro, Blanco, Rojo	1/0 a 4/0; 2 a 4	Negro
10 y 16	Negro, Blanco, Rojo, Azul, Verde	6 y 8	Negro, Blanco, Rojo
12 y 14	Negro, Blanco, Rojo, Azul, Verde, Amarillo	10 a 14	Negro, Blanco, Rojo, Azul, Verde, Amarillo, Naranja
18	Negro, Blanco, Rojo, Azul	16 a 20	Negro, Blanco, Rojo, Azul

*NOTA: Se pueden fabricar en otros colores a solicitud del cliente.

Los alambres y cables tipo TW en calibres del 10 al 20 AWG se ofrecen con propiedades ANTIFRICCIÓN. Estos conductores, además de las características ya mencionadas, presentan ventajas en la instalación ya que su bajo coeficiente de fricción minimiza el esfuerzo de jalado al instalarse en ductos, impiden la formación de hongos en su superficie y evitan la adherencia entre si y con el ducto facilitando la ampliación de circuitos ya instalados.

**ALAMBRE TIPO TW 600 VOLTS
60°C AISLAMIENTO: PVC**

CALIBRE AWG O MCM	ESPESOR NOMINAL DE AISLAMIENTO		DIAMETRO TOTAL APROXIMADO		PESO TOTAL APROX. KG/100 M.
	MM.	PULG.	MM.	PULG.	
20	0.635	0.025	2.0	0.08	0.9
18	0.635	0.025	2.3	0.09	1.2
16	0.635	0.025	2.5	0.10	1.7
14	0.787	0.031	3.3	0.13	2.7
12	0.787	0.031	3.6	0.14	3.9
10	0.787	0.031	4.1	0.16	5.8
8	1.194	0.047	5.6	0.22	9.8
6	1.575	0.062	7.4	0.29	15.7
4	1.575	0.062	8.4	0.33	23.4

**CABLE TIPO TW 600 VOLTS
60°C AISLAMIENTO: PVC**

CALIBRE AWG O MCM	NUM. DE HILOS	ESPESOR NOMINAL DE AISLAMIENTO		DIAMETRO TOTAL APROXIMADO		PESO TOTAL APROX. KG/100 M.
		MM.	PULG.	MM.	PULG.	
20	7	0.635	0.025	2.3	0.09	0.9
18	7	0.635	0.025	2.5	0.10	1.3
16	7	0.635	0.025	2.8	0.11	1.8
14	7	0.787	0.031	3.6	0.14	2.9
12	7	0.787	0.031	3.8	0.15	4.2
10	7	0.787	0.031	4.6	0.18	6.3
8	7	1.194	0.047	6.1	0.24	10.4
8	7	1.575	0.062	7.9	0.31	16.8
4	7	1.575	0.062	9.1	0.36	25.1
2	7	1.575	0.062	10.7	0.42	37.9
1/0	19	1.981	0.078	13.5	0.53	60.8
2/0	19	1.981	0.078	14.7	0.58	74.9
3/0	19	1.981	0.078	16.0	0.63	92.7
4/0	19	1.981	0.078	17.3	0.68	115.1
250	37	2.388	0.094	19.3	0.76	138.0
300	37	2.388	0.094	20.8	0.82	163.6
350	37	2.388	0.094	22.1	0.87	189.1
400	37	2.388	0.094	23.4	0.92	214.3
500	37	2.388	0.094	25.4	1.00	264.7
600	61	2.769	0.109	28.2	1.11	319.8
750	61	2.769	0.109	31.0	1.22	395.4
1000	61	2.769	0.109	34.8	1.37	520.4
1250	91	3.175	0.125	39.1	1.54	652.2
1500	91	3.175	0.125	42.2	1.66	776.9

**CAPACIDAD DE CORRIENTE
CABLE TIPO TW 60°C**

CAL. AWG O MCM	EN BANCO DE DUCTOS UN CONDUCTOR POR DUCTO						EN BANCO DE DUCTOS TRES CONDUCTORES POR DUCTO								EN EL AIRE FACTOR DE CARGA 30% A 100%		EN CON- DUIT, TRES CA- BLES	ENTERRADO DIRECTAMENTE			
	3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		1 DUCTO		3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		MONO- FA- SICO	TRI- FA- SICO		MONO- FASICO		TRIPLEX	
	FACTOR DE CARGA EN %						FACTOR DE CARGA EN %											FACTOR DE CARGA EN %			
	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100		75	100		
14														16	13	12					
12														21	17	16					
10														33	26	25					
8	67	63	62	57	59	54	53	51	48	45	43	38	40	35	55	39	36	95	86	79	73
6	87	82	80	73	77	69	70	67	63	58	56	49	52	46	73	52	50	122	110	103	94
4	114	107	104	95	99	89	92	88	82	75	72	63	67	58	96	69	65	159	143	133	121
2	149	140	135	123	129	115	122	116	108	98	93	82	87	75	128	92	87	205	183	171	156
1/0	196	183	177	160	168	149	162	153	141	128	121	106	113	97	171	124	119	265	236	224	202
2/0	224	209	202	181	191	169	185	175	161	145	138	119	127	109	198	143	135	302	268	254	229
3/0	257	239	230	206	217	192	212	200	184	165	156	135	144	123	229	165	160	345	305	289	261
4/0	295	274	263	235	248	218	245	230	211	188	178	153	164	139	266	190	184	391	344	327	296
250	326	301	289	257	272	239	271	253	232	206	196	167	180	152	295	212	210	426	375	362	323
300	368	340	324	287	304	266	305	284	258	230	216	184	198	168	339	231	235	477	418	403	359
350	397	365	350	310	328	287	329	307	279	248	233	199	214	181	366	261	254	515	451	435	388
400	437	400	382	336	367	310	380	333	301	266	250	213	229	192	411	278	281	562	489	470	419
500	488	447	427	376	399	347	402	372	337	297	280	238	256	215	460	321	314	628	547	525	468
600	549	499	476	417	443	383	447	412	370	325	304	257	277	233	531	346	351	691	599	578	509
750	614	558	532	466	496	428	500	461	414	363	340	287	310	260	594	404	392	772	670	646	569
1000	717	649	618	538	574	483	573	525	470	410	384	323	349	291	711	461	449	896	773	735	647
1250	803	724	688	587	637	546								809				989	852		
1500	876	788	747	647	691	591								898				1076	923		

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

10°C.	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.58	1.58	1.12	1.12
15°C.	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.50	1.50	1.06	1.06
20°C.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	1.41	1.00	1.00
25°C.	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	1.32	1.32	0.94	0.94
30°C.	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	1.22	1.22	0.87	0.87
35°C.	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	1.12	1.12	0.79	0.79
40°C.	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	1.00	1.00	0.71	0.71
50°C.	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.71	0.71	0.50	0.50



ALAMBRE VINICON



CABLE VINICON



CABLE TRIFASICO VINICON

Existe además el cable trifásico VINICON, el cual está formado por tres conductores de cobre suave en cableado concéntrico clase B, aislados individualmente con VINICON, identificación de fases por color, cinta reunidora y cubierta exterior de policloruro de vinilo color negro.

ALAMBRE		CABLE	
CALIBRE AWG	COLORES	CALIBRE AWG	COLORES
8	Negro	1000 MCM a 8 AWG	Negro
10, 12 y 14	Negro, Blanco, Rojo, Verde	10, 12 y 14	Negro, Blanco, Rojo, Verde

*NOTA: Se pueden fabricar en otros colores a solicitud del cliente.

Los cables VINICON tipo TWH en calibres del 10 al 14 AWG se ofrecen con propiedades ANTIFRICCIÓN. Estos conductores, además de las características ya mencionadas, presentan ventajas en la instalación ya que su bajo coeficiente de fricción minimiza el esfuerzo de jalado al instalarse en ductos, impiden la formación de hongos en su superficie y evitan la adherencia entre sí y con el ducto facilitando la ampliación de circuitos ya instalados.

**ALAMBRE VINICON, TIPO TWH 600 VOLTS
90/75°C AISLAMIENTO: PVC**

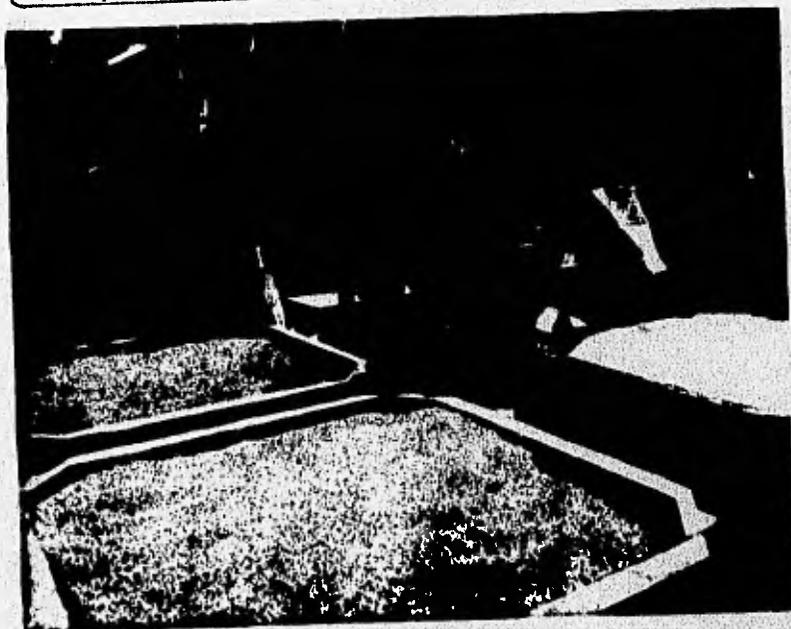
CALIBRE AWG O MCM	ESPESOR NOMINAL DE AISLAMIENTO		DIAMETRO TOTAL APROXIMADO		PESO TOTAL APROX. KG/100 M..
	MM.	PULG.	MM.	PULG.	
14	0.787	0.031	3.3	0.13	2.7
12	0.787	0.031	3.6	0.14	3.9
10	0.787	0.031	4.1	0.16	5.8
8	1.194	0.047	5.6	0.22	9.7
6	1.575	0.062	7.4	0.29	15.7

**CABLE VINICON, TIPO TWH 600 VOLTS
90/75°C AISLAMIENTO: PVC**

CALIBRE AWG O MCM	NUM. DE HILOS	ESPESOR NOMINAL DE AISLAMIENTO		DIAMETRO TOTAL APROXIMADO		PESO TOTAL APROX. KG/100 M.
		MM.	PULG.	MM.	PULG.	
14	7	0.787	0.031	3.8	0.14	2.9
12	7	0.787	0.031	3.8	0.15	4.2
10	7	0.787	0.031	4.6	0.18	6.2
8	7	1.194	0.047	6.1	0.24	10.4
6	7	1.575	0.062	7.9	0.31	16.8
4	7	1.575	0.062	9.1	0.38	25.0
2	7	1.575	0.062	10.7	0.42	37.9
1/0	19	1.981	0.078	13.5	0.53	60.5
2/0	19	1.981	0.078	14.7	0.58	74.8
3/0	19	1.981	0.078	16.0	0.63	92.6
4/0	19	1.981	0.078	17.3	0.68	114.9
250	37	2.388	0.094	19.3	0.76	137.8
300	37	2.388	0.094	20.8	0.82	163.4
350	37	2.388	0.094	22.1	0.87	188.8
400	37	2.388	0.094	23.4	0.92	214.1
500	37	2.388	0.094	25.4	1.00	264.4
600	61	2.769	0.109	28.2	1.11	319.5
750	61	2.769	0.109	31.0	1.22	395.1
1000	61	2.769	0.109	34.8	1.37	520.0
1250	91	3.175	0.125	39.1	1.54	652.2
1500	91	3.175	0.125	42.2	1.66	776.9

**CABLE VINICON GRUESO, TIPO TWH 600 VOLTS
90/75°C AISLAMIENTO: PVC**

CALIBRE AWG O MCM	NUM. DE HILOS	ESPESOR NOMINAL DE AISLAMIENTO		DIAMETRO TOTAL APROXIMADO		PESO TOTAL APROX. KG/100 M.
		MM.	PULG.	MM.	PULG.	
14	7	1.194	0.047	4.3	0.17	3.5
12	7	1.194	0.047	4.8	0.19	4.9
10	7	1.194	0.047	5.3	0.21	7.1
8	7	1.575	0.062	6.9	0.27	11.5
8	7	1.981	0.078	7.6	0.30	12.7
6	7	1.981	0.078	8.6	0.34	18.2
4	7	1.981	0.078	9.9	0.39	26.7
2	7	1.981	0.078	11.4	0.45	39.8
1/0	19	2.388	0.094	14.2	0.56	62.9
2/0	19	2.388	0.094	15.5	0.61	77.4
3/0	19	2.388	0.094	16.8	0.66	95.4
4/0	19	2.388	0.094	18.3	0.72	118.0
250	37	2.769	0.109	20.1	0.79	141.0
350	37	2.769	0.109	22.9	0.90	192.5
400	37	2.769	0.109	24.1	0.95	217.9
500	37	2.769	0.109	26.2	1.03	266.6



Vista parcial del proceso en la formulación de Termoplásticos.

**CAPACIDAD DE CORRIENTE
VINICON TIPO TWH 90/750C**

CAL. AWG O MCM	EN BANCO DE DUCTOS UN CONDUCTOR POR DUCTO						EN BANCO DE DUCTOS TRES CONDUCTORES POR DUCTO								EN EL AIRE FACTOR DE CARGA		EN CON- DUIT TRES CA- BLES	ENTERRADO DIRECTAMENTE				
	3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		1 DUCTO		3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		30%/oA100%/o	MONO- FA- SICO		TRI- FA- SICO	MONO- FASICO		TRIPLEX	
	FACTOR DE CARGA EN %/o						FACTOR DE CARGA EN %/o												FACTOR DE CARGA EN %/o			
	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100		75	100			
14														18	16	14						
12														23	20	18						
10														36	28	27						
8	76	72	70	65	67	61	61	58	55	51	49	44	46	41	71	56	47	109	98	90	84	
6	100	94	92	84	88	79	80	77	72	67	64	56	60	52	94	68	64	139	126	117	107	
4	130	123	119	109	113	102	105	100	94	86	82	73	77	67	124	89	83	182	163	152	139	
2	170	160	155	140	147	132	139	132	123	112	107	93	99	86	165	118	112	234	209	195	179	
1/0	224	210	202	182	192	170	185	175	162	146	139	121	129	110	221	160	153	303	270	256	231	
2/0	257	239	231	207	218	193	212	200	184	166	157	136	146	125	255	184	175	346	306	290	262	
3/0	294	273	263	236	248	219	243	228	210	189	179	154	165	141	295	213	207	394	348	331	299	
4/0	338	313	301	269	283	249	280	263	241	215	204	175	188	160	343	245	238	447	394	376	339	
250	372	344	331	295	311	273	310	290	265	236	223	192	205	174	381	274	271	487	429	414	370	
300	420	387	370	329	348	304	349	325	296	262	247	211	227	192	438	297	304	546	478	461	412	
350	454	418	400	355	376	328	377	351	320	283	267	228	245	207	473	337	328	590	516	498	445	
400	500	457	437	386	409	355	412	382	346	305	287	244	263	220	532	354	364	643	560	538	479	
500	559	511	489	431	457	397	461	427	387	341	321	273	294	247	595	416	407	719	626	602	536	
600	629	572	546	478	508	438	514	473	426	373	350	295	319	267	687	446	455	792	686	664	585	
750	703	640	610	534	568	490	575	529	476	417	391	330	357	298	768	523	509	885	767	742	654	
1000	823	745	709	617	658	566	659	605	541	472	442	372	402	335	920	601	585	1028	887	846	744	
1250	922	832	790	686	732	628									1048			1137	979			
1500	1009	907	860	744	796	680									1165			1238	1063			

100C.	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.36	1.36	1.09	1.09	1.09	1.09
150C.	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.31	1.31	1.04	1.04	1.04	1.04
200C.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00
250C.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	1.20	1.20	0.95	0.95	0.95	0.95
300C.	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.13	1.13	0.90	0.90	0.90	0.90
350C.	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.07	1.07	0.85	0.85	0.85	0.85
400C.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80
500C.	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.85	0.85	0.67	0.67	0.67	0.67



ALAMBRE POLYCON



CABLE POLYCON

Los conductores eléctricos con aislamiento POLYCON R-90, están formados por un conductor de cobre suave sólido o en cableado concéntrico clase B, sobre el que se extruye el compuesto termofijo a base de polietileno negro de cadena cruzada.



Laboratorio de Aislamientos.

ALAMBRE Y CABLE POLYCON XLPE (R-90)
TIPO RHW 600 VOLTS.

CALIBRE AWG O MCM	NUM. DE HILOS	ESPESOR NOMINAL DE AISLAMIENTO		DIAMETRO TOTAL APROXIMADO		PESO TOTAL APROX. KG/100 M.
		MM.	PULG.	MM.	PULG.	
14	1	1.194	0.047	4.1	0.16	2.8
14	7	1.194	0.047	4.3	0.17	3.0
12	1	1.194	0.047	4.6	0.18	4.1
12	7	1.194	0.047	4.8	0.19	4.3
10	1	1.194	0.047	5.1	0.20	6.0
10	7	1.194	0.047	5.3	0.21	6.4
8	7	1.575	0.062	6.9	0.27	10.3
6	7	1.575	0.062	7.9	0.31	15.3
4	7	1.575	0.062	9.1	0.36	23.2
2	7	1.575	0.062	10.7	0.42	35.5
1/0	19	1.981	0.078	13.5	0.53	56.4
2/0	19	1.981	0.078	14.7	0.58	69.9
3/0	19	1.981	0.078	16.0	0.63	86.7
4/0	19	1.981	0.078	17.5	0.69	107.9
250	37	2.388	0.094	19.6	0.77	128.9
300	37	2.388	0.094	20.8	0.82	153.0
350	37	2.388	0.094	22.1	0.87	177.1
400	37	2.388	0.094	23.4	0.92	201.0
500	37	2.388	0.094	25.7	1.01	248.8
600	61	2.769	0.109	28.5	1.12	299.7
750	61	2.769	0.109	31.0	1.22	371.4
1000	61	2.769	0.109	35.1	1.38	489.7

**CAPACIDAD DE CORRIENTE POLYCON
XLPE (R-90) TIPO RHW 90°C**

CAL ANG O MCM	EN BANCO DE DUCTOS UN CONDUCTOR POR DUCTO						EN BANCO DE DUCTOS TRES CONDUCTORES POR DUCTO								EN EL AIRE FACTOR DE CARGA 300°/a/1000°/c		EN CON- DUIT TRES FA- SIBLES	ENTERRADO DIRECTAMENTE				
	3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		1 DUCTO		3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		MONO- FASICO	TRI- FA- SICO		MONO- FASICO		TRIPLEX		
	FACTOR DE CARGA EN %						FACTOR DE CARGA EN %											FACTOR DE CARGA EN %				
	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100		75	100	75	100	
14															27	24	23					
12															36	28	27					
10															50	38	36					
8	84	80	78	71	74	68	67	64		61	56	54	48	51	45	83	59	55	120	108	99	92
6	110	104	101	93	96	87	89	85	80	73	70	62	66	58	109	79	75	154	139	129	118	
4	143	135	131	120	125	112	116	111	104	95	91	80	85	74	145	104	97	201	180	167	153	
2	188	176	170	155	162	145	153	146	136	123	118	103	110	95	192	138	130	258	231	215	197	
1/0	247	231	223	201	211	188	204	193	178	161	153	133	142	122	258	186	179	334	297	281	255	
2/0	283	264	254	228	240	213	233	220	203	183	174	150	161	137	298	215	204	381	337	320	289	
3/0	324	301	290	260	274	242	268	252	232	208	197	170	182	155	345	249	242	435	384	364	329	
4/0	372	345	332	296	312	275	309	290	266	237	224	193	207	176	400	287	278	492	434	413	373	
250	410	379	364	325	343	301	342	319	292	260	246	211	226	192	445	320	317	536	472	456	408	
300	464	427	408	362	383	335	385	358	326	290	273	233	251	212	511	348	356	602	527	509	454	
350	501	461	441	391	414	362	416	387	352	313	295	252	271	229	552	394	384	650	569	550	490	
400	551	504	482	425	451	392	455	421	382	336	317	269	290	244	622	414	427	709	617	594	530	
500	616	564	539	475	504	438	509	471	427	376	354	301	324	273	695	487	477	793	690	664	592	
600	694	632	602	527	561	484	569	523	471	412	386	326	352	295	803	522	535	874	758	734	648	
750	776	706	673	589	627	541	636	585	526	461	432	365	394	330	898	615	598	977	847	821	724	
1000	909	823	783	682	727	625	731	670	600	523	490	412	446	372	1076	707	689	1136	980	937	825	
1250	1020	920	874	759	810	694									1228			1257	1083			
1500	1116	1004	952	824	881	752									1367			1370	1176			

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

100C	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.26	1.26	1.07	1.07	1.07	1.07
150C	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.22	1.22	1.04	1.04	1.04	1.04
200C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.18	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00
250C	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.14	1.14	0.96	0.96	0.96	0.96
300C	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	1.10	1.10	0.93	0.93	0.93	0.93
350C	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	1.05	1.05	0.89	0.89	0.89	0.89
400C	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.00	1.00	0.85	0.85	0.85	0.85
500C	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.89	0.89	0.76	0.76	0.76	0.76

BIBLIOGRAFÍA

- INTRODUCCIÓN DE CRITERIOS Y CONCEPTOS DE AHORRO DE ENERGÍA EN LAS NORMAS TÉCNICAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS. REV. JUN 92 (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS).
- "A GUIDE TO POWER FACTOR CORRECTION FOR THE PLANT ENGINEER" SPRAGUE ELECTRIC COMPANY, NORTH ADAMS, MASS.
- INDUSTRIAL POWER SYSTEMS HANDBOOK.
BEEMAN
- ELECTRICAL ENERGY LOSSES IN POWER SYSTEMS.
H.N. HICKOK
- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL USO EFICIENTE DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA Y EL COMERCIO.
- CAPACITORES DE POTENCIA PARA BAJA TENSIÓN TIPO ECONO-VAR.
GEC ALSTHOM/BALTEU
- BANCOS AUTOMÁTICOS CON CAPACITORES BALTEU.
GEC ALSTHOM/BALTEU
- CAPACITORES DE POTENCIA.
BALTEU
- PROYECTO DE AHORRO DE ENERGÍA.
FIDE, PUBLICACIÓN AGOSTO DE 1994
- MANUAL ELÉCTRICO (CONELEC)