



158
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO *Zejem*

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PARA LA APLICACION Y SELECCION
DE UN CONTROL DE DEMANDA DE
ENERGIA ELECTRICA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA

P R E S E N T A N

MARIO ALBERTO RIOS ESTRADA

SALVADOR GUERRERO RODARTE

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ROBERTO ESPINOSA Y LARA

MEXICO, D. F.

1995

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.

A nuestros padres y familiares:

A quienes esperamos corresponder por el gran apoyo,
comprensión y constante aliento brindados, y porque sea un
adelanto de las muchas satisfacciones que merecen.

A t1.

Un especial reconocimiento al Ing. Roberto Espinosa y Lara.
director de esta tesis, por el apoyo constante
que nos brindo. gracias.

Un especial agradecimiento para Adrian A. Rios Estrada
por el apoyo brindado en la redaccion del presente
trabajo, siempre con interes y entusiasmo.

Nuestro sincero agradecimiento a todos
y cada uno de los profesores y amigos que hicieron posible
el llevar a cabo esta tesis.

INTRODUCCION.

Con el decremento precipitado de las reservas mundiales de los recursos no renovables en las dos últimas décadas gran parte de los países desarrollados han adoptado políticas para el uso eficiente de Energía.

Al afrontar estas políticas en el sector eléctrico, los Usuarios y el Suministrador se enfrentan a la necesidad de plantear esquemas de generación y consumo de modo que operen eficientemente y mantengan los niveles de producción lo más alto posible.

Para que se de esta labor en equipo, es indispensable que el Consumidor sea participe de la problemática que enfrenta el Suministrador en la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica demandada por ellos.

El Suministrador como empresa, debe hacer inversiones rentables para generar bienes o servicios que amorticen a corto y mediano plazo los costos de inversión y de operación realizados.

Para ello, el Suministrador introduce Cargos de demanda y de consumo en la facturación de sus clientes. Los Cargos de demanda, son el pago justo que hace el Consumidor para cubrir la inversión inicial de instalación hecha por el Suministrador y los Cargos de consumo se cobran para amortizar los costos de operación del sistema de generación, transmisión y distribución. Hay que resaltar que estos cargos van de acuerdo a la magnitud de la carga servida, la época del año y la hora del día, debido a que el Suministrador debe contar con una capacidad instalada que garantice el servicio de energía en las horas de demanda máxima. Ha generado para tal fin, tarifas horarias que involucran un incremento considerable en los Cargos durante las horas de máxima demanda, con el objetivo de desalentar el consumo y demanda de energía eléctrica por parte del Consumidor durante este periodo.

Con estas innovaciones, se ha creado una serie de nuevas necesidades del Sector en el área de consumo y demanda; en el caso del Suministrado, alentar el bajo consumo y demanda en las horas de máxima demanda para evitar nuevas inversiones en el rubro de capacidad instalada, por parte del Consumidor, modificar sus patrones de consumo para evitar los elevados Cargos durante el periodo antes mencionado.

El Programa Nacional de ahorro y uso eficiente de energía, ha dado origen al empleo de nuevos patrones de consumo y demanda por parte de los Consumidores.

Es en el área de consumo y demanda de energía eléctrica, de donde parte nuestro interés por manejar estas variables para alcanzar los objetivos del programa antes mencionado, al aplicarse a los Usuarios que más son afectados por la innovación de las tarifas por parte del Suministrador. Un elemento que se podrá emplear como herramienta, es el uso de técnicas y estrategias para el control de consumo y demanda de energía eléctrica, y otro, es con el que se llevarán a cabo, siendo posible el empleo de un **Controlador de Demanda**, cuya implementación se da de diversas formas como se verá en su oportunidad.

En los capítulos precedentes, se realiza un estudio para efectuar la selección y aplicación del sistema de control de demanda y consumo adecuado a las condiciones que requiera el Consumidor que emplee este sistema.

En el **capítulo 1** se presenta un análisis de la situación del Sector energético en México, con la tendencia que lleva hacia el futuro.

En el **capítulo 2** se establece la problemática del uso de hidrocarburos como fuente de energía y que impacto se tiene en el sector eléctrico. Se plantea la expectativa de las fuentes alternas de energía.

En el **capítulo 3** presenta un conjunto de lineamientos básicos de política energética, a través de los cuales se busca dar respuesta a la problemática que enfrenta el sector apoyando su desarrollo, conforme a la estrategia propuesta, con el planteamiento de tarifas innovadoras reguladoras de los conceptos consumo - demanda.

Se plantea en el **capítulo 4** una descripción general de las características componentes y de funcionamiento de los Controladores de demanda.

En el **capítulo 5** se analiza la situación actual del mercado de los Controladores de demanda, mostrándose algunos modelos comerciales.

Se da en el **capítulo 6** la metodología de las técnicas y estrategias de control en las cargas del Usuario para generar un algoritmo de conexión / desconexión de estas cargas previamente clasificadas y así obtener una curva de carga objetivo.

En el **capítulo 7** se plantea el procedimiento de un caso específico (ejemplo) para la aplicación de un Controlador de demanda.

Finalmente en las **conclusiones** se enlistan una serie de observaciones y un apéndice compilador de la evolución de las tarifas y la explicación de algunos conceptos básicos.

I N D I C E

INTRODUCCION

CAPITULO 1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL.

- 1.1 Evolución del sector energético en México.
- 1.2 La demanda y oferta de energía.
 - 1.2.1 La demanda de energía.
 - 1.2.2 La oferta de energía.

CAPITULO 2 PROBLEMATICA ENERGETICA EN EL SECTOR ELECTRICO.

- 2.1 Contexto general en el sector energético.
- 2.2 Problemática en el sector eléctrico.
 - 2.2.1 Dependencia de los hidrocarburos.
 - 2.2.2 Necesidad de crecimiento del sector eléctrico.
 - 2.2.3 Desperdicio y uso ineficiente de la energía.
- 2.3 Expectativas de desarrollo energético.
 - 2.3.1 Prioridades del sector eléctrico.
 - 2.3.2 Estrategias en el sector eléctrico.
- 2.4 Conclusiones referentes a la oferta de electricidad.

CAPITULO 3 POLITICAS PARA LA CONSERVACION Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA.

- 3.1 Productividad del sector energético.
- 3.2 Ahorro y uso eficiente de la energía.
- 3.3 Diversificación de fuentes de energía.
- 3.4 Política de precios y tarifas.
 - 3.4.1 La tarifa 12 Horaria, antecedentes y estructura.

CAPITULO 4 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CONTROLADORES DE DEMANDA.

- 4.1 Antecedentes.
- 4.2 Funcionamiento básico del controlador de demanda.
 - 4.2.1 Principio fundamental.
 - 4.2.2 Estructura del controlador.
 - 4.2.3 Medidores de demanda y consumo.
 - 4.2.4 Métodos de medición de la demanda.
- 4.3 Algoritmo genérico de los controladores de demanda.
- 4.4 Ventajas de los controladores sobre otros sistemas.

CAPITULO 5 ESTADO DEL ARTE DE LOS CONTROLADORES DE DEMANDA.

- 5.1 Situación actual en el mercado nacional.
- 5.2 Aspectos técnicos, económicos y de aplicación.
- 5.3 Características técnicas de algunos equipos comerciales.

CAPITULO 6 ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA EL MANEJO DE CARGAS.

- 6.1 Antecedentes.
- 6.2 Curvas objetivo para el control de carga.
- 6.3 Clasificación de cargas y acciones de control.
 - 6.3.1 Cargas controlables.
 - 6.3.2 Acciones de control.
- 6.4 Compatibilidad de curvas de carga objetivo y el control de carga.
- 6.5 Técnicas y estrategias de control de carga.
 - 6.5.1 Técnicas de control de carga.
 - 6.5.2 Variables de activación en el control de carga.
 - 6.5.3 Estrategias de control de carga.
- 6.6 Selección de estrategias y consumidores para el control de carga.
 - 6.6.1 Relación entre las curvas objetivo y las estrategias de control de carga.
 - 6.6.2 Marcando características del consumidor con las estrategias de control.

CAPITULO 7 APLICACION DE LOS CONTROLADORES DE DEMANDA.

- 7.1 Antecedentes.
- 7.2 Ejemplo de aplicación.
 - 7.2.1 Procedimiento para la selección y aplicación.
 - 7.2.2 Analisis del proceso.
 - 7.2.3 Selección del controlador de demanda.

CONCLUSIONES GENERALES.

- 8.1 Conclusiones.
- 8.2 Apendice.
- 8.3 Bibliografía.

C A P I T U L O 1

ESTRUCTURA DEL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

1.1 EVOLUCION DEL SECTOR ENERGETICO EN MEXICO.

El Sector Energético ha desempeñado un papel preponderante en las transformaciones que ha experimentado el país y en su vinculación con el exterior, siendo evidente la importancia y carácter estratégico del mismo en la economía nacional.

Proporciona la energía necesaria para el funcionamiento y expansión del aparato productivo y la elevación del bienestar social. Como demandante de bienes y servicios y a través de su compromiso de apoyo al progreso, impulsa el desarrollo de múltiples industrias.

El Sector aportó el 4.2% del PIB (Producto Interno Bruto) en 1988 y empleó de modo directo a más de 300 mil personas.

La inversión realizada en este rubro respecto a la del total del sector público, fue de 40.6% en 1982 y 34.6% en 1988.

Entre 1983 y 1988, sus aportaciones fiscales sumaron alrededor de 180 billones de pesos a precios de 1988, que significa una participación promedio de 43% en el ingreso de la Federación y para 1988 fue de 35%.

En 1988, participó con 32.5% de las exportaciones totales de mercancías; entre 1983 y 1988, el sector aportó cerca de 70 mil millones de dólares, por concepto de exportaciones petroleras.

La dinámica de los cambios experimentados por el Sector Energético en los últimos 25 años, particularmente entre 1976 y 1982 en algunos casos llegó a superar a la observada por la economía nacional en su conjunto. En el último cuarto de siglo, la producción de energía primaria se multiplicó por cinco y el consumo nacional en 3.5 veces.

En materia de hidrocarburos, las reservas probadas pasaron de 5.078 millones de barriles en 1965 a 67,600 millones para finales de 1988. La producción de petróleo, por su parte, aumentó de 323 MBD (Millones de Barriles Diarios) a 2.500 MBD, al cierre del mismo año. La capacidad total de refinación supero los 1.500 MBD en destilación primaria y la capacidad de procesamiento en líquidos de gas se ubicó en 440 MBD niveles que en conjunto exceden en más de 4 veces la capacidad existente en 1965.

En energía eléctrica, en el mismo período incrementó la capacidad instalada en 500%, la generación lo hizo en 593% y se amplió la cobertura del servicio a 11.5 millones más de usuarios.

En un estudio realizado por la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP) en un periodo que comprende de 1980 a 1988 se obtuvieron los resultados mostrados en las GRAFICAS 1-1 y 1-2, y en las TABLAS 1-1 y 1-2.

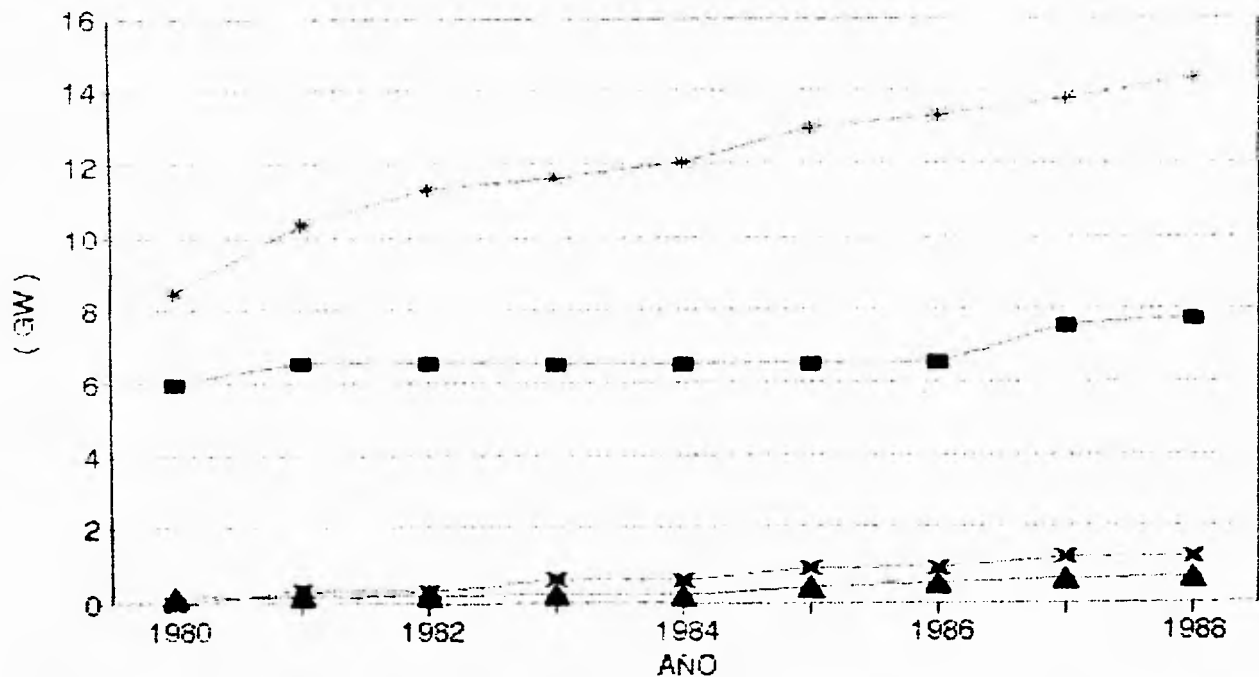
De tal manera que la estructura actual del Sector Eléctrico presenta las características siguientes:

El sistema de generación cuenta con centrales generadoras localizadas conforme lo han determinado los estudios de planeación basados en el desarrollo del mercado eléctrico, quedando conectadas a la gran red nacional a través de líneas de transmisión y subestaciones de potencia que permiten el transporte, transformación y distribución de grandes bloques de energía, siendo esta transmisión principalmente en tensiones de 400 y 230 KV.

Un estudio más detallado revela que la estructura del sistema de generación cuenta con los siguientes tipos de plantas generadoras:

- Plantas Geotermoeléctricas.
- Plantas Carboeléctricas.
- Plantas Hidroeléctricas.
- Plantas Termoeléctricas.

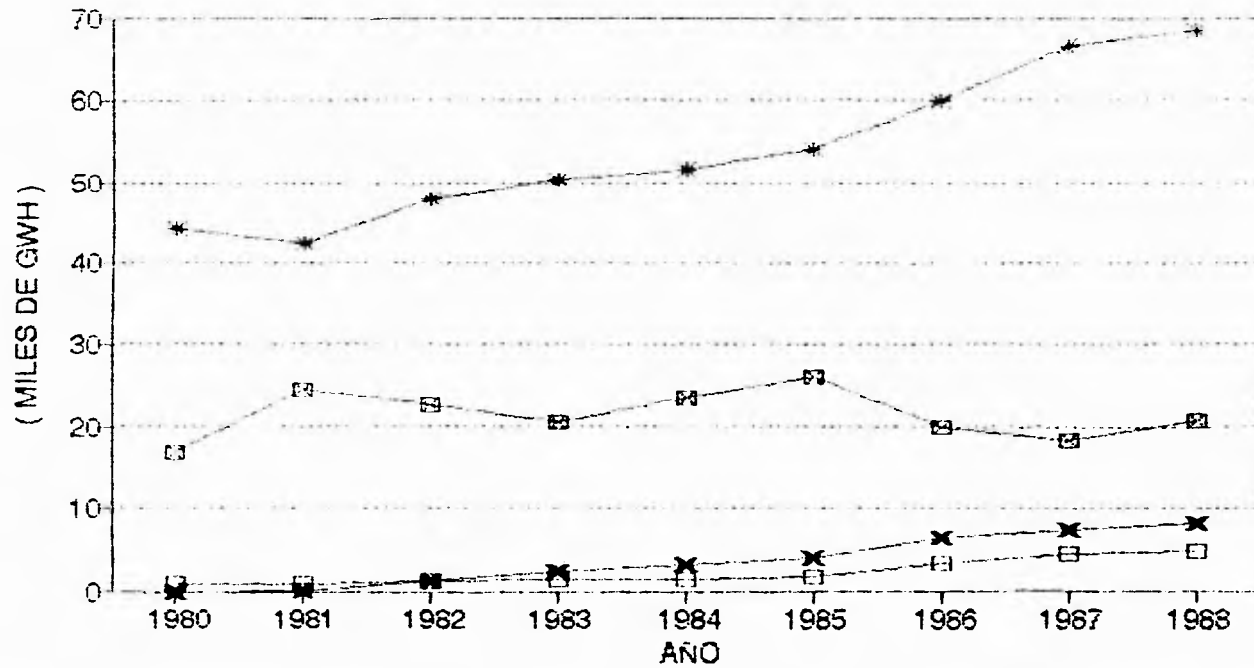
SISTEMA ELECTRICO NACIONAL
 POTENCIA REAL INSTALADA (1960 - 1988)



GRAFICA 1 - 1

* TERMOELECTRICA ■ HIDROELECTRICA ✕ CARBOELECTRICA ▲ GEOTERMOELECTRICA

SISTEMA ELECTRICO NACIONAL CAPACIDAD DE GENERACION



GRAFICA 1 - 2

* TERMOELECTRICA
 □ HIDROELECTRICA
 × CARBOELECTRICA
 □ GEOTERMOELECTRICA

TABLA 1-1

VENTAS DE ELECTRICIDAD POR SECTORES (GWH)

| | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| INDUSTRIAL | 28744 | 31731 | 33254 | 34300 | 37471 | 40115 | 40948 | 44071 | 46983 |
| RESIDENCIAL | 10038 | 11211 | 12511 | 12979 | 13411 | 14285 | 15079 | 15712 | 16825 |
| COMERCIAL | 5821 | 6265 | 6657 | 6526 | 6718 | 7004 | 7057 | 7154 | 7303 |
| SERVICIOS | 3677 | 3932 | 4220 | 3888 | 3894 | 4131 | 4332 | 4506 | 4455 |
| RIEGO DEL AGRO. | 3746 | 3842 | 4801 | 4440 | 4646 | 4962 | 5413 | 6006 | 6409 |
| REVENTA | 275 | 63 | 14 | 84 | 93 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EXPORTACION | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 117 | 1459 | 2042 | 1996 |

TABLA 1-2

NUMERO DE USUARIOS POR SECTOR (MILES)

| | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| INDUSTRIAL | 31 | 34 | 37 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 51 |
| RESIDENCIAL | 8401 | 9003 | 9611 | 10145 | 10658 | 11227 | 11811 | 12392 | 13001 |
| COMERCIAL | 1205 | 1262 | 1321 | 1369 | 1420 | 1464 | 1496 | 1531 | 1585 |
| SERVICIOS | 45 | 49 | 51 | 53 | 55 | 59 | 60 | 63 | 65 |
| RIEGO DEL AGRO. | 38 | 43 | 47 | 51 | 55 | 58 | 62 | 67 | 71 |

-- Plantas Geotermoeléctricas.

Se cuenta con una capacidad instalada en centrales de este tipo del orden de los 700 MW (ver la GRAFICA 1-3) ubicados en diversos puntos del país (Cerro Prieto en Baja California, Los Azufres en Michoacán, La Primavera en Jalisco, y Los Humeros en Puebla). La capacidad total instalada nos ubica como el tercer país mundial en aprovechamiento de este tipo. Con apoyo de la tecnología y los estudios realizados a la fecha, se puede asegurar que es factible generar 820 MW para 1994 y 2,400 MW para el año 2010 (ver GRAFICAS 1-4 y 1-5).

-- Plantas Carboeléctricas.

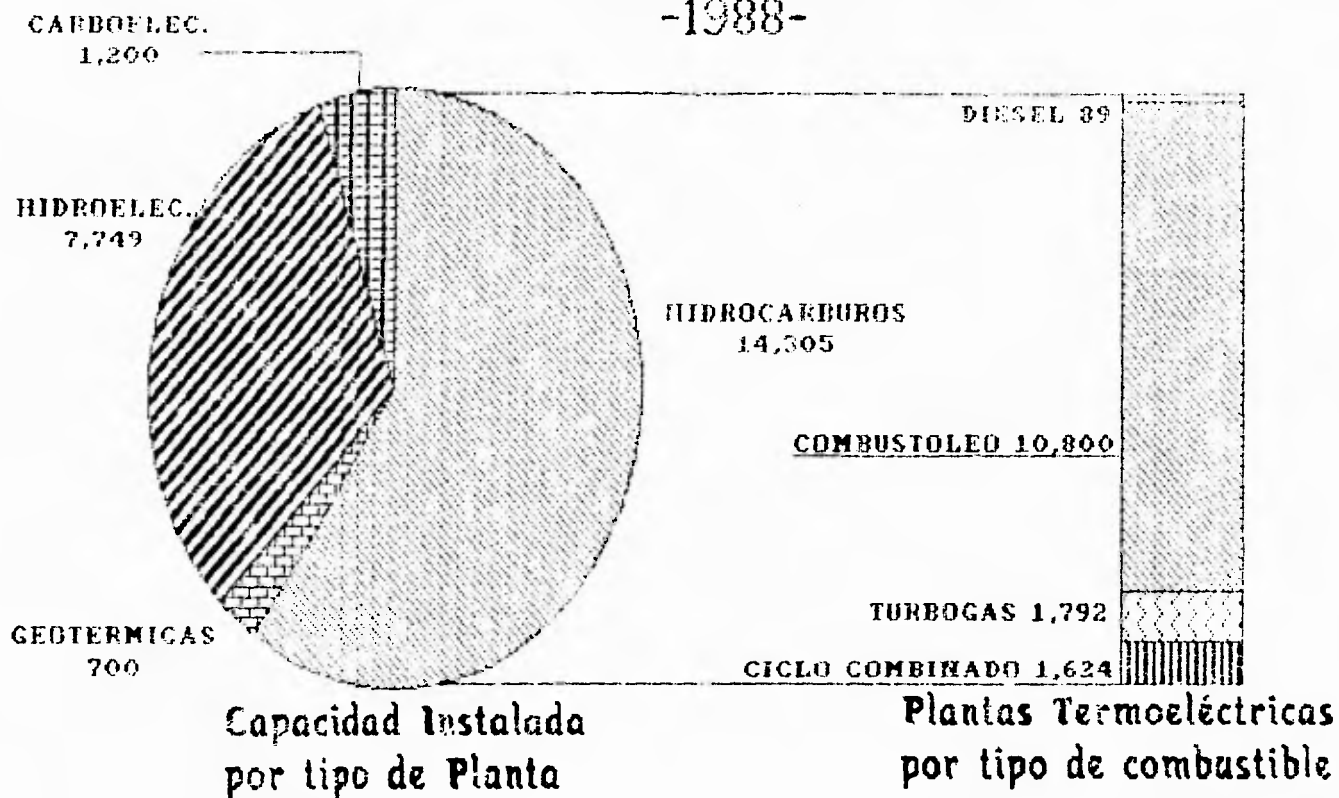
El país cuenta con pocas reservas de carbón no coquizable, adecuado para la producción de energía eléctrica. La reserva probada más importante se localiza en la vecindad de Río Escondido en Coahuila y asciende a 740 millones de toneladas, que permitirán mantener en operación durante 30 años una potencia total del orden de los 6,000 MW, de los cuales 1,200 MW ya se encuentran en producción (ver GRAFICAS 1-3, 1-4 y 1-5), mediante 4 unidades de 300 MW cada una. Una vez desarrollado totalmente el potencial carboeléctrico, podrán generarse alrededor de 42.3 TWH anuales con este recurso.

-- Plantas Hidroeléctricas.

El 32% de la energía eléctrica generada por el sector eléctrico se basa en el aprovechamiento hidrológico. Entre los ríos que destacan se encuentra el río Balsas, con centrales como Infiernillo, La Villita y El Caracol, y el río Grijalva con centrales como Malpaso, La Angostura, Chicoasen y Peñitas, con unidades que van de 168 a 300 MW y capacidad total de planta entre 400 y 1500 MW, sumando en conjunto una capacidad total instalada de 7,749 MW en 1988 (ver GRAFICAS 1-3, 1-4 y 1-5), y una producción anual de 20,777 TWH en el mismo año, con la intención de producir 17,200 MW para el año 2010.

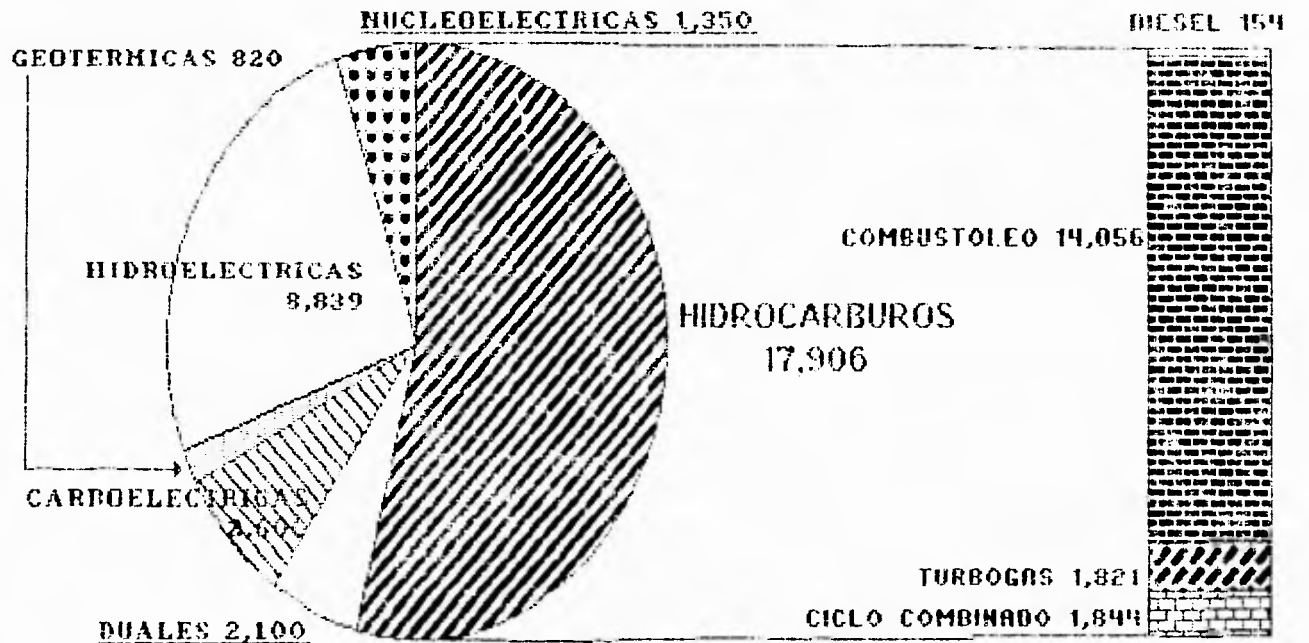
SECTOR ELECTRICO NACIONAL
CAPACIDAD INSTALADA (MW)

-1988-



Sector Eléctrico Nacional Capacidad Instalada (MW)

-1994-



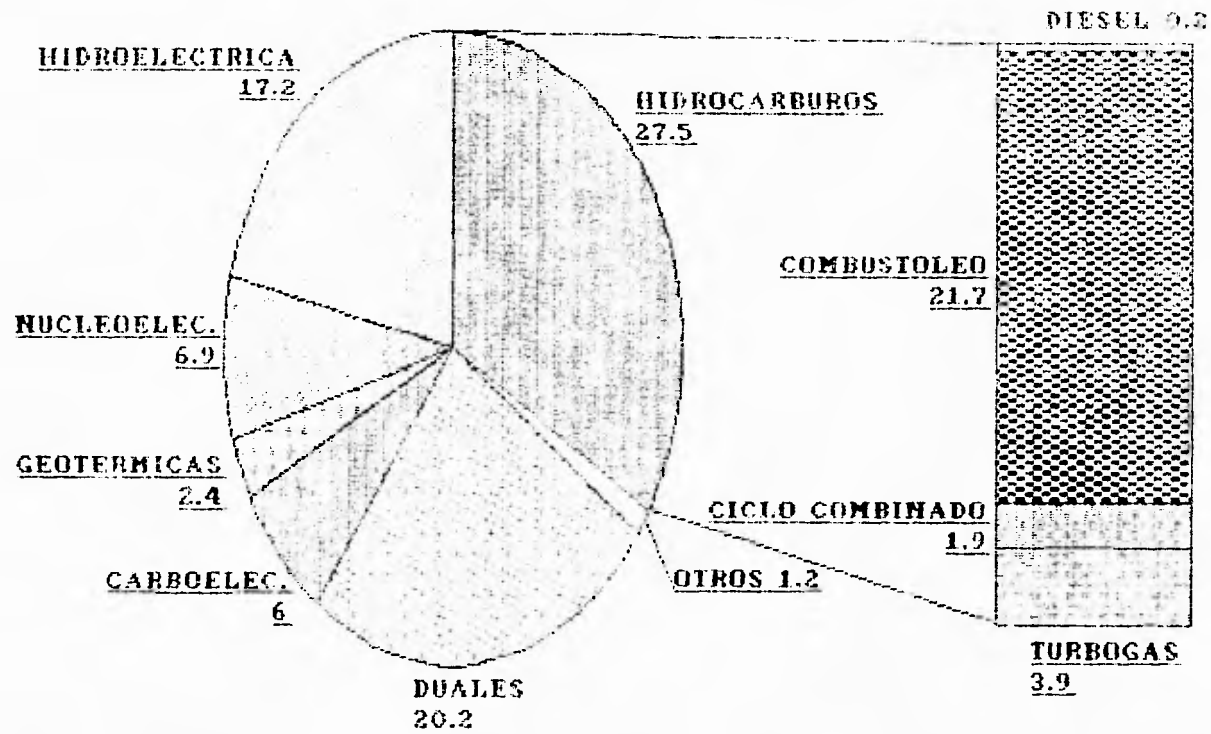
Capacidad Instalada
por tipo de Planta

Plantas Termoeléctricas
por tipo de combustible

SEMIP-1991

GRAFICA 1-4

Sector Eléctrico Nacional
Capacidad Instalada [GW]
-2010-



SEMIP-1991

GRAFICA 1-5

-- Plantas Termoeléctricas.

En 1988 se contaba con una capacidad instalada de 14.305 MW, (que representa el 59.72% del total instalado), en plantas de este tipo que operan a base de hidrocarburos fundamentalmente gas y combustóleo, como se observa en la GRAFICA 1-3. Destacan por su capacidad instalada, las centrales de Tula, Manzanillo y San Luis Potosí, que cuentan con unidades de 300 o 350 MW cada una. Así, en el año 1988 se generó un total de 68.5 TWH con este tipo de plantas, que representó el 66.15% del total generado.

A pesar de lo indeseable que es el hacer uso immoderado de los hidrocarburos, para 1997, el país contará con 9234 MW adicionales en centrales termoeléctricas, de las cuales 4300 MW corresponderán a centrales duales que inicialmente quemarán hidrocarburos y gradualmente irán cambiando a carbón de importación. (Ver las GRAFICAS 1-4 y 1-5).

A partir de 1983, se planteó una estrategia para el Sector Energético esencialmente orientada a cambios cualitativos; esto es, lograr un sector más eficiente y mejor integrado. En congruencia con la política de cambio estructural, se optó por reducir el peso relativo del sector, más que por acciones autónomas, por el desarrollo de otros sectores, en el marco de una economía más diversificada.

El sector respondió a los requerimientos de la economía y cuantitativamente mantuvo el abasto necesario de energía, crecientes aportaciones fiscales e importantes flujos de divisas.

Ello cobra más relevancia si se considera el entorno adverso, tanto nacional como internacional, que persistentemente enfrenta el sector en estos últimos años.

A nivel interno, una crisis económica manifiesta, entre otros aspectos, por una fuerte escasez de recursos financieros, y a nivel externo, crisis recurrentes en el mercado petrolero internacional, que alcanzaron su punto más álgido en 1986, año en que la pérdida de ingresos petroleros alcanzó un equivalente del 6% del PIB.

1.2 LA DEMANDA Y OFERTA DE ENERGÍA (1989-1994).

1.2.1 LA DEMANDA DE ENERGÍA.

El pronóstico de la demanda de energía realizado por la SEMIP, considera los índices macroeconómicos planteados en el Plan Nacional de Desarrollo, tales como variaciones del PIB, de la población, de las inversiones al sector, etc., así como la consideración de una política realista en materia de precios y tarifas que incida en los patrones de consumo y demanda de energía como estrategia fundamental de un plan de ahorro y uso eficiente de la energía.

Durante el período considerado, la demanda interna total de energía, que incluye hidrocarburos, electricidad y otras fuentes (carbón leña y bagazo de caña), donde en la TABLA 1-3 muestra el comportamiento de su TMAC (Tasa Media Anual de Crecimiento).

TABLA 1-3.

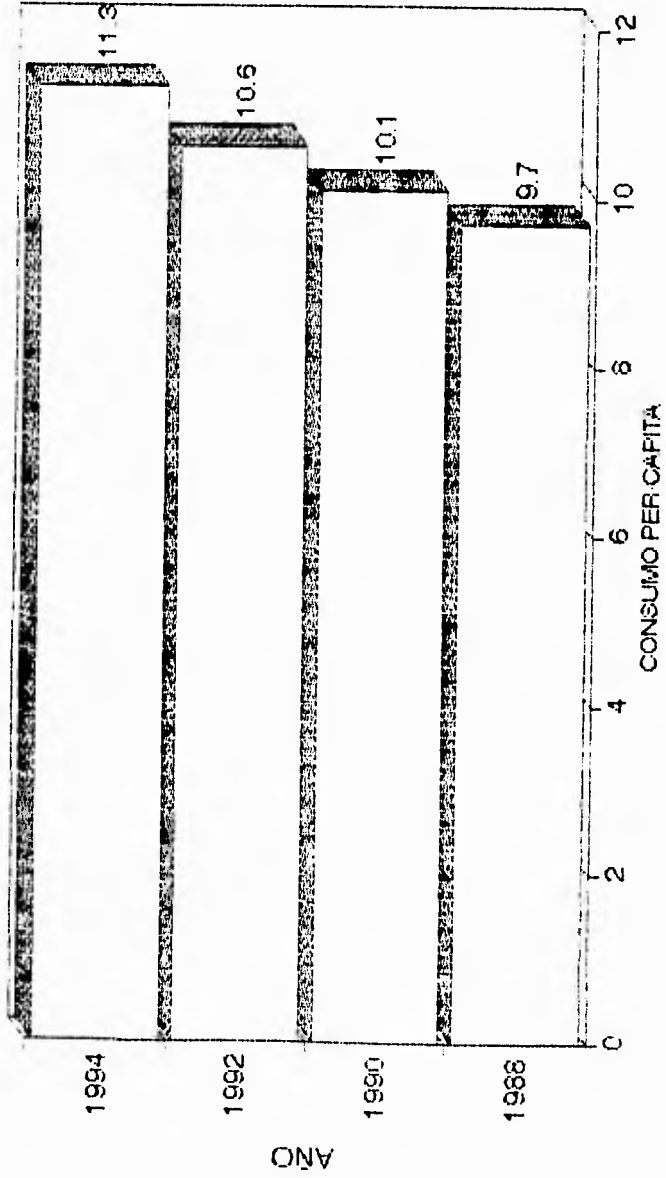
| Periodo | T M A C (%) | | |
|--------------------|---------------|---------|---------|
| | 1989-91 | 1992-94 | 1989-94 |
| Demanda de Energía | 4.2-4.9 | 5.0-5.5 | 4.6-5.2 |

Con tales ritmos de crecimiento, al final del período considerado, la demanda total de energía resulta superior a la registrada en 1988, en un nivel de entre 31% y 36%. En estas proyecciones, el consumo de energía por habitante muestra las estimaciones en la GRAFICA 1-6.

Como lo señala el Programa Nacional de Modernización Energética, el ahorro y uso eficiente de energía constituye una de las prioridades de la política energética, sobre todo cuando que en el país existen potenciales de ahorro importantes.

No obstante, es importante reconocer los límites realistas y los plazos de maduración de este esfuerzo, en una perspectiva donde el país se encamina a la senda del crecimiento, la industrialización y la urbanización.

CONSUMO DE ENERGIA PER-CAPITA
MEXICO 1988 - 1994



GRAFICA 1-6

BARRILES EQUIVALENTES DE PETROLEO CRUDO

Por ello, en el período considerado no es factible esperar una caída en el nivel absoluto del consumo, pero sí en términos relativos (como lo es la reducción de la intensidad energética del PIB).

Suponiendo mayores esfuerzos del sector energético en el ahorro y uso eficiente de la energía, las simulaciones realizadas por la SEMIP, muestran una tasa de crecimiento de la demanda de la energía de alrededor de 0.7 puntos porcentuales por abajo de las señaladas. Ello significa una demanda casi 4.0% menor hacia 1994, que representa alrededor de 100-110 mil barriles diarios de petróleo crudo equivalente. La intensidad energética del PIB bajará ligeramente para 1994, como resultado de mayores niveles de eficiencia.

En el ámbito de la demanda total de energía, el consumo de los hidrocarburos difiere al correspondiente de electricidad. La demanda de esta última tiene una elasticidad-ingreso más elevada que la de los hidrocarburos y aún en períodos recesivos su consumo aumenta.

Adicionalmente, su potencial de crecimiento es más grande por el rezago en el proyecto de electrificación, por un bajo consumo per cápita (25% de lo observado en países europeos y 10% de Estados Unidos y Canadá) y porque la participación del concepto electricidad en el balance de energéticos secundarios es de alrededor del 9% mientras que en países industrializados están arriba del 16%.

Para el caso de los productos derivados del petróleo o refinados, su evolución en términos de ventas internas, se estima como sigue:

TABLA 1-4.

| Período | T M A C (%) | | |
|----------------------|---------------|---------|---------|
| | 1989-91 | 1992-94 | 1989-94 |
| Demanda de Refinados | 5.3-6.2 | 4.4-4.9 | 4.3-5.6 |

En lo que respecta a la demanda de electricidad, el comportamiento previsto, en términos de las ventas internas, se ilustra en la TABLA 1-5 de la siguiente manera:

TABLA 1-5.

| T M A C (%) | | | |
|-------------------------|---------|---------|---------|
| Período | 1989-91 | 1992-94 | 1989-94 |
| Demanda de Electricidad | 6.4-7.1 | 6.6-7.3 | 6.5-7.2 |

La magnitud del crecimiento previsto implica un volumen de ventas para 1994 con los siguientes niveles:

TABLA 1-6.

| Año | 1988 | | 1994 | |
|-------------------------------|--------|------------|---------|------------|
| | Ventas | Generación | Ventas | Generación |
| Demanda de Electricidad (TWH) | 81.9 | 101.9 | 119-124 | 146-152 |

Al agregar a los volúmenes de ventas internas de electricidad, las trayectorias previsibles de usos-propios, pérdidas y exportaciones, se obtiene la generación bruta de electricidad, con respecto a la generación bruta registrada en 1988 (101.9 TWH), para 1994 esta resulta superior en un rango de entre 43 y 49%.

En el caso de la demanda de electricidad, la incorporación de mayores esfuerzos de ahorro y uso eficiente de la energía, da como resultado una tasa media anual de crecimiento en torno al 6.3%, lo que significa llegar a 1994 con una menor demanda (3.3%) equivalente a casi 4000 GWH.

1.2.1.1 EXPECTATIVAS A LARGO PLAZO.

El comportamiento previsible de la demanda de energía a largo plazo constituye un parámetro fundamental para una planeación adecuada del desarrollo del Sector Energético dados los períodos de maduración de sus inversiones.

Para el período 1995-2010, las previsiones de la demanda de energía toman como base un crecimiento sostenido de la economía; un menor crecimiento demográfico; y, una consolidación de los esfuerzos en materia de ahorro y uso eficiente de la energía.

El ejercicio muestra el siguiente comportamiento en la TABLA 1-7 para el total de la demanda interna de energía, así como para la correspondiente a productos refinados y electricidad.

TABLA 1-7.

| DEMANDA | T M A C(%) | Incremento Acumulado (%) | |
|--------------|------------|--------------------------|-----------|
| | 1995-2010 | 1995-2010 | 1989-2010 |
| Energía | 4.1-4.7 | 90-108 | 151-187 |
| Refinados | 4.0-4.6 | 87-106 | 148-186 |
| Electricidad | 5.4-6.1 | 132-158 | 238-292 |

Estas trayectorias conllevan un cambio en los patrones de consumo de energía, resultado de una política activa de ahorro, que da pie a importantes mejoras de eficiencia. La elasticidad-ingreso del consumo total de energía se ubica entre 0.85 y 0.90, la correspondiente a refinados en un nivel similar (0.86) mientras que en el concepto de electricidad se mantiene por arriba de la unidad, cercana al 1.20.

Hacia finales del período, el consumo por habitante podría situarse cerca de los 15 barriles equivalentes de crudo por habitante (frente a 11.3 previsto para 1994), en tanto que la intensidad energética se ubica en torno a los 155 barriles equivalentes de crudo por millón de pesos de PIB (precios de 1980), cuando que entre 1989 y 1994 el promedio es de alrededor de 173.

En cualquier caso, la dinámica que conserva la demanda de energía implica, para los refinados, que en el transcurso de 21 años su consumo se eleve 1.5 veces y, para la electricidad, un incremento de 2.5 veces.

1.2.2 LA OFERTA DE ENERGÍA.

México posee una amplia variedad de recursos energéticos. Los hidrocarburos son los que predominan y no hay duda que el país tiene grandes reservas de este tipo de energético. Para 1988, las reservas probadas de hidrocarburos totales se ubican en 67.6 mil millones de barriles, de los cuales 46.2 mil millones de barriles se refieren a petróleo crudo, 14.6 miles de millones de barriles equivalentes a gas y 6.8 miles de millones a condensados. El coeficiente de reservas/producción se mantiene superior a los 50 años.

En hidroeléctricidad, el potencial aprovechable asciende a 80 TWH anuales, del cual ya están en operación 27 TWH (34%), en más de 70 centrales, seis de las cuales aportan el 61% de la energía hidroeléctrica; otros 7.6 TWH más están en proceso de construcción o bien ya incorporados en el programa de expansión de la rama eléctrica para los próximos diez años.

La viabilidad de los desarrollos hidroeléctricos depende de la disponibilidad de recursos financieros, humanos y físicos, además de la factibilidad técnica y económica de cada proyecto. Al potencial señalado se puede agregar otro de cierta importancia, sobre todo en terminos locales, para la instalación de plantas microhidráulica en zonas alejadas de la red eléctrica.

Con base en tales consideraciones y los escenarios de expansión de capacidad eléctrica, en la medida en que se continúan esfuerzos de diversificación, permitirán contar con una estructura de la capacidad que ofrecer a mediano plazo con el perfil mostrado en la GRAFICA 1-4, también se muestra la tendencia hacia el año 2010 en el mismo rubro en la GRAFICA 1-5, anteriormente mostradas.

C A P I T U L O 2

PROBLEMATICA ENERGETICA EN EL SECTOR ELECTRICO

2.1 CONTEXTO GENERAL DEL SECTOR ENERGETICO.

El desarrollo de los pueblos y de los países del mundo desde su origen ha estado íntimamente ligado a la disponibilidad y consumo de energía y ésta se ha convertido en una medida de adelanto, civilización y nivel económico de cada país, ya que la energía permite mejorar las condiciones de vida.

La energía es entonces, indispensable para satisfacer las necesidades principales de la humanidad y para su progreso en los aspectos del desarrollo económico como: la agricultura, la industria, el transporte, el comercio, los servicios públicos y las actividades individuales o familiares en el hogar.

La energía eléctrica es necesaria para el bienestar de la sociedad y en nuestro país se debe satisfacer la demanda recurriendo a todas sus fuentes de generación disponibles tomando en cuenta el crecimiento poblacional y económico.

Con el inminente cambio en las políticas económicas y la modernización de la sociedad mexicana y su creciente interrelación con el Sector Energético Nacional, obligan a éste a conformar su propia modernización, de donde se desprende para el propio sector, la meta fundamental de asegurar la disponibilidad eficiente de la energía que exige el proceso de desarrollo, poniendo particular atención al ambiente.

Este reto tiene una dimensión doble; por un lado, crecer y consolidar en términos de la oferta y, por el otro, racionalizar la demanda.

En este proceso de modernización y por experiencia propia, debemos recordar que la explotación de los recursos energéticos puede servir como impulso al desarrollo, pero también puede frenarlo, si se les da un uso dispendioso y desorganizado.

Para que la energía sirva efectivamente a aquel fin, es imperativo tanto producirla en cantidad y calidad suficientes, así como darle una utilización apropiada y en paralelo tomar medidas de protección ambiental, tarea básica del Sector.

En los últimos años, el Sector Energético perdió peso relativo en la economía del país, debido principalmente a la crisis económica por la que atravesaba, manifestada en una fuerte escasez de recursos financieros y consecuente recorte presupuestal. De tal manera que, prioridades de orden financiero-presupuestales se constituyeron en ejes básicos para determinar el desarrollo del sector, quedando sometido a una evolución de "pare-siga".

El gasto de inversión en el sector disminuyó de manera significativa; la inversión realizada en 1988, representó apenas 28.5% de la ejercida en 1981, en términos reales; en el caso de PEMEX, significó 23.5% y en la rama eléctrica 41.8%. Ante tales rezagos, los significativos esfuerzos hechos vía productividad no alcanzaron a compensar sino una pequeña parte.

Con el retraso en la inversión, el sector perdió márgenes de maniobra y espacios de seguridad. Ya no se cuenta con holguras razonables en diversos aspectos de la oferta energética, lo que constituye una restricción que, de no modificarse, podría constituirse en un freno para el crecimiento sostenido.

En el Sector Eléctrico por ejemplo, el margen de reserva (actualmente con niveles adecuados), muestra una tendencia inercial hacia un precario equilibrio entre la oferta y la demanda en una perspectiva de dos años, con riesgos de insuficiencia para años posteriores.

Por lo que se refiere al mercado interno de energía, hoy en día se observa que la demanda mantiene una alta relación con el comportamiento de la economía en su conjunto, asociado al dinamismo de la economía y a un rezago disparado de precios y tarifas; el consumo de energía observó, entre 1970 y 1982, un crecimiento medio de 8% anual, llegando en algunos años a registrar tasas de hasta dos dígitos. A partir de 1983, dicha tendencia se modificó y de hecho para 1988 el nivel de consumo es apenas 1.9 superior al registrado en 1982.

En este comportamiento cabe destacar la evolución desigual del consumo de productos refinados y el de electricidad: los primeros crecieron en 1.7% como promedio en el lapso 1983-1988, en tanto que la electricidad lo hizo en 4.9%. Tal comportamiento fue reflejo de la caída en el ritmo de la actividad económica y en menor medida, en los incrementos de precios y tarifas.

Los esfuerzos realizados para promover el ahorro y uso eficiente de energía no llegaron a ejecutarse dentro de un programa integral y de amplia participación, por lo que las acciones llevadas a cabo resultaron limitadas.

México mantiene una alta relación entre el crecimiento del consumo de energía y del Producto Interno Bruto (PIB) que aún supera la unidad (1.5), cuando que en otros países se presentan coeficientes en torno al 0.5.

Ante la perspectiva de tomar la senda del crecimiento económico sostenido y avanzado en el proceso de industrialización del país, resulta necesario actuar decididamente en la racionalización de la demanda, fortaleciendo el carácter prioritario del ahorro y uso eficiente de la energía.

Existe en el país un importante potencial de ahorro en sectores como el industrial, el de transporte y particularmente en el Energético, cuyo aprovechamiento es normalmente mucho menos costoso que la producción adicional de una cantidad equivalente de energía.

La mayor dotación de recursos energéticos de nuestro país se finca en los hidrocarburos, mismos que representan el 90% de la producción de energía primaria y 84.5% de la oferta interna bruta; si bien esta participación ha descendido, se considera que subsiste una dependencia excesiva.

Los esfuerzos que se han llevado adelante en materia de diversificación de fuentes de energía, se han centrado en la electricidad: entre 1983 y 1988, la capacidad instalada en operación aumentó en 5,564 MW, de los cuales 46.6% se refieren a centrales a base de fuentes alternas a los hidrocarburos, con lo que su participación en el total de la capacidad en operación subió de 38.4% en 1982 a 40.3% en 1988. Este esfuerzo aun no se refleja en la generación, donde de hecho la participación de los hidrocarburos se incrementó de 65.5% a 67.2% en el mismo período.

2.2 PROBLEMATICA EN EL SECTOR ELECTRICO.

En estos momentos, existen tres grandes problemas de ser afrontados en el Sector Energético del país. Por una parte el hecho de ser un país altamente dependiente de una sola fuente energética de carácter no renovable, como lo son los hidrocarburos; por otra, la persistencia del hecho de no haber alcanzado aún a satisfacer los requerimientos energéticos de toda la población y por último, el aún permanente desperdicio e ineficiente uso de los recursos energéticos.

2.2.1 DEPENDENCIA DE LOS HIDROCARBUROS.

México posee una amplia variedad de recursos energéticos. Los hidrocarburos son los que predominan y no hay duda de que el país tiene grandes reservas de este tipo de energético. Para 1988, las reservas probadas de hidrocarburos totales se ubicaron en 67,600 millones de barriles, de los cuales 46,200 millones se refieren a petróleo crudo, 14,600 millones a gas y 6,800 millones a condensados.

Cabe reconocer que los costos de extracción necesariamente irán en aumento, ya sea por perforaciones más profundas, mayores tirantes de agua o por el gran número de pozos que se requieren.

En el futuro, en nuestro país las perspectivas de crecimiento y diversificación de las fuentes primarias de energía para la generación de electricidad son las siguientes:

La capacidad total instalada en el Sistema Eléctrico Nacional, ascendía en el año de 1987 a 22,500 MW, de donde 13,500 MW (60%), corresponden a diversos tipos de plantas que operan quemando hidrocarburos; el 40% restante, se produce en centrales hidroeléctricas, carboeléctricas y geotérmicas.

Esta exagerada dependencia de los hidrocarburos es aun mayor, atendiendo a la producción de energía eléctrica. De los 96.2 TWH producidos en 1987, el 68% provienen del petróleo o del gas natural. Se estima que alrededor de 250,000 barriles diarios de crudo equivalente fueron necesarios para generar tal cantidad de energía eléctrica.

A pesar de lo indeseable que es el hacer uso immoderado de esta riqueza, para 1997 el país contará con 9.234 MW adicionales en centrales termoeléctricas, de las cuales en centrales duales serán 4.300 MW que inicialmente quemaran hidrocarburos y que gradualmente irán cambiando a carbón de importación. Si esta transferencia no se realiza antes de 1997, estaremos consumiendo 167 mil barriles diarios de crudo adicionales a los 250,000 que ya consumíamos en 1987, lo cual significara un incremento del 66% en dicho consumo, que equivale a un 5.2% anual, cuando la tasa máxima recomendable no debería ser superior a un 2%.

Suponiendo que a partir de 1998 el incremento de la capacidad total instalada en centrales que utilizan hidrocarburos fuera del 2% anual, para el año 2015 se estarán generando un total de 174.3 TWH anuales en este tipo de centrales y el consumo diario de hidrocarburos sera del orden de 650 mil barriles diarios de crudo equivalentes.

Se han venido construyendo una gran cantidad de centrales termoeléctricas convencionales que operan a base de hidrocarburos (por ser estas las que se pueden adquirir con las limitadas asignaciones presupuestales autorizadas al Sector Eléctrico). Uno de los principales factores que eleva el costo del KWH generado, tiene origen precisamente en este tipo de plantas que a pesar del bajo costo que tiene el petróleo en el mercado internacional, la energía eléctrica mas costosa, es la que se produce mediante la combustión de dicho recurso debido al alto costo en materia ecológica debido al manejo de los contaminantes generados por el mismo y, al mantenimiento y operación del tipo de planta.

El Gobierno de la República se ha propuesto resolver los grandes problemas antes mencionados en el **Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994**, que rige la política de nuestro país en este campo. En el programa se incorporan como objetivos generales, el alcanzar un balance energetico más racional, como condicion para una esperable transición energética ordenada, y para la preservación de nuestros recursos energéticos no renovables, diversificando las fuentes de energía y así reducir la participación de los hidrocarburos en la oferta de la misma.

Pautas establecidas en el programa, es la de incrementar el porcentaje de aportaciones a la industria eléctrica que realiza la geotermia, la hidroenergía y la energía nuclear, para lograr su máximo aprovechamiento al termino de este siglo. Estas son las fuentes masivas convencionales de las que aun se disponen.

Así, el futuro de México se orienta hacia un creciente uso de energía eléctrica con una política de industrialización que apunta hacia la sustitución de la tecnología basada actualmente en equipos ineficientes que utilizan aparatos de combustión interna, que al usar combustibles en abundancia, emiten en la misma medida gases tóxicos los cuales representan hoy en día un serio problema de contaminación ambiental, por lo que serán sustituidos por equipos eléctricos y electrónicos por ser más eficientes y no contaminan.

En materia de servicios públicos, el Transporte Colectivo se está encaminando hacia los transportes eléctricos, tal es el caso de los Ferrocarriles Nacionales de México que ya puso en servicio el primer ferrocarril eléctrico en el país, o como el Metro para la ciudad de Monterrey en el estado de Nuevo León.

Todo este proceso de modernización del país va necesariamente de la mano con un incremento en el uso de energía eléctrica y consecuentemente en un aumento en las necesidades de fuentes de energía para la generación de la misma.

Ante este orden de cosas, la alternativa más viable a mediano plazo para reducir el consumo de hidrocarburos en la generación de energía eléctrica cuidando el aspecto ecológico, es la utilización de fuentes alternas a los hidrocarburos, y a largo plazo, la utilización de fuentes no convencionales.

Amén de este tipo de plantas no contaminantes, la principal ventaja en la mayoría de ellas radica en la posibilidad de instalar unidades con capacidades más altas que pueden someterse a un régimen de operación casi continuo (no solamente en horas de máxima demanda), con lo cual se logra un incremento en la capacidad instalada de las plantas de carga base, obteniendo factores de planta y volúmenes de energía generada muy altos, permitiendo así un abatimiento considerable en los costos por KWH generado.

2.2.2 NECESIDAD DE CRECIMIENTO DEL SECTOR ELECTRICO.

Debido a que la demanda de energía eléctrica se presenta de forma instantánea y que esencialmente no es factible producirla para almacenarla, sino que se genera en el momento en que se demanda, es indispensable planificar la expansión del Sector Eléctrico garantizando que la oferta posible se conserve siempre superior a la demanda, con un nivel de confiabilidad aceptable.

El estudio actual del Desarrollo del Mercado Eléctrico para el periodo 1988-1997, es el resultado de la revisión anual de los datos estadísticos registrados en las diferentes áreas y sistemas del país.

El Sector Eléctrico ha desarrollado un modelo de La demanda de energía eléctrica para el mediano y largo plazo, que toma en consideración las condiciones históricas vigentes de tipo económico y demográfico. Dicho modelo incorpora como variables explícitas el ritmo de actividad económica a través del PIB real, a la inversión bruta fija real, y a la población.

Las condiciones climatológicas tienen efectos cíclicos y son importantes para el diseño del sistema eléctrico. Los cambios tecnológicos producen cambios decisivos, pero su efecto tiende a manifestarse en plazos mayores, entre otras cosas porque el reemplazo de la maquinaria y equipo, es un proceso gradual.

Los resultados del Estudio de Desarrollo del Mercado Eléctrico, tomando en cuenta las proyecciones de población, implican una tasa media de crecimiento del PIB de 5.3% en el periodo 1988-1997, en estas condiciones la generación necesaria bruta deberá crecer a una tasa media de aproximadamente 6.5%.

Históricamente el consumo de energía eléctrica ha aumentado a tasas más altas que el PIB, siendo más marcada la diferencia en los años de bajo crecimiento económico. Este resultado es lógico si se tiene en cuenta que como producto de la electrificación, el número de usuarios del sector ha aumentado de manera estable, es decir, en los últimos años, el motor principal del crecimiento de la demanda de energía eléctrica, ha sido el aumento del número de usuarios, más que el incremento del consumo promedio de cada usuario.

En cuanto a la tasa de crecimiento del PIB para la década siguiente, es conveniente tomar en cuenta (de acuerdo al Consejo Nacional de Población (CONAPO)) que en el periodo 1987-1997 la población entre 20 y 64 años crecerá a una tasa promedio anual de alrededor del 3.6% con un incremento anual de entre 2% y 2.5% en la productividad de la mano de obra, la economía estará obligada a crecer con una tasa cercana al 6% para dar cabida al incremento de la fuerza laboral.

El fenómeno demográfico, los avances en el proceso de electrificación y la necesidad de que crezca la economía, hacen prever que la demanda de electricidad aumentará por encima del 6% durante los próximos diez años; considerando también que la electricidad es el tipo de energía que, por su multiplicidad de usos, limpieza y eficiencia registran mayor crecimiento en su demanda en el mundo.

En todo caso, es particularmente agudo el problema de la demanda que se deriva del crecimiento de la población y del grado de urbanización que se está dando, se considera que para el año 2030 la población mundial se habrá duplicado de unos 5.000 millones de personas a 10.000 millones.

Más de las tres cuartas partes de la producción mundial de energía la consume el 28% de la población que vive en países industrializados, ya que en los países en desarrollo el valor medio de consumo de energía por habitante representa la décima parte, o menos.

En muchos países la demanda de electricidad aumenta más aprisa que la demanda de energía primaria: la sociedad moderna prefiere los beneficios que proporciona el uso de esta limpia forma de energía.

En los países industrializados se ha previsto que la participación de la electricidad en el consumo total de energía aumentó cerca del 30% en 1982 y aumentará alrededor del 40% en el año 2000. En los países en desarrollo, que parten de una base inferior, se estima que la tasa de crecimiento será más rápida, aumentando esa participación en menos del 20% al 30% en el mismo período.

2.2.3 DESPERDICIO Y USO INEFICIENTE DE LA ENERGIA.

De 1945 a 1972 el precio del petróleo bajó continuamente en términos reales al tiempo que se descubrían grandes reservas. Era escaso el incentivo para ahorrar energía, la conservación de ésta en forma de motores más eficientes o de mejor aislamiento habría costado a menudo más, que el combustible ahorrado.

Esta situación ha cambiado radicalmente, en el Sector Eléctrico, por ejemplo, el elevado costo del KWH generado a base de hidrocarburos, es un incentivo directo para aminorar su consumo y usarlos más eficientemente, al mismo tiempo que la recesión económica ha reducido aun más la demanda.

El consumo total de energía ha descendido en algunos países, y el consumo mundial de petróleo disminuyó realmente de 1973 a 1975 y desde entonces aumenta más lentamente que antes, probablemente ahora permanece estacionario en torno a la cantidad consumida en 1980.

Con amplias y bien concebidas medidas de ahorro de energía, es posible reducir aun más el consumo, principalmente en los países industrializados que son los mayores consumidores.

La medida en que la conservación de la energía pueda disminuir la demanda, es limitada, porque hay un punto más allá del cual no se pueden bajar los termostatos ni se puede aumentar el rendimiento de los motores, se trata además de un proceso lento por lo que harán falta muchos años para que los motores en la maquinaria utilizada hoy día puedan sustituirse por otros de mejor diseño, mejor aislados y más económicos. La conservación de la energía es a menudo costosa, y seguramente se necesitan leyes e incentivos fiscales nuevos para persuadir a las empresas y a los individuos para que adopten las medidas necesarias.

La conservación de la energía significa que hay que utilizar nuestros recursos energéticos de manera más eficiente, con menos desperdicio, pero sin reducir la producción de bienes y servicios, ni retardar o frenar el crecimiento económico.

Los efectos de reducción de la demanda de energía que se han tenido durante la recesión no deben contabilizarse en el haber de la conservación, en el mejor de los casos suponen una abstinencia forzosa, y en el peor, una privación y empobrecimiento.

2.3 EXPECTATIVAS DE DESARROLLO ENERGETICO.

Aparejado a la problemática reseñada, México mantiene un Sector Energético que cuenta con las bases para continuar siendo un motor del desarrollo y apoyar así la estrategia de modernización: el Sector encuentra su fortaleza en un cúmulo de activos tangibles: acervo productivo y tecnológico, recursos humanos capacitados, recursos naturales y un marco jurídico vigente.

Estos medios se ven complementados con la necesaria voluntad política, no sólo para emprender tareas nuevas en el ámbito del Sector, sino también consolidar lo avanzado, favorecer la continuidad y cambio para modernizarlo. Sin embargo, no resulta realista esperar cambios radicales e inmediatos en los aspectos cuantitativos del Sector Energético; no puede repentinamente dejar de exportar, de aportar recursos fiscales, de consumir hidrocarburos en la generación de electricidad, ni tampoco parar su crecimiento a riesgo de desatender los requerimientos internos de energía.

2.3.1 PRIORIDADES DEL SECTOR ELECTRICO.

De lo anterior se desprende para el propio sector un reto fundamental: asegurar la disponibilidad de energía que exige el proceso de desarrollo, con eficiencia, oportunidad y particular atención al ambiente, este reto tiene una dimensión doble: por un lado, crecer y consolidar en términos de la oferta y por el otro, racionalizar la demanda conjuntando de manera óptima esfuerzos de productividad, eficiencia y ahorro de recursos, atendiendo las siguientes prioridades:

a). Productividad.

Buscar una mayor eficiencia en la producción, transformación y comercialización de los energéticos.

Reforzar programas de mantenimiento y modernización de la infraestructura del sector.

Abatir costos y elevar la calidad de los productos y los servicios, esto último también asociado a los esfuerzos en materia de protección ambiental.

b). Ahorro y Uso Eficiente de la Energía.

Llevar adelante un programa con carácter integral que promueva el ahorro y uso eficiente de la energía con la participación comprometida de toda la sociedad.

Inducir cambios permanentes en los hábitos de consumo hacia usos más eficientes. En la medida en que se vaya conteniendo la dinámica de la demanda, se estarán ahorrando recursos naturales y liberando potencial en la oferta energética y recursos de inversión para otras prioridades nacionales.

c). Desarrollo y Expansión de la Oferta Energética.

Elevar selectivamente los niveles de inversión para apoyar la ampliación de la capacidad en el Sector Energético y este responda de manera efectiva a las demandas de crecimiento y modernización del país, para ello, será necesario fortalecer la posición financiera de las entidades del sector y buscar mecanismos de financiamiento que, a la vez de asegurar su crecimiento y consolidación, considere la astringencia de recursos. En este sentido, la participación complementaria de ahorro privado en ciertas obras de infraestructura del sector deberán formar parte de este esfuerzo.

d). Diversificación de Fuentes de Energía.

Fortalecer el impulso de diversificación de fuentes de energía para la generación de electricidad a efecto de disminuir la alta dependencia de los hidrocarburos, este proceso atiende de manera simultánea a criterios de dotación y acceso a recursos naturales (incluyendo la importación), cuestiones ambientales y disponibilidad de recursos financieros.

Para lograr lo anterior, se han llevado a cabo estudios que permitan estimar los recursos energéticos potenciales, que sean técnica y económicamente factibles de aprovechar como fuentes alternas a los hidrocarburos para la generación de energía eléctrica, así como de fuentes no convencionales.

Uno de estos estudios recientes sobre fuentes alternas y no convencionales para la generación de electricidad, realizado conjuntamente por la SEMIP y CFE, presentado a continuación, nos dará una idea de la actual situación al respecto.

d.1). Fuentes Alternas.

Hidroelectricidad:

En hidroelectricidad, el potencial económicamente aprovechable asciende a 80 TWH anuales, del cual ya están en operación 27 TWH (34%), en más de 70 centrales, seis de las cuales aportan el 61% de la energía hidroeléctrica; otros 7.6 TWH más están en proceso de construcción o bien ya incorporados en los programas de expansión de la rama eléctrica para los próximos diez años.

La viabilidad del desarrollo hidroeléctrico depende de la disponibilidad de recursos financieros, humanos y físicos, además de la factibilidad técnica y económica de cada proyecto, ya que las posibilidades de construir centrales como las que se han realizado en el río Grijalva y en el Balsas, tienen el inconveniente de que su embalse inunda grandes extensiones, generalmente de tierras fértiles y cultivables, así como poblados completos. La ecología también se ve afectada en la flora y fauna, con ellos se pierde también potenciales importantes en la producción de alimentos, renglón por demás importante en esta etapa de crisis que vive el país.

Al potencial hidroeléctrico se puede agregar otro de cierta importancia, sobre todo en términos locales, con la instalación de plantas microhidráulicas en zonas alejadas de la red eléctrica.

Geotermia:

Con los estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos más recientes, y con la tecnología vigente, se prevé que las reservas de este recurso permiten la instalación de una capacidad del orden de los 1,700 MW.

La capacidad total instalada nos ubica como el tercer país mundial con este tipo de aprovechamiento ya que se tienen en operación centrales de este tipo con una capacidad del orden de los 700 MW ubicados en diversos puntos del país como: Cerro Prieto en Baja California, Los Azufres en Michoacán, La Primavera en Jalisco y Los Humeros en Puebla.

En 1988 se generaron ya un total de 4.66 TWH con esta tecnología y los estudios realizados a la fecha, permiten asegurar que es factible producir 21.2 TWH anuales con una potencia del orden de los 3,000 MW.

Carboeléctrica:

En cuanto a carbón térmico, la geología del país y las exploraciones efectuadas confirman un potencial limitado, con reservas probadas del orden de 600 millones de toneladas y otras 140 millones como probables, su aprovechamiento permitirá alcanzar una capacidad instalada de 4,700 MW (hay 1,200 MW en operación y 700 MW más en construcción), además, existen posibilidades de utilizar carbón coquizable para generación eléctrica con lo que para finales del período considerado se pudiera alcanzar una capacidad instalada del orden de 6,500 MW.

Previendo el agotamiento de los distintos recursos energéticos disponibles en el país, la CFE ha iniciado la construcción de centrales termoeléctricas duales con capacidad de operar utilizando hidrocarburos o carbón de importación, combustible relativamente abundante en el mundo, el cual a pesar de los grandes inconvenientes que significa su empleo, será utilizado en forma creciente a medida que las reservas de hidrocarburos vayan disminuyendo.

El programa de obras del Sector Eléctrico indica que en los próximos diez años entrarán en funcionamiento 4,300 MW en este tipo de centrales, que inicialmente operaran quemando hidrocarburos y que gradualmente irán cambiando a carbón.

Los estudios indican que la conversión se hará a partir de 1998 a razón de 430 MW anuales terminando en el año 2007, así mismo, se ha supuesto que a partir del año 2008 continuará el incremento de la capacidad de centrales que operan con carbón importado al mismo ritmo.

Nucleoelectricidad:

Las reservas probadas de uranio ascienden a 10,600 toneladas que garantizan el abastecimiento durante la vida útil de la Central Nucleoelectrica de Laguna Verde (cuenta con dos unidades de 654 MW cada una, totalizando una capacidad instalada de 1,308 MW) quedando un excedente de por lo menos 30%, cabe hacer la aclaración que el potencial uranífero del país aun resulta incierto debido a que dicho material necesita un proceso de enriquecimiento y no se cuenta con tecnología propia para esto, por lo que su aplicación ha quedado limitada.

d.2). Fuentes no Convencionales.

Con las tecnologías vigentes, la utilización de fuentes no convencionales (solar y eólica) está dada más en términos de proyectos localizados, que para la generación masiva de energía, en la medida que aumente el precio del petróleo y se desarrollen tecnologías apropiadas, dichas fuentes serán rentables.

2.3.2 ESTRATEGIAS EN EL SECTOR ELECTRICO.

Para cubrir satisfactoriamente las prioridades anteriores, se requiere:

- Fortalecer la infraestructura del sector.
- Romper discontinuidades y rigideces en sus diversas fases productivas.
- Incrementar la eficiencia y productividad, incluyendo el mejoramiento de los sistemas de información y comunicación con los usuarios para optimizar su consumo y demanda de energía.
- Optimizar tareas de mantenimiento y consolidar la integración del propio sector.
- Aumentar los niveles de ahorro y uso eficiente de energía y racionalizar su demanda con la participación activa del conjunto de la sociedad.

En paralelo:

- Recuperar de manera selectiva y prioritaria los niveles de inversión del sector que le permitan ir ampliando su capacidad de oferta energética, para responder a las mayores necesidades que habrán de derivar del proceso de recuperación y crecimiento económico del país. Esta estrategia, cuya meta es que el Sector Energético responda eficazmente a los requerimientos que le imponga la modernización nacional, se encamina a incrementar márgenes de maniobra y potencial de respuesta efectiva del sector, asimismo, busca ampliar la capacidad y disponibilidad de la oferta energética y al mismo tiempo racionalizar la demanda, para ésto se requiere llevar adelante cambios de hábitos y procesos de racionalización que permitan romper inercias que sólo responden a costumbres improductivas y alcanzar, en consecuencia, esquemas de trabajo más productivos.

La modernización energética sólo es viable con la participación de la sociedad civil, receptora y demandante de la acción del Sector Energético, pero sobre todo la responsable de hacer un uso más eficiente de los recursos energéticos en su consumo cotidiano y vigilar lo que el propio Sector realiza para hacer más productiva tanto la generación y distribución así como el consumo de la energía, en aras de la productividad y el consecuente beneficio de todos.

2.4 CONCLUSIONES REFERENTES A LA OFERTA DE ELECTRICIDAD.

Hasta el año 2010 la trayectoria de expansión de la capacidad instalada para la generación eléctrica se determinará en buena medida por la inercia de los proyectos en construcción o ya programados, considerando el comportamiento previsible de la demanda, la disponibilidad y precios de los energéticos, costos de inversión y desarrollo tecnológico; se prevee que el total de la capacidad instalada para generación eléctrica sea de 71 a 81.4 GW, frente a 23.9 GW de 1988; de este total, la participación relativa de los hidrocarburos se reduce en términos de capacidad instalada así como de generación.

Entre 1989 y 1994 se deberán agregar 9.7 GW a la capacidad instalada, que significa una tasa media de crecimiento anual de 5.8%; ello implica terminar 5 GW iniciados en años anteriores y poner en operación aproximadamente otros 5 GW de los más de 10 GW que se iniciarán en este periodo.

TABLA 2-1.

| Capacidad Instalada Total | GW | Participación (%) de los Hidrocarburos |
|---------------------------|-------------|--|
| 1988 | 23.9 | 60 |
| 1994 | 33.6 | 53 |
| 2010 | 71.0 - 81.4 | 43.0 - 34.0 |

A largo plazo, hacia el año 2010, los escenarios planteados preveen que el total de la capacidad instalada aumente a niveles de entre 71 y 81.4 GW; esto significa agregar, entre 1995 y 2010, de 37.4 a 47.8 GW. Al final del periodo, la capacidad instalada necesaria resulta entre 111 y 142% mayor a la prevista para 1994 y entre 196 y 240 % superior a la alcanzada a finales de 1988.

Los requerimientos en términos de capacidad de respuesta, expansión del sistema y mayor disponibilidad, representan un reto formidable que necesariamente implican importantes flujos de gasto de inversión, cuyo incremento real resulta fundamental para evitar que los márgenes de reserva caigan a niveles críticos que afecten la confiabilidad del servicio; en márgenes de maniobra, y debido a los largos periodos de maduración de los proyectos del sector, se requiere que los programas de inversión tengan incrementos reales más altos en los primeros años del periodo considerado, esto a su vez, deberá proyectarse en conjunto con gastos destinados a aumentar la disponibilidad de la oferta energética, cuyo costo en muchos casos es inferior a la de aumentar capacidad; resulta fundamental no dejar de lado estas opciones que efectivamente contribuyen a racionalizar el gasto de inversión.

En la rama de hidrocarburos, por ejemplo, la modernización de refinerías constituye un caso importante, así mismo, resulta relevante señalar que en la actualidad las pérdidas en transmisión y distribución en el sistema eléctrico son demasiado elevadas; el costo por kilowatt de reducción de pérdidas en las condiciones presentes del sistema, es inferior al costo de incrementar la capacidad instalada; se estima que existe un potencial del orden de 3 a 4% que se puede ahorrar en capacidad y otro aproximado en energía haciéndose las correcciones debidas en los sistemas de transmisión y distribución.

C A P I T U L O 3

POLITICAS PARA LA CONSERVACION Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA.

3.1 PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR ENERGETICO.

En los próximos años el Sector Energetico requiere forzosamente incrementar en forma significativa su inversión en terminos reales, tal proceso debera ir acompañado de un constante incremento en la productividad; estos dos elementos, inversión y productividad, deberán ser complementarios y no excluyentes.

Actualmente se observa un rezago en el crecimiento de la oferta energética con respecto al comportamiento de la demanda y las expectativas inmediatas de reactivación económica interna; la productividad significa una mayor oportunidad de mantener el abasto de energía en la cantidad y calidad requeridas a través de gastos de mantenimiento, recuperación y modernización de los equipos, maquinarias y sistemas de generación, suministro y consumo existentes. En otros terminos, buscar ampliar la disponibilidad de energía, no solo se logra con el incremento de la capacidad instalada sino ahorrando ésta y liberando dicha capacidad.

Sin requerir grandes montos de inversión, PEMEX por ejemplo, puede incrementar su productividad con ajustes operacionales y de mantenimiento correctivo. Otras medidas pueden ser igualmente efectivas con algo más de inversión en equipos de medición, sistemas de recuperación de vapores, etc.

En el caso de la rama eléctrica, se pueden reducir los usos propios y pérdidas de transmisión y distribución con recursos adicionales para el mejoramiento de líneas y transformadores.

En las plantas generadoras resulta indispensable continuar con los programas intensivos de mantenimiento e incrementar y agilizar los de rehabilitación y modernización de centrales termoelectricas, así como mejorar la operación de centrales de base en coordinación con las centrales de pico, en función directa al comportamiento de la demanda eléctrica.

3.2 AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA.

El Programa Nacional de Modernización Energética otorga máxima prioridad al ahorro y uso eficiente de la energía a través de un esfuerzo integral en el que participe toda la sociedad.

En Mexico existe un potencial global para el ahorro de energía que se estima en más de 300 mil barriles diarios de petróleo crudo equivalente; se requiere llevar adelante una política concreta que fije metas realistas. La industria y el propio Sector Energetico, además del de transporte, deberán ser áreas de acción prioritarias.

Ante una perspectiva de escasez relativa de recursos financieros y de racionalización del Sector público, el mayor peso de las acciones en materia de ahorro de energía deberán realizarla directamente los propios consumidores; las empresas paraestatales serán vanguardia de este esfuerzo nacional. El principal incentivo para ello será el económico, en la medida que es imprescindible crear una amplia conciencia social sobre la importancia y repercusión del ahorro energético.

Por su parte, el Gobierno Federal deberá hacer uso de todos aquellos instrumentos y medidas que, junto con la permanencia de una política realista de precios y tarifas, promuevan los cambios de hábitos hacia consumos más racionales de los energeticos.

Un paso trascendente en el desarrollo de esta política se da con la creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Acuerdo Presidencial del 26 de septiembre de 1989), donde esta Comisión participa como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de los gobiernos estatales y municipales y de los particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de energía constituyendo la instancia de concertación social indispensable para promover acciones en esta materia que involucren a todos los sectores de la sociedad.

3.3 DIVERSIFICACION DE FUENTES DE ENERGIA.

Una transición energética ordenada que permita al país pasar sin ajustes bruscos de una época en que predominan los hidrocarburos como fuente primaria de energía a otra con una gama de energéticos más diversificada, es uno de los aspectos prioritarios en la determinación de la política energética a mediano y largo plazo.

La principal fuente de energía del país es y seguirá siendo por mucho tiempo la basada en los hidrocarburos; por lo tanto, el cambio requerido será sobre un cierto margen de acciones y no una transformación radical, no obstante, existe la necesidad de que el país reduzca su alta dependencia de los hidrocarburos, ya que aun cuando se dispone de cuantiosas reservas a largo plazo, esta dependencia agotaría innecesaria y prematuramente el recurso y además le impondría a nuestra economía una rigidez indeseable.

En la medida en que se avance en la diversificación, el Sector Energético alcanzará un desarrollo más equilibrado y tecnológicamente, más moderno.

El aspecto central en la transición energética ordenada, es la conceptualización de la rama eléctrica como vértice del proceso, lo que implica por una parte, que a medida que pase el tiempo, deberá ir cobrando mayor importancia relativa dicha rama con respecto a la petrolera y, por otra, la mayor utilización de fuentes primarias para la generación eléctrica distintas a los hidrocarburos.

El proceso de diversificación en la rama eléctrica, en el que se centrarán las acciones, debe incluir las siguientes consideraciones:

- i) Establecer un programa global con recursos y metas específicos para fortalecer y ampliar la prospección nacional de recursos energéticos importantes como el carbón, uranio, geotermia e hidráulicos incluyendo también las fuentes no convencionales, en todos los casos se tiene un conocimiento básico de las principales manifestaciones; la tarea es precisar y evaluar en detalle los potenciales.
- ii) El aprovechamiento de las distintas opciones por fuente, deberá tomar en cuenta los potenciales de reserva, los tiempos de maduración de los proyectos de desarrollo con sus características y los impactos ambientales, así mismo, el crecimiento de la demanda, precios de los distintos energéticos y costos de inversión, operación y mantenimiento.

En todo caso se buscará una mezcla óptima considerando a las distintas fuentes como complementarias entre sí, y en base a ello, proponer e inducir en el Consumidor Curvas de Demanda Objetivo para el consumo de energía eléctrica.

- iii) En este proceso no necesariamente se tiene que ser autosuficiente en el suministro de las fuentes de energía, pues en un momento dado puede ser conveniente la importación de algunos recursos teniendo en cuenta el costo de oportunidad que conlleva la conservación de los hidrocarburos y sus mejores usos como materia prima en productos de un mayor valor agregado; un caso concreto, lo constituye el combustóleo.

Con base en tales consideraciones y en los escenarios de expansión de capacidad eléctrica y en la medida en que se continúan esfuerzos de diversificación, permitirán contar con una estructura de capacidad a mediano plazo con el perfil mostrado en la TABLA 3-1.

TABLA 3-1

| | CAPACIDAD INSTALADA (MW) | |
|------------------|----------------------------|--------|
| | 1988 | 1994 |
| Hidroeléctricas | 7,749 | 8,839 |
| Nucleoeléctricas | - | 1,530 |
| Geotérmicas | 700 | 820 |
| Carboeléctricas | 1,200 | 2,600 |
| Duales 1/ | - | 2,100 |
| Hidrocarburos | 14,305 | 17,906 |
| Diesel | 89 | 154 |
| Ciclo combinado | 1,624 | 1,844 |
| Turbogas | 1,792 | 1,852 |
| Combustóleo | 10,800 | 14,056 |

1/ A operar 100% con carbón importado.

De estos totales, la participación de los hidrocarburos se reduciría, tanto en la capacidad como en la generación, tal cambio se observa en la TABLA 3-2.

TABLA 3-2.

| PARTICIPACION % DE LOS HIDROCARBUROS | 1988 | 1994 |
|--------------------------------------|------|------|
| En la Capacidad Instalada | 60 | 53 |
| En la Generación | 67 | 59 |

A largo plazo, hacia el año 2010, los escenarios planteados suponen un aprovechamiento cabal de fuentes alternas conforme a los criterios mencionados anteriormente y preveen que los medios hidroeléctricos se desarrollen al máximo apoyados por plantas geotérmicas, nucleares y duales. Se identifican además, posibilidades para el desarrollo de sistemas de cogeneración y de fuentes no convencionales.

Una alternativa real para contribuir a la diversificación y así reducir requerimientos, tanto de combustóleo como de carbón importado, es la nuclear. Desde un punto de vista técnico y económico, el desarrollo de plantas nucleoelectricas en nuestro país en una perspectiva de largo plazo, está justificado.

Finalmente, dentro de los esfuerzos de diversificación, deberá procurarse el mayor aprovechamiento posible de oportunidades para el desarrollo de sistemas de cogeneración (los cuales aumentan la eficiencia energética), empezando por aquéllas existentes entre las entidades del propio Sector Energético.

En el caso de las fuentes no convencionales, su participación se vislumbra en terminos de energía para proyectos regionales, particularmente en el medio rural.

3.4 POLITICA DE PRECIOS Y TARIFAS.

Los precios y tarifas dentro de la política energética son una herramienta de singular importancia, que además de proveer recursos a las entidades del propio sector y a las finanzas públicas en general, incide sobre la evolución de la demanda de energía impactando los índices de precios así como diversas actividades productivas.

La política de precios y tarifas debe avanzar de manera más equilibrada entre consideraciones financieras y aspectos sociales, regionales y políticos; así mismo es importante persistir en su autenticación como instrumento promotor del ahorro y uso eficiente de la energía.

En el contexto de la apertura comercial, la determinación de los precios y tarifas de los energéticos deberá considerar los precios internacionales de productos similares, procurando guardar márgenes de competitividad.

Desde una perspectiva institucional, conviene otorgar una mayor flexibilidad a las entidades del Sector Energético en la fijación de sus precios y tarifas: se plantea que sobre la base de un acuerdo entre las entidades del sector y el Gobierno Federal sobre un esquema básico de política de precios, se autorice a las entidades, mecanismos semiautomáticos de ajuste en sus precios y tarifas dentro de un rango y una frecuencia también acordados.

Es fundamental evitar que los precios y tarifas se rezaguen, al igual que conformar estructuras de precios relativos que reflejen diversos criterios que van desde la disponibilidad relativa de recursos hasta el perfil de demanda que se desea promover. Así mismo, es necesario afinar la política introduciendo criterios más elaborados, tales como los costos de transporte y comercialización, además de consideraciones ambientales.

Esto requiere de estudios de factibilidad detallados e implicará la aplicación de precios diferentes a nivel regional para un mismo energético.

En cuanto a tarifas eléctricas, ajustarlas para que contribuyan a financiar con recursos propios, al menos el 40% del gasto de inversión. Actividades como el comercio y los servicios no deben tener subsidio de energía eléctrica y se propone que las tarifas correspondientes lleguen a ser autofinanciables, como las industriales.

Para que las tarifas tengan una relación precio/costo adecuada, es necesario estudiar esquemas tarifarios con modificaciones automáticas basándose en una fórmula de costos preacordada con el usuario.

Resulta importante que exista consenso, que no solo con la corrección de las tarifas residenciales se lograra recuperar el desequilibrio global de las tarifas, se debe seguir avanzando en la puesta en práctica de tarifas horarias, basadas en **Costos Marginales de Suministro**, que permiten distinguir regiones, épocas del año (temporadas), horarios de consumo y tensión de suministro.

Además, las tarifas basadas en costos marginales dan al Consumidor una señal clara de sus costos de suministro y fomentan un uso más eficiente mediante Curvas de Demanda Objetivo del parque de generación instalado, lo que produce ahorros en combustible y capacidad requerida.

Al respecto, se tiene el antecedente del Programa Piloto de la Tarifa 12 Horaria propuesto por CFE.

3.4.1 LA TARIFA 12 HORARIA, ANTECEDENTES Y ESTRUCTURA.

a) Antecedentes.

A partir del año 1986, la CFE se ha esforzado en impulsar el desarrollo de tarifas basadas en costos marginales de servicio.

El primer paso que se dio para ello fue la asesoría contratada con la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA) de Chile, en el bimestre septiembre-octubre de 1986. Esta asesoría, patrocinada por el Banco Internacional de Desarrollo (BID) y la CFE efectuó un estudio de tarifas que entre otras cosas, estableció una primer propuesta de tarifa marginalista aplicable a los usuarios servidos en la Tarifa 12.

A finales de 1987, la CFE emprendió estudios adicionales sobre el tema, diseñando una tarifa marginalista, llamada Tarifa Horaria, que se ofreció al año siguiente como una opción de pago dentro de la Tarifa 12. El fundamento legal para el ofrecimiento de la Tarifa Horaria a partir de 1988 fue el acuerdo publicado el 17 de diciembre de 1987 en el Diario Oficial de la Federación.

Como resultado de lo anterior, a partir de junio de 1988 se firmaron los primeros convenios de inscripción a esta modalidad horaria, tratándose como opción voluntaria para usuarios de Tarifa 12.

b) Estructura de la Tarifa Horaria.

En la Tarifa Horaria, el día se divide en dos periodos:
(1) Periodo de punta, cuyo horario es de 18:00 a 22:00 hrs.
(2) Periodo de base, cuyo horario es el resto de día.
Como lo muestra la FIGURA 3-1.

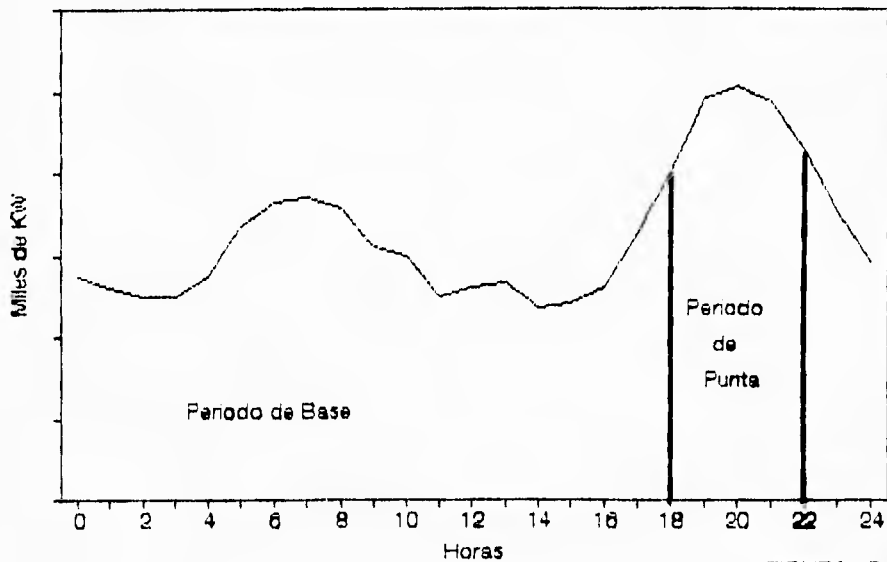


FIGURA 3-1

Esta división se hizo, bajo el conocimiento de que en el horario de 18:00 a 22:00 Hrs. se presentan con gran regularidad las demandas máximas en el Sistema Interconectado Nacional.

La idea central de la Tarifa Horaria es el promover el consumo de energía fuera del período de punta, para ello se factura en base a un algoritmo que se explica a continuación.

Los cargos que se aplican en la Tarifa Horaria, tienen por base dos mediciones:

- Energía total consumida en el mes.
- Demanda (potencia) máxima registrada en el mes.

Los cargos de la Tarifa 12, para el año 1989 son:

- Cargo de demanda <\$/KW> : \$ 15,430.06 por KW
- Cargo de energía <\$/KWH> : \$ 62.24 por KWH

La Tarifa Horaria, a diferencia de la Tarifa 12, distingue entre dos niveles de voltaje suministrado:

- A: Tensiones de 220 KV o mayores.
- B: Tensiones de 66 KV o más, pero menores a 220 KV.

Los cargos en el nivel A son más bajos, porque la energía requiere menos pasos de transformación.

La facturación en esta Tarifa se realiza en base a la siguiente fórmula:

| | | |
|----------------------------------|---|----------------|
| $DBF = DMp + 0.20 * (DMb - DMp)$ | ; | $DMb > DMp$ |
| $DBF = DMp$ | ; | $DMb \leq DMp$ |

Donde:

- DBF : Demanda Base de Facturación.
- DMp : Demanda Máxima de punta.
- DMb : Demanda Máxima de base.

Los cargos de Tarifa Horaria, para el año 1989 son:

| | Nivel de voltaje: | A | B |
|--------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
| - Cargo de demanda <\$/KW> | | 16,294.42 | 17,102.23 |
| - Cargo de energía de punta <\$/KWH> | | 95.49 | 96.53 |
| - Cargo de energía de base <\$/KWH> | | 52.98 | 53.67 |

A continuación se da un ejemplo de facturación, donde se observarán las motivantes económicas para los consumidores en Tarifa Horaria.

Los siguientes datos corresponden a un usuario de Tarifa 12, con tensión de 115 KV:

| Demanda | <KW> | Consumo | <KWH> |
|------------|--------|---------|------------|
| En punta : | 21 312 | | 1 605 470 |
| En base : | 26 900 | | 12 869 913 |
| | | Total: | 14 475 383 |

El calculo de la factura con Tarifa 12 Convencional es:

| | | |
|----------------------|---------------------------|---------------------|
| Importe por Demanda: | (26 900)*(15 430.06) = \$ | 415'062,614.00 |
| Importe por Consumo: | (14 475 383)*(62.24) = \$ | 900'947,838.00 |
| | | \$ 1'316'016,452.00 |

El correspondiente calculo con la Tarifa 12 Horaria es:

DBF = $21\ 312 + 0.2 * (26\ 900 - 21\ 312) = 22\ 430$ KW
Importe por DBF: $(22\ 430) * (17\ 102.23) = \$\ 383'603,019.00$

Importe por consumo en:

Período de base: $(12\ 869\ 913) * (53.67) = \$\ 690'728,231.00$
Período de punta: $(1\ 605\ 470) * (96.53) = \$\ 154'976,019.00$

\$ 1'229'307,269.00

La diferencia entre las facturaciones es \$ 86'709,183.00 que representa para el Consumidor en Tarifa 12 Horaria un ahorro considerable respecto del pago que debería hacer con la Tarifa 12 Convencional.

La fórmula de Demanda Base de Facturación está implementada de tal forma que el Consumidor obtiene un costo menor por la energía que emplee, si disminuye su demanda en el período de punta recuperando esa disminución durante el período de base.

Como se mencionó anteriormente, la Tarifa Horaria se promovió con el fin de "acortar" el pico de demanda de los grandes consumidores, ya que el suministrador se encuentra con el problema de generar más energía en estos períodos de punta.

La compañía suministradora pretende que la demanda solicitada por parte de los consumidores sea más uniforme, para así emplear con mayor consistencia algunas plantas, ya que el costo de arranque y paro de estas es muy elevado.

Por otra parte, el Consumidor tiene ventajas al emplear la Tarifa Horaria, y por ello tiene que pagar un precio.

El precio que debe pagar es, alterar su proceso, de modo que en las horas punta deje de demandar potencia (tal como lo hace en horas base), esto lo logra desconectando o apagando algunas de sus máquinas y/o aparatos, de tal manera que sus niveles de producción no se vean afectados significativamente.

Por eso, el Consumidor deberá plantearse un compromiso, entre usar de manera conveniente la Tarifa Horaria y mantener sus niveles de producción lo más alto posible (como lo eran antes de usar esta Tarifa).

Es evidente que los consumidores que pagan cargos por demanda máxima y por consumo de energía eléctrica se pueden ver favorecidos en determinado momento al controlar su demanda sin alterar sus niveles de producción.

Durante 1987 se inició la implantación de medidores por pulsos entre los usuarios de la tarifa 12. Dichos medidores permiten obtener información sobre el consumo de energía y la demanda de potencia a intervalos regulares de los usuarios a lo largo de todo el mes, de manera que es posible conocer los patrones de consumo.

De acuerdo a la tarifa de máxima demanda, se aplica un cargo por este concepto, mas un cargo por la energía consumida.

Este cargo de demanda máxima se toma según el valor pico que se calcule durante un periodo de medición de 15 minutos, como se muestra en la FIGURA 3-2.

Por otra parte, las tarifas horarias miden la carga durante diferentes periodos del día. El precio de la energía consumida depende de las horas del día (horas pico y horas base), como se observó en la FIGURA 3-1.

Otro tipo de tarifa es la que limita la demanda, donde el consumo total de un día se registra y compara con una potencia límite y el KW que sobrepase este límite será considerablemente más costoso, ver la FIGURA 3-3.

Se deberán incluir además tarifas interrumpibles e incrementar la penalización por bajo factor de potencia y bonificar cuando sea superior a 90% en las tarifas de Alta Tensión.

Concluyendo con el Capítulo, es palpable la evolución de las tarifas si se compara lo anteriormente expuesto con la nueva clasificación de las tarifas publicadas en el Diario Oficial de la Federación con fecha 10 de noviembre de 1991 (ver apéndice). Donde se han reclasificado las tarifas en: Tarifas O-M (Ordinaria Media Tensión), H-M (Horaria Mediana Tensión), H-S (Horaria Subtransmisión en Alta Tensión) y H-T (Horaria Transmisión en Alta Tensión), ya no existe solo la tarifa para los grandes consumidores, sino que ahora se toma en cuenta el mayor número de consumidores al considerar los de tensión mediana.

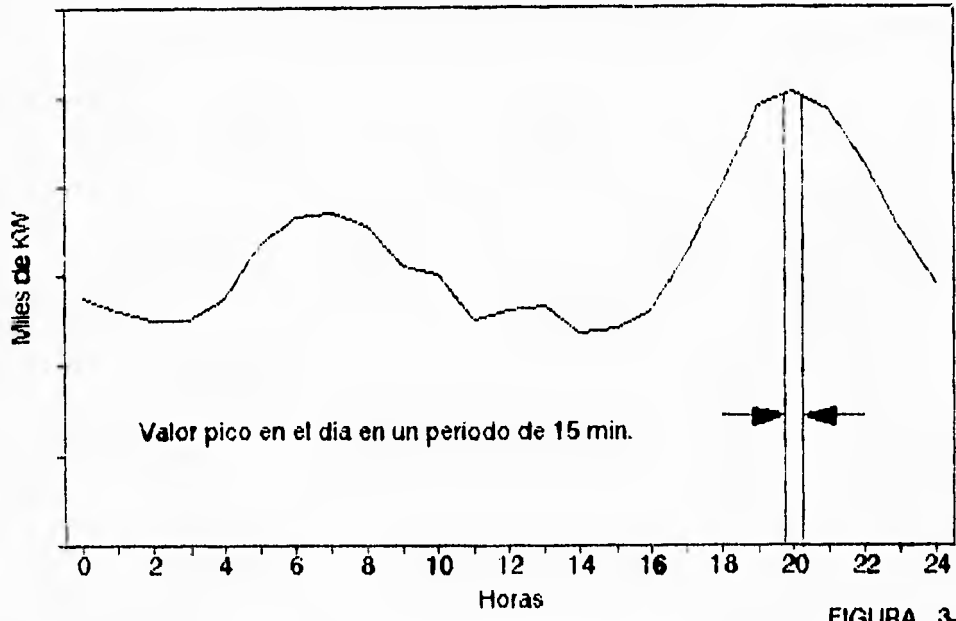


FIGURA 3-2

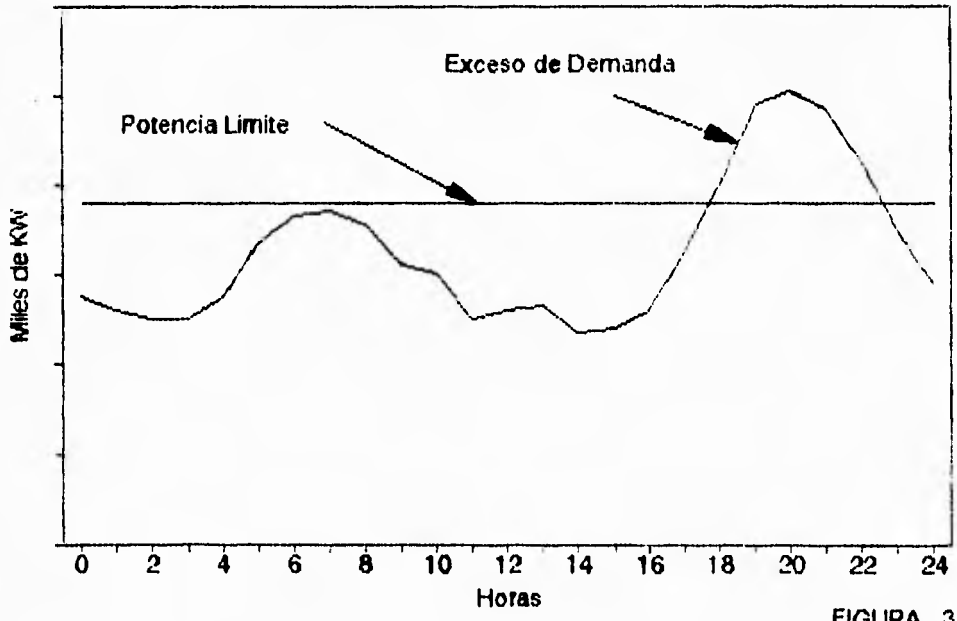


FIGURA 3-3

C A P I T U L O 4

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CONTROLADORES DE DEMANDA

4.1 ANTECEDENTES.

La Compañía suministradora como cualquier otra, debe hacer inversiones rentables para generar bienes o servicios, los cuales al venderse en el mercado deben amortizar a corto y mediano plazo los costos de inversión hechos, así como los costos de operación.

Para tal fin introducen Cargos de demanda y consumo en la facturación de sus clientes. Los Cargos de demanda, son el pago justo que hace el Consumidor para cubrir la inversión inicial de instalación hecha por el Suministrador y los Cargos de consumo se cobran para amortizar los costos de operación del sistema de generación, transmisión y distribución. Hay que resaltar que estos cargos van de acuerdo a la magnitud de la carga servida, la época del año y la hora del día, debido a que el Suministrador debe contar con una capacidad instalada que garantice el servicio de energía en las horas de demanda máxima.

Normalmente esta situación se presenta durante breves períodos de tiempo en un día, por lo que no conviene al Suministrador absorber estos picos de demanda con plantas generadoras que requieren un alto costo de inversión inicial (plantas hidroeléctricas) si se va a operar con un bajo Factor de planta, sino que el pico de demanda se absorbe con plantas generadoras que requieren un bajo costo de inversión inicial, pero con costos de operación relativamente altos (plantas termoeléctricas y plantas turbogas) cosa que afecta de manera significativa, ya que operan durante cortos períodos de tiempo.

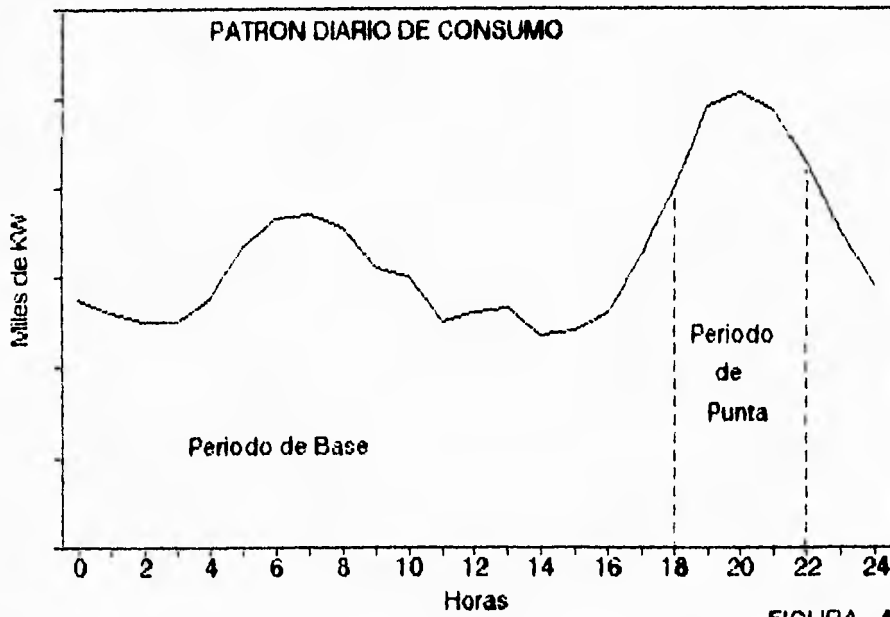


FIGURA 4-1

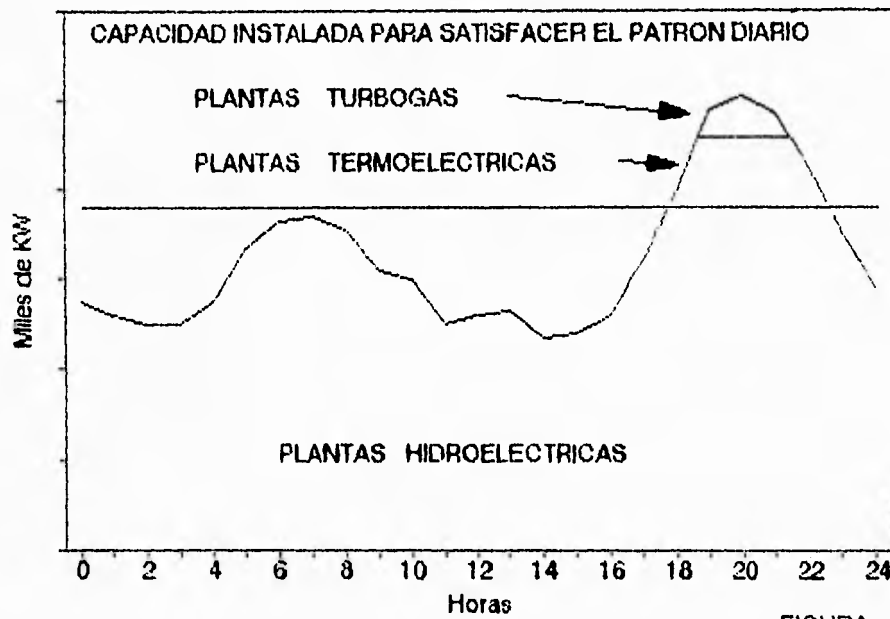


FIGURA 4-2

Enfatizando, los sistemas de generación absorben los picos de demanda con aquellas plantas generadoras en las que el costo por KWH generado es elevado y el costo de inversión inicial es bajo al igual que el Factor de planta; la demanda base se cubre con plantas generadoras que tienen un costo por KWH generado bajo y un costo de inversión inicial alto, con un Factor de planta elevado. Esto hace que los costos de operación se incrementen significativamente en las horas pico y en las horas de base, disminuyan.

Por lo tanto, si la Curva de demanda en un día es tal que, presenta un bajo Factor de carga, provocará que el sistema de suministro y consumo trabaje sin eficiencia repercutiendo en los costos, ya que gran parte de la capacidad instalada estará desperdiciada la mayor parte del tiempo.

Esto explica como el Suministrador en algunas tarifas normalmente dirigidas al mediano y gran Consumidor, imponga mayores cargos a la energía consumida en periodos de demanda pico, con el fin de desalentar el consumo en dichos periodos.

Por otra parte, de acuerdo al sistema de cuota de energía eléctrica, cuando se hace un contrato si se deja un margen en la potencia nominal, la cuota será mas costosa, mientras que, si la potencia contratada es tan pequeña que se excede con frecuencia del nivel establecido, se produzcan cargos o multas por los excesos.

Por lo anterior, es común que el Consumidor haga contratos de potencia demandada cuyo valor no sea menor de un cierto porcentaje de la carga total conectada, ni menor a la capacidad de la mayor carga o motor instalado, reduciendo con esto su cuota por demanda contratada.

En caso de que el Consumidor no disponga de equipo manejador de demanda, se hace el contrato con un margen de tal modo que la potencia máxima demandada en un año, es la que se toma como base. Sin embargo, en caso de tener una condición de máxima demanda o aproximada, no sería una política prudente si la potencia contratada se mantiene elevada, solo porque se presenta un pico de demanda en un periodo pequeño.

Lo anterior se ha mencionado ya que esta estrechamente vinculado con las características de operación del equipo Controlador de demanda.

Las consideraciones generales que debe tomar en cuenta el Consumidor que desee instalar este equipo controlador, así como las características de operación mas comunes en los modelos de los diferentes fabricantes de Controladores de demanda existentes en el mercado son las siguientes.

4.2 FUNCIONAMIENTO BASICO DEL CONTROLADOR DE DEMANDA.

Son varios los métodos y tecnologías que se pueden aplicar para el Control de la demanda y la energía, sin embargo una de las más factibles por permitir ahorro en el consumo y uso eficiente de energía bajo la premisa de afectar lo menos posible los procesos y volúmenes de producción de los sistemas consumidores son los **Controladores de demanda** automáticos y programables, que por sus características de operación son muy rentables para que el Consumidor los aplique adecuadamente.

Estos equipos son utilizados extensamente en países donde las Compañías suministradoras aplican tarifas marginalistas y fuertes penalizaciones por excesos de demanda, por tal motivo creemos que es indispensable que el mediano y gran Consumidor se actualicen para que haga un uso óptimo de estos equipos, que le ayudarán a modificar sus patrones de consumo y demanda, sin que ello afecte su capacidad de producción con el consecuente ahorro en la facturación del servicio.

4.2.1 PRINCIPIO FUNDAMENTAL.

El principio fundamental de operación de los Controladores de demanda, es controlar el pico de demanda máxima pre-establecido y programado, esto se logra en primer término, programando una adecuada distribución de la carga demandada a lo largo del día (removiendo picos y suprimiendo valles en la Curva de demanda, mejorando así el Factor de carga), pero sin afectar significativamente las horas de operación de las máquinas productivas y en consecuencia los niveles de producción; en segundo término, ahorrando o reduciendo el consumo de energía, desconectando o "tirando" cargas que normalmente forman parte de los servicios auxiliares y que no participan activamente en los procesos de producción.

En este principio se basa la mayoría de los modelos comerciales de los diferentes fabricantes de este equipo de control, variando únicamente en el diseño de los algoritmos de control y circuitos de soporte de los periféricos adaptables a cada uno de ellos. Esto hace que algunos sean más sofisticados, poderosos y costosos que otros, por lo que el Usuario debe elegir aquel que se adapte a sus necesidades operativas y posibilidades económicas.

En la mayoría de los casos haciendo una supervisión detallada de las condiciones de operación de la carga, se tiene que:

- > Pueden ser removidas las suficientes cargas a otro periodo del día con el fin de suprimir el pico de demanda máxima.
- > Desconectar un número considerable de cargas pertenecientes a servicios auxiliares con el fin de ahorrar o restringir el consumo de energía.

De esta manera, será posible obtener un ahorro considerable en las facturas por servicio y consumo de energía eléctrica sin sacrificio en términos de horas máquina productivas.

El Factor de carga será un indicador del buen o mal control de demanda que se está haciendo, con tendencia a la unidad conforme mejore dicho control, sin embargo, el Factor de carga óptimo, desde el punto de vista producción-consumo, no necesariamente es unitario, sino que será aquel que permita al mismo tiempo la máxima producción posible y el mínimo costo de la energía consumida.

Bajo estos términos se debe seleccionar la Estrategia de control a emplearse para controlar la demanda y la energía consumida.

Actualmente la mayoría de estos equipos se basan en sistemas con microprocesadores y microcontroladores, que se programan de acuerdo con las necesidades de cada Usuario.

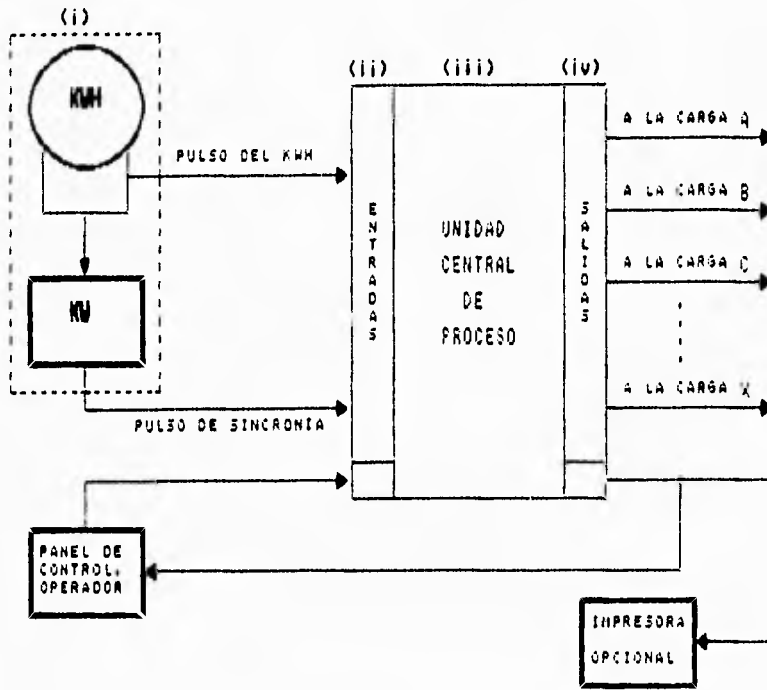
4.2.2 ESTRUCTURA DEL CONTROLADOR.

En la FIGURA 4-3 se ilustran los componentes del Controlador de Demanda que a continuación se detallan con sus características:

- a) Componentes del Controlador.
 - i) Módulos de medición, que pueden establecer las características eléctricas de la carga: como voltaje, corriente, energía consumida (KWH) y demanda (KW) a través de un sistema de temporización que genera pulsos de sincronía.
 - ii) Módulos de entrada, que acondicionan las señales de los detectores o medidores a ser procesadas.
 - iii) Unidad central de proceso, módulo donde es procesada la información recibida de los medidores, para después ser enviada a las cargas via módulo de salida.

FIGURA 4-3

COMPONENTES PRINCIPALES DEL CONTROLADOR DE DEMANDA



- iv) Módulos de salida, acondicionan las señales de la Unidad Central de Proceso para manejar las cargas; estos módulos pueden activar: motores, bombas hidráulicas, electroválvulas, alarmas, etc.
 - v) Sistema de comunicación entre el Controlador y el Usuario mediante un teclado, pantalla de visualización de datos o impresora - graficadora.
- b) Características de los componentes del Controlador.
- > Los sistemas basados en microprocesadores son idealmente apropiados para controladores de demanda, ya que con esta tecnología la interfase requerida entre el equipo de medición y el Controlador es muy simple.

Son suficientes dos señales de entrada de pulsos, una para indicar al Controlador el principio y fin de cada periodo de medición (sincronía) y la otra para proporcionar un pulso por cada bloque constante de energía consumida (demanda).

Con esta interfase simple, el procesador puede computar las cantidades siguientes:

- i) Tiempo transcurrido-Tiempo restante en el periodo de medición es establecido por un reloj interno.
- ii) Consumo de energía actual por simple suma y escalamiento del número total de pulsos recibidos desde el principio del periodo contratado.
- iii) Carga instantánea actual midiendo la frecuencia a la que se reciben los pulsos de energía.

-> Teniendo los pulsos de sincronía, el Controlador operará de una manera exacta, ya que estará detectando los mismos datos que registra el equipo de medición.

-> El microprocesador ejecuta un procedimiento sofisticado de predicción para calcular la carga requerida de control y proporciona los comandos necesarios para que se ejecute, para esto, el procesador "conocerá" el tiempo restante del periodo de monitoreo, el consumo de energía actual y la carga presente. Para la predicción el microprocesador "supone" que la carga presente se mantendrá constante durante el resto del periodo de medición, computando así la demanda final al término del periodo; si la demanda esperada es mas grande que la máxima establecida se ejecuta el ajuste, desconectando la carga disponible y desplegando el calculo de dicho ajuste; si la demanda esperada es menor que la establecida, la carga disponible es reconectada, desplegando también el ajuste.

-> Normalmente estos sistemas, pueden programarse en campo a características específicas de la carga, tales como:

La constante de medición del consumo de energía, dada en KWH/(pulso transmitido) con el periodo de medición adecuado.

La carga máxima establecida no deberá excederse durante el periodo de integración.

Las condiciones de la carga, tales como: prioridades y dimensiones de las cargas controlables, tiempos mínimos de reconexión de las mismas, etc.

-> Además de las funciones básicas de Control de Demanda, los sistemas basados en microprocesadores pueden incluir otras funciones auxiliares que sirven de respaldo al usuario del Controlador, tales como el despliegue de información adicional para mantener informado al operador de lo que ocurre en el sistema, como por ejemplo: la carga presente, la carga promedio, la carga ideal, el consumo de energía actual, demanda pronosticada, etc., así como un conjunto de características y servicios auxiliares adaptables a estos sistemas como:

- Servicios de alarma visuales y audibles.
- Registros opcionales de datos diversos.
- Salidas analógicas de cualquiera de las variables arriba descritas a impresoras y graficadoras.
- Señales para intercomunicación con interfaces simples de sistemas de cómputo pequeños o grandes.

4.2.3 MEDIDORES DE DEMANDA Y CONSUMO.

Las Compañías suministradoras en México disponen de tres tipos de medidores:

- Kilowatthorimetro (consumo) <KWH>
- Kilovarhorimetro (consumo) <KVARH>
- Medidor de demanda máxima <KW>

El medidor de demanda máxima hace la medición de manera indirecta al emplear el waththorimetro como elemento medidor de consumo (KWH), que al relacionarlo con una base de tiempo llamada intervalo de medición o intervalo de demanda (Horas o fracción de Hora) proporciona el resultado Demanda (KW), es decir, el Kilowatt de demanda generalmente se define como el Kilowatt de carga promediado sobre un intervalo de tiempo y se toma como la pendiente promedio de la Curva de consumo durante dicho intervalo.

$$\underline{KWH / Hr = KW}$$

Los medidores de demanda máxima se clasifican en:

a).- Medidor de demanda integrada:

Consiste de un medidor de integración que maneja un mecanismo en el cual un dispositivo temporizador restablece el indicador de máxima demanda a cero al final de cada intervalo mostrando la demanda máxima en un despliegue o gráfica, que se inicializa a cero en cada periodo de lectura, generalmente de un mes; tales mecanismos operan bajo el principio del intervalo en bloque.

Se tienen tres tipos de registros de intervalo de demanda en bloque:

- i. El tipo indicativo, en el que la demanda máxima se obtiene entre cada periodo de lectura y se indica en una escala o despliegue numerico.
- ii. El tipo acumulativo, en el cual la demanda máxima total acumulada de los periodos anteriores se indica durante el periodo antes de que el dispositivo sea restablecido y despues de que lo sea, es decir, la demanda máxima para cualquier periodo es igual o proporcional a la diferencia entre lecturas acumuladas antes y despues de restablecer.
- iii. El tipo grabación, en el que se transfiere la demanda como una grabacion permanente a una cinta de papel o magnetica (cassette), mediante pulsos por unidad de demanda.

- Medición por pulsos.- Para realizar la medición por pulsos el medidor emplea un dispositivo de registro en cinta magnética, en este se grabarán los pulsos generados por el medidor de consumo, en proporción a la energía consumida en periodos de demanda de 15 minutos.

Una vez grabada la cinta (en un periodo de medición de un mes) se retira del registrador (poniendo en su lugar otra) y se procesan los datos grabados en ella en una computadora, en cuyo software o programación se obtienen promedios de demanda cada 5 minutos, los 6 picos de demanda mayores ocurridos durante ese mes y se listan en un impreso para el proceso de facturación.

Es importante mencionar que la cinta tiene una estructura tal que puede almacenar datos de 4 medidores distintos, es decir, tiene 4 tracks o canales.

b).- Medidores de demanda de respuesta lenta, térmicos o logarítmicos:

Son dispositivos en los cuales la indicación de demanda máxima esta sujeta a una característica de retraso en el tiempo por medios mecánicos o térmicos. La indicación se ajusta frecuentemente para una respuesta exponencial como la generada por la medición de temperatura.

El intervalo de demanda para medidores de respuesta lenta esta definido como el tiempo requerido para indicar el 90% del valor total de una carga constante igualmente aplicada. Estos medidores son obsoletos porque no registran la demanda máxima real de acuerdo a los requerimientos del Suministrador.

4.2.4 METODOS DE MEDICION DE LA DEMANDA.

Es común encontrar dos métodos de medición de acuerdo a las características de los medidores.

- (a) Medición de demanda en intervalo fijo.- Se tienen intervalos de demanda de 15 minutos que al final de cada uno, se obtiene una demanda promedio.

Este método de medición tiene desventajas desde el punto de vista del Suministrador, ya que no contabiliza adecuadamente la demanda máxima, afectando en forma directa el proceso de facturación.

En la FIGURA 4-4 se plantea una Curva de demanda como ejemplo de medición de demanda de intervalo fijo. Este tipo de medidor ha caído en desuso por lo anteriormente expuesto.

- (b) Medición de demanda en intervalo flotante o rolado.- En este método se tienen intervalos de demanda de 15 minutos, pero se van recorriendo cada 5 minutos o menos (hasta 1 segundo), a manera de "barrer" dicho intervalo. Esto se hace con el fin de registrar de manera más real la demanda solicitada por el Consumidor.

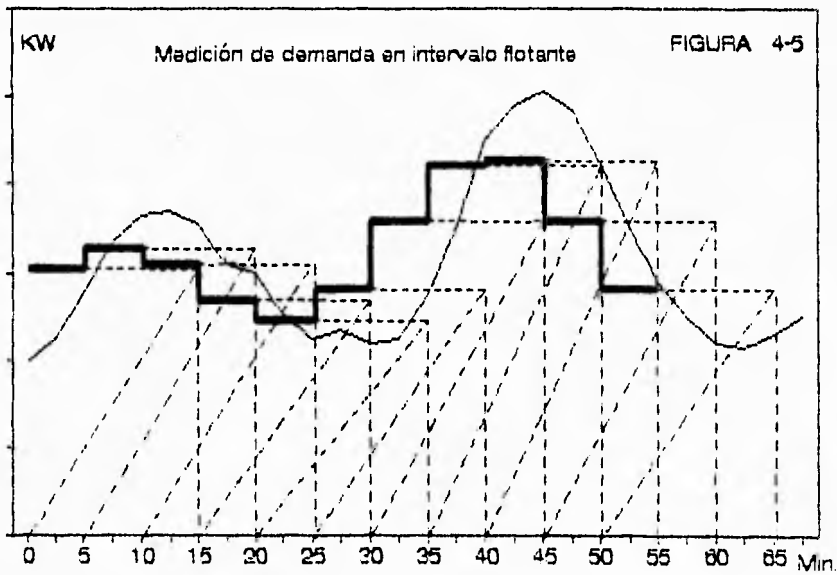
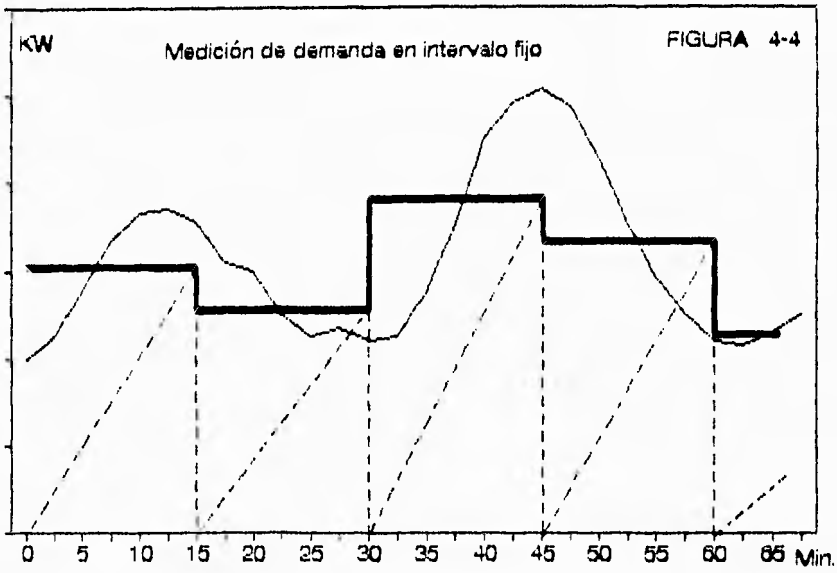
En la FIGURA 4-5 se emplea la misma Curva de demanda para este método de medición, esto se hace para comparar ambos métodos.

Como se observa al hacer la comparación, el medidor de intervalo flotante tiene un comportamiento más real ya que mide mejor el pico generado en el minuto 45 aproximadamente.

En el intervalo flotante se cuenta con una ventana rolada de 15 minutos, que representa un promedio continuo de cualquier intervalo de 15 minutos traslapado.

En 1 hora se pueden tener solo 4 intervalos discretos de 15 minutos, pero hay 60 intervalos de 15 minutos traslapados en la ventana rolada si se toman incrementos de 1 minuto y 3600 intervalos si se toman desplazamientos de 1 segundo (en la FIGURA 4-4 se toman incrementos de 5 minutos).

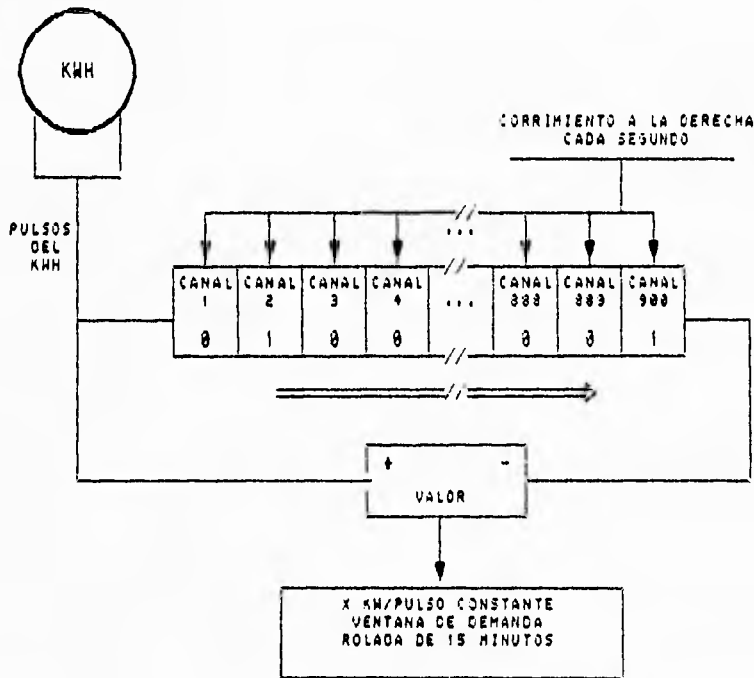
A cada 5 minutos se dispone de un nuevo promedio en el intervalo de 15 minutos para compararse con la demanda objetivo. Cambios instantáneos en el índice afectan gradualmente la ventana de demanda de 15 minutos, dándose el tiempo para "tirar" cargas como se requiera.



A continuacion se ilustra uno de los metodos con los que se controla la demanda maxima.

FIGURA 4-6

FUNCION INTERNA DEL CONTROLADOR QUE EMPLEA UNA VENTANA ROLADA



Una ventana flotante de demanda de 15 minutos, indexada se puede programar para crear un registro de corrimiento de 900 canales como se ilustra en la FIGURA 4-6 (cada canal representa 1 segundo de la ventana de 15 minutos).

La señal de entrada de inicio proveniente del medidor del Suministrador produce un pulso que ingresa al registro alimentando el primer canal. Esta informacion se almacena como un "1" si se presenta un pulso del medidor, o un "0" si no se presenta pulso. Estos "1's" y "0's" se recorren en el registro una vez cada segundo eventualmente alcanzando el canal 900, al siguiente corrimiento la informacion sale del -

registro con cada pulso subsecuente del medidor que es alimentado al registro almacenandolo durante 900 segundos y al termino es reemplazado.

Si la entrada del waththorimetro es alimentada al "+" de un contador arriba/abajo (up/down) y los pulsos que salen del registro de corrimiento son alimentados al "-" del mismo contador, se acumula un valor que es proporcional a la demanda actual de 15 minutos, para un intervalo que empieza exactamente 15 minutos antes y cada segundo se actualiza.

El valor acumulado en el contador se convierte a KW actuales al multiplicarlo por el KW/pulso constante del kilowaththorimetro (el KW/pulso constante no es igual al KWH/pulso constante), por ejemplo: Para un intervalo de 15 minutos, el KW/pulso = 4 x KWH/pulso, en el cual el 4 representa el numero de periodos de 15 minutos que tiene una hora y para un intervalo de 5 minutos el KW/pulso = 12 x KWH/pulso, en donde el 12 representa el numero de periodos en una hora.

Para visualizar como el valor de la ventana rolada responde a un cambio de carga instantánea, se supone una carga constante que es registrada por el waththorimetro.

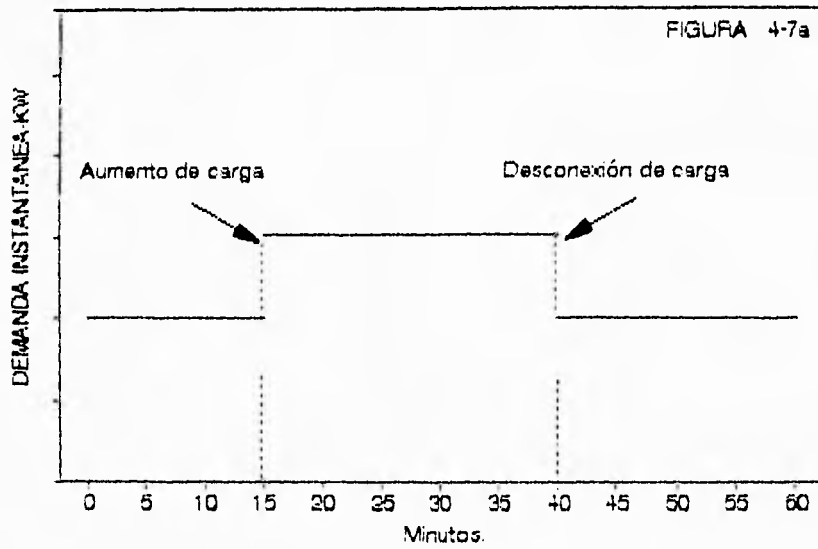
Los pulsos del medidor serán producidos a intervalos regulares alimentando al registro de corrimiento y sumando a la acumulacion del contador.

Después de 15 minutos, el pulso sale del registro de corrimiento y disminuye del contador los pulsos añadidos, así el valor acumulado se mantiene constante.

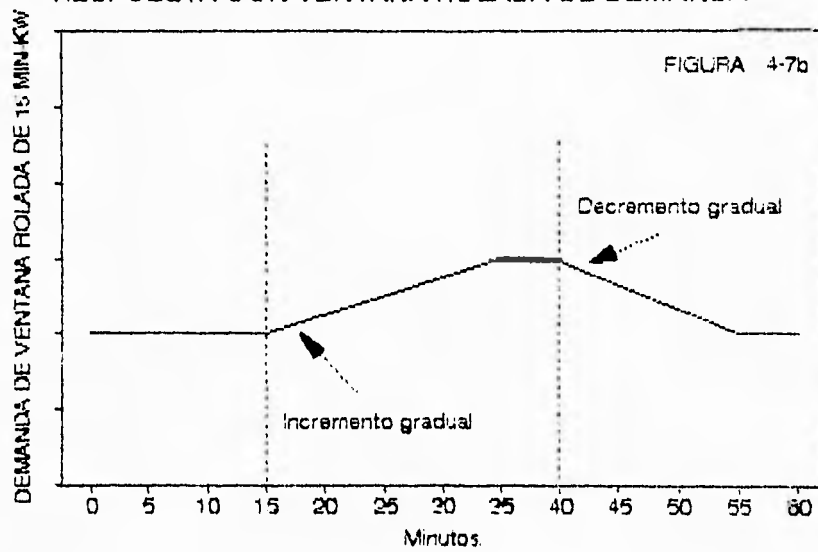
Si ahora se agrega una carga eléctrica adicional, el medidor producirá pulsos más rápidamente, así que son más pulsos los que se añaden que los descontados en el contador. Si se tiene la mayor carga en línea, este valor de la ventana se mantendrá hasta que se alcance un máximo después de 900 segundos (15 minutos), como se ilustra en la FIGURA 4-7.

En este tiempo los pulsos rapidos del medidor son sustraídos del contador al mismo indice en que son añadidos. El valor de la ventana rolada se mantiene en este nivel alto hasta que la carga se reduzca. Una reduccion repentina en la carga eléctrica provoca un gradual decremento en el valor de la ventana rolada hasta que hayan transcurrido 15 minutos. En este tiempo nuevamente, el valor de la ventana será constante.

Ahora la actividad de desconectar y restablecer se programara en base al valor derivado de la ventana rolada de demanda.



RESPUESTA CON VENTANA ROLADA DE DEMANDA



Al alcanzar la demanda máxima un valor pre-determinado, se presenta un "nivel de tirar carga", los relevadores de control pueden desconectar las cargas cuando se alcanza este nivel. Así cuando la demanda tiende a la baja, se tiene un "nivel de restablecimiento de la carga".

Pueden ser necesarios múltiples niveles de desconexión y restablecimiento dependiendo de que tan rápido fluctúa la demanda y de que dimensión sean las cargas a desconectar.

Para evitar excesivos tiempos con bajas de cargas particulares, se incorpora en la secuencia de desconexión la Estrategia de Control adecuada.

4.3 ALGORITMO GENERICO DE LOS CONTROLADORES DE DEMANDA.

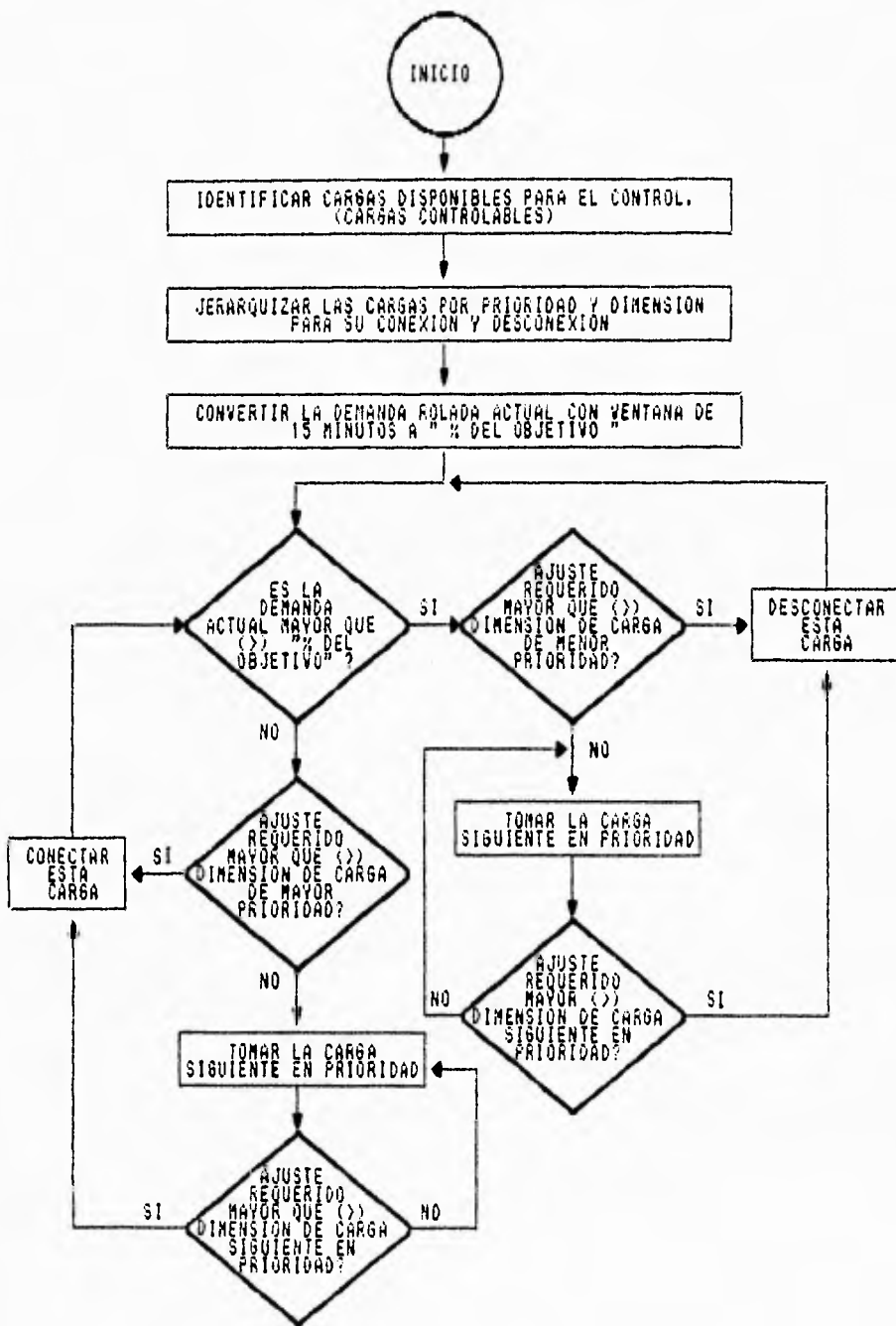
Como ya se mencionó, la mayoría de los fabricantes implementan sus equipos con las mismas funciones básicas de control automático de carga inteligente e interactivo, sin embargo, cada Consumidor tiene restricciones y requerimientos particulares, lo que dificulta la estandarización y generalización de los algoritmos de control de estos equipos.

El siguiente algoritmo propuesto es un punto inicial de partida que puede satisfacer los requerimientos de un gran número de consumidores.

- 1).- Identificar y seleccionar un número de cargas o centros de carga, como disponibles para propósitos de control. Estos se deberán jerarquizar por prioridades, especificando la dimensión de cada carga o centro de carga.
- 2).- La información de prioridad y dimensión de la carga se almacena en la memoria del sistema procesador, en donde la información de prioridad instruye al sistema sobre como llevar a cabo la secuencia de desconexión y reconexión de la carga, mientras que la información de la dimensión determina el momento preciso al cual se debe desconectar la carga o centro de carga de determinada magnitud.
- 3).- Cuando el procesador detecta la condición de desconectar carga, este compara el ajuste requerido con la dimensión de la carga de más baja prioridad en servicio. Si este ajuste es más grande que la carga de más baja prioridad entonces, esta es desconectada.

FIGURA 4-8

DIAGRAMA DE FLUJO DEL ALGORITMO BASICO DE LOS CONTROLADORES DE DEMANDA



- 4).- Cuando se detecta una condición de disponibilidad de carga, el ajuste requerido se compara con la dimensión de la carga de mas alta prioridad fuera de servicio. Si este ajuste es mas grande que la carga en cuestion, esta es reconectada (como se ilustra en la FIGURA 4-8, en un diagrama de flujo).
- 5).- Este procedimiento asegura que:
- i) La carga no sea tirada hasta que sea absolutamente necesario.
 - ii) Las cargas de mas baja prioridad sean tiradas primero.
 - iii) Las cargas sean restablecidas lo más pronto posible.
 - iv) Las cargas de mas alta prioridad se restablezcan primero.

Los criterios anteriores, permitiran disponer de la máxima carga posible en operación, mientras que se restringe la demanda máxima a un valor establecido.

Esta fase del proceso debe ser cuidadosamente analizada para evitar conflictos con la operación de la planta. para esto es necesario realizar estudios de factibilidad con las diversas Estrategias de Control antes y despues de la instalación, ya que por la naturaleza del Controlador se pueden hacer correcciones con gran facilidad.

4.4 VENTAJAS DE LOS CONTROLADORES SOBRE OTROS SISTEMAS.

Las ventajas inmediatas son:

- > Eliminar picos ocasionales en la demanda que impactan directamente en la facturación del servicio por parte del Suministrador.
- > Reduce el costo unitario del kilowatt-hora al mejorar el Factor de carga.
- > Permite que el Usuario tome acciones de control para evitar picos de demanda al visualizar su comportamiento en una pantalla o despliegue digital.

Adicionalmente, los beneficios de contar con un registrador integrado son los siguientes:

- > Registrar en forma continua el uso de la energía eléctrica, permitiendo conocer costumbres y patrones reales de consumo, así como el impacto de las maniobras operativas tales como los arranques de planta y de máquinas grandes y tomar medidas efectivas para el uso racional y eficiente de la energía.
- > Posibilitar la evaluación de medidas operativas y controles de ahorro de energía antes y después de crearlas y aplicarlas.
- > Adaptar al equipo para aprovechar las ventajas y ahorros que ofrece la tarifa horaria, cuya aplicación se generaliza cada vez más.
- > Registrar en una impresora (opcional) todos los eventos eléctricos importantes para su futura comprobación y revisión con los resultados de la facturación por parte del Suministrador.

El sistema del Controlador de Demanda puede ser integrado por un microprocesador de propósito especial, el cual aloje las instrucciones o algoritmos de operación interna y externa, la primera con los comandos de inicialización del sistema y las condiciones de auto-diagnóstico, la segunda con las instrucciones para manejar la Estrategia de Control de acuerdo con la Curva de carga que se pretenda obtener, proporcionando los comandos al módulo de salida para conectar o desconectar cargas según se requiera.

También cuenta con un sistema que mantiene energizado el Controlador en los momentos de falta de suministro de energía eléctrica y no se pierda la información en la memoria (parámetros de medición y temporización del sistema).

El Controlador se puede diseñar tan grande y/o complejo como se desee empleando una computadora (PC) que interactúe con los periféricos adecuados y el software necesario, que puede ser estructurado con lenguajes de programación comercial; generalmente este tipo de sistemas se aplican a redes de distribución, que son muy grandes y requieren de una red de controladores (PC) en cada centro de carga (subestación); los Controladores Programables tienen una aplicación más práctica en plantas con procesos industriales.

Con el empleo de un Controlador de Demanda se pretende el uso eficiente de energía, esto se logra al incrementar la demanda y la energía consumida en los momentos de baja demanda (valles en la curva de demanda), o bien, al decrementar ambas en los momentos que se presenta el pico de demanda y se hacen mayores cargas por estos conceptos, y finalmente al recorrer la demanda y la energía de los periodos de pico a los de valle en la curva de carga. Todo esto siempre sin disminuir el nivel de producción del proceso y con el objetivo de hacer tender el Factor de carga a la unidad.

En el caso de otros sistemas diferentes al Controlador, incrementan, disminuyen o recorren solo uno de ambos conceptos (demanda o energía) en los momentos que se programan, sin importar las condiciones actuales del proceso, por lo que en una situación específica podrían alterar o interferir con los procesos productivos.

Además podrían no contar con la flexibilidad de operación para interactuar con el sistema de cargas de acuerdo con las condiciones de la Curva de Carga y del proceso que se pretende controlar.

Ejemplos de estos sistemas son:

- Controles de nivel, que pueden ahorrar sustancias líquidas y energía eléctrica, evitando que el líquido se derrame parando la bomba.
- Equipos de protección, que además de evitar daños a los motores eléctricos cortan la energía en los momentos de sobrecorriente o alto y bajo voltaje.
- Termostatos, que controlan la temperatura en el local cortando el suministro de energía eléctrica al sistema cuando se alcanza el punto de activación, sin importar las condiciones del proceso.

Como se observa estos sistemas interactúan con el proceso, por lo que podrían alterarlo si no se estudia su adecuada instalación, además sus parámetros de acción pueden ser programados limitadamente para nuevas condiciones y a veces es necesario adquirir otros con los parámetros que se requieran; su aplicación está directamente vinculada a parámetros del proceso en materia de medición, es decir, miden y comparan el parámetro correspondiente y toman acción.

Por otro lado, el Controlador de demanda es un sistema que mide parámetros eléctricos en un sistema (compuesto por dos o más cargas) o subsistemas de un proceso, realiza una comparación y actúa con base en condiciones restrictivas que son inherentes al proceso que se pretende controlar.

C A P I T U L O 5

EL ESTADO DEL ARTE DE LOS CONTROLADORES DE DEMANDA

5.1 SITUACION ACTUAL EN EL MERCADO NACIONAL.

Es justo mencionar que el mercado de los Controladores de Demanda de Energia Electrica se esta abriendo a raiz de la implementacion del Programa Nacional de Modernizacion Energetica conteniendo entre sus puntos prioritarios el ahorro y uso eficiente de la energia.

El empleo del Controlador de Demanda en este caso se debe a que cuenta con características técnicas que se ajustan a gran parte de los requerimientos propios del ahorro y uso eficiente de la energia.

Los sistemas para el control de la demanda de energia electrica hoy en dia, son componentes nuevos en el ambito, por lo que es necesario instruir a los consumidores potenciales de este producto, para que comprendan el alcance que tienen.

Además, los Controladores de Demanda de Energia Electrica actualmente son elementos de importacion, motivo por el cual solo las agencias comerciales que los importan cuentan con la informacion y experiencia necesaria para su aplicacion.

En un estudio realizado por la CFE en el año de 1989 (fecha en que se implementó la tarifa 12 horaria y de manera voluntaria se dieron de alta varias empresas) se observo que las industrias del cemento y del acero son consumidores potenciales del Controlador de Demanda.

Se espera que para años futuros se incremente la demanda de estos sistemas, sobre todo con la reciente expedicion de nuevas tarifas (noviembre de 1991), como se indico en el Capitulo 3.

5.2 ASPECTOS TECNICOS, ECONOMICOS Y DE APLICACION.

-- La instalacion del Controlador de Demanda es relativamente facil, pero en muchas de las ocasiones es necesario modificar las instalaciones del servicio electrico dentro de las plantas en donde se aplicara el sistema, siendo en muchas de las veces este el motivo por el cual se llega a restringir su uso.

-- Un Controlador de Demanda se puede implementar con una computadora personal (PC) si se emplea la infraestructura de Software-Hardware adecuado, teniendo que utilizar sistemas de interfase con las cargas de la planta con lo que se pudiera elevar el costo significativamente.

Generalmente este tipo de equipo se emplea en sistemas de Control Supervisorio y Adquisición de Datos (SCADA) en subtransmision y distribución de energía por parte de las Compañías suministradoras dentro de sus redes. esto es, existen aplicaciones a nivel de subestaciones con sistemas de control de la demanda empleando redes de computadoras controladas por una computadora central, en este caso no es conveniente el uso de controladores de demanda ya que cuentan con un software limitado de acuerdo con la naturaleza del implementado en una computadora.

-- Es necesaria la asesoría directa del vendedor para poder adaptar de la mejor manera el Controlador de Demanda al proceso sin afectarlo, estableciendo un balance entre las posibles alteraciones y las consecuencias de estas en dicho proceso.

-- A continuación se dan algunos de los precios globales de los diversos sistemas con niveles jerárquicos de aplicación:

* Equipo: Control de Baja Demanda.
Costo estimado: \$4,000 a \$8,000 Dolares U.S.
Tipo de usuario: Aquellos que demandan menos de 999 KW.

Característica principal:

Estos sistemas unicamente controlan el estado de demanda inferior a los 999 KW desconectando las cargas pre-establecidas en el momento en que se alcanza el parámetro de demanda máxima.

- Equipo: Registrador de Demanda Maxima.
Costo estimado: \$30,000 Dolares U.S.
Tipo de usuario: Todos.

Característica principal:

Estos equipos no ejercen ninguna acción de control cuando se presenta la demanda maxima. su unica finalidad es registrarla en el momento que se da, ya sea en cinta magnetica o en papel. El equipo generalmente contiene indicadores audiovisuales para señalar al usuario el momento en que se alcanzó un nivel de demanda máxima.

- Equipo: Controlador de Demanda.
Costo estimado: \$90,000 Dolares U.S.
Tipo de usuario: Aquellos equipos con procesos que no se desean alterar significativamente. Se puede aplicar de manera muy practica a los usuarios de tarifas horarias.

Característica principal:

A diferencia del Registrador de Demanda Maxima, este equipo cuenta con el software y hardware para efectuar acciones de control de acuerdo con la situación del proceso que se desea controlar en su demanda de energia, siguiendo para ello una Estrategia de control.

- Equipo: Radio - SCADA (Control Supervisorio y Adquisición de Datos).
Costo estimado: \$60,000 a \$180,000 Dolares U.S.
Tipo de usuario: Control y medición de parametros en redes de distribución. Generalmente para las Compañías suministradoras.

Característica principal:

Este sistema puede ser implementado para aplicaciones a gran escala, es decir, para el control de demanda, manejo de factor de potencia y otras características electricas en los sistemas de subtransmisión y distribución de la energia eléctrica. Generalmente se emplean redes de computadoras, con la transmisión de los datos por radio. Este equipo es el mas sofisticado ya que se encuentra distribuido en las subestaciones eléctricas teniendo una computadora central que controla a todas las demas.

Equipo: SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) Control Supervisorio y Adquisición de Datos.
Costo estimado: \$500,000 Dolares U.S. o mas.
Tipo de usuario: Este sistema es de proposito general, es compatible con PCs y contiene un Software muy flexible.

Característica principal:

Es un sistema como el anteriormente descrito pero con aplicación no unicamente al area eléctrica sino que es de proposito general aplicable a cualquier proceso o sistema, manejando las variables inherentes al mismo.

5.3 CARACTERISTICAS TECNICAS DE ALGUNOS EQUIPOS COMERCIALES.

-- MODELO No.1 (MOD-1):

Reduce los costos de energia, evitando los picos de demanda y distribuyendo la energia requerida en los periodos de pico segun la tarifa.

El MOD-1 monitorea la energia consumida durante cada periodo de integracion y calcula la carga objetivo a alcanzar al final de dicho periodo conectando o desconectando la(s) carga(s) pre-seleccionada(s) tan pronto como sea posible.

El MOD-1 se puede ajustar en el lugar del proceso para detallar: El valor del impulso transmitido del medidor y ajustar el periodo de integracion (T_m), la carga objetivo (P_m) que no se debera exceder durante el periodo de integracion y las condiciones de carga que pueden ser divididas en los siguientes grupos:

- Carga base (P_1), la cual no se puede desconectar.
- Carga (L_1), que se puede desconectar durante corto tiempo dentro del periodo de integracion.
- Carga (L_2), que se puede desconectar durante un tiempo mas grande que el de la carga L_1 dentro del periodo de integracion.

Se puede observar, en la FIGURA 5-1, el diagrama de bloques.

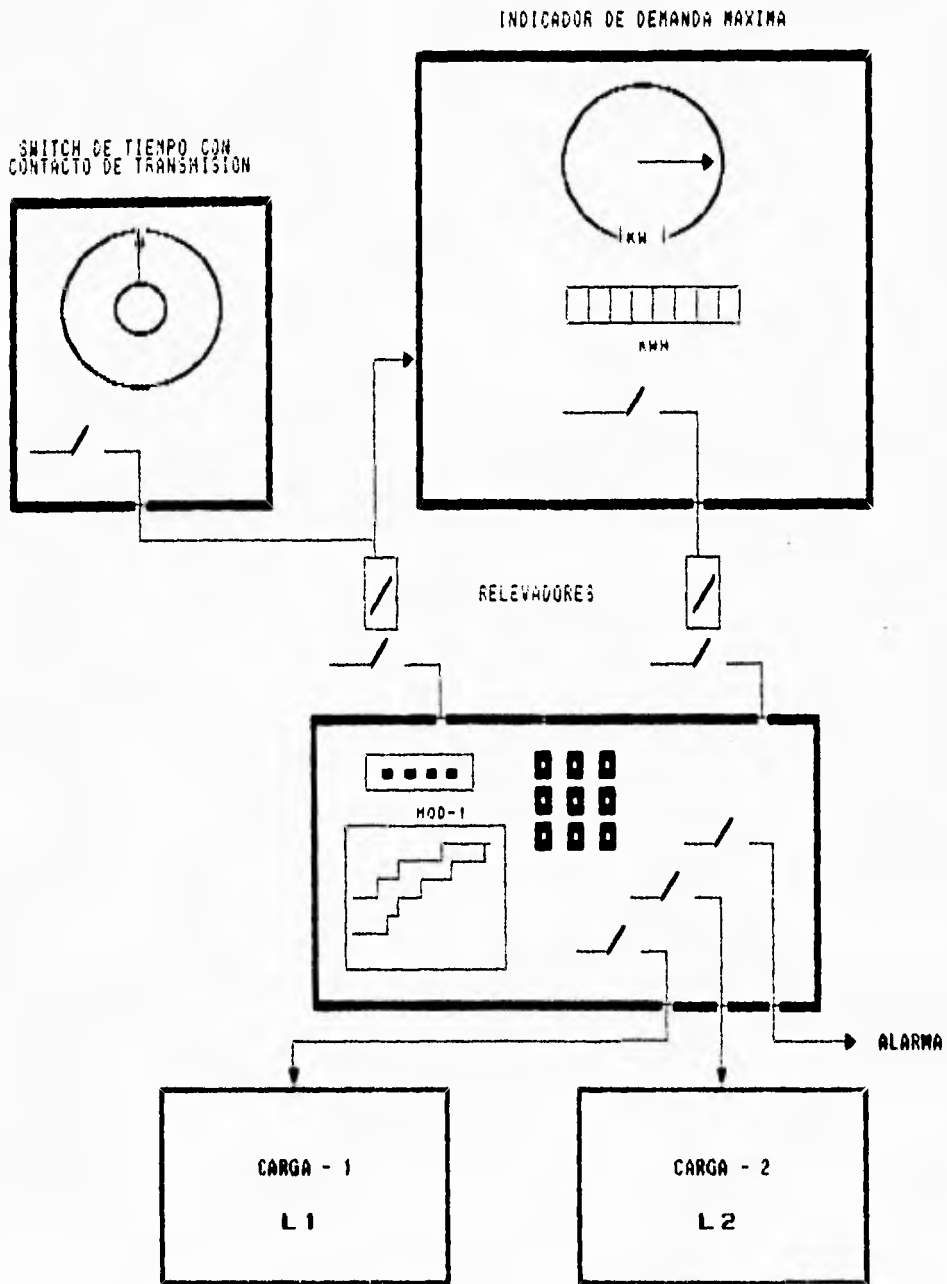


FIGURA 5-1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE MONITOREO

METODO DE OPERACIÓN.

El inicio del periodo de integración, se da por la señal (Tm). El microprocesador del equipo suma los impulsos (KWH) recibidos durante el periodo de integración y compara la suma (Consumo) con los límites pre-establecidos B1, B2 y B3. Dependiendo en que rango se encuentre la suma, se dará la orden de desconectar o conectar las cargas controlables L1 y L2.

Los rangos B1, B2 y B3, son establecidos por los valores de carga pre-determinados. B1 asegura el consumo requerido por la carga base P1 en todo momento. B2 toma la suma de las cargas P1, L1; y como L1 solo se puede desconectar por periodos cortos, se emplea un Factor de Carga que representa la mínima cantidad de tiempo en que la carga se puede conectar. B3 es el rango límite en donde todas las cargas pueden ser conectadas, como se observa en la FIGURA 5-2.

La histeresis previene una conexión y desconexión de carga repetitiva, lo cual no es deseable; para esto y para prevenir los comandos de switcheo del sistema al final del periodo de integración se tiene un tiempo mínimo de reconexión (T1), que se puede programar entre 0.5 y 7.5 minutos.

De acuerdo con la FIGURA 5-2 se tiene un ejemplo:

- Al inicio del periodo de integración (A) todas las cargas están conectadas (P1, L1 y L2).
- En el tiempo (B), el equipo da la orden de desconectar la carga L2 porque se alcanza el límite B2.
- En el tiempo (C), se da la orden de desconectar la carga L1 ya que se tiende a rebasar el límite B1.
- Entre los tiempos (C) a (D), solo permanece conectada la carga base P1.

CONEXION Y DESCONECION DE LAS CARGAS.

Como se observa en la FIGURA 5-3, el comando desconecta la carga L2 ya que la carga base cae por debajo de su valor pre-establecido, después de que la carga L1 es desconectada en el tiempo (G), la curva de consumo se aplana con una carga base de 50 KW (en lugar de los 60 KW pre-fijados) esto lleva del rango B2 al B3, en este punto se podrá volver a conectar L1, sin embargo, debido a que el tiempo restante del periodo de integración es más corto que el de la histeresis (T1), el comando suprime la reconexión.

FIGURA 5-2

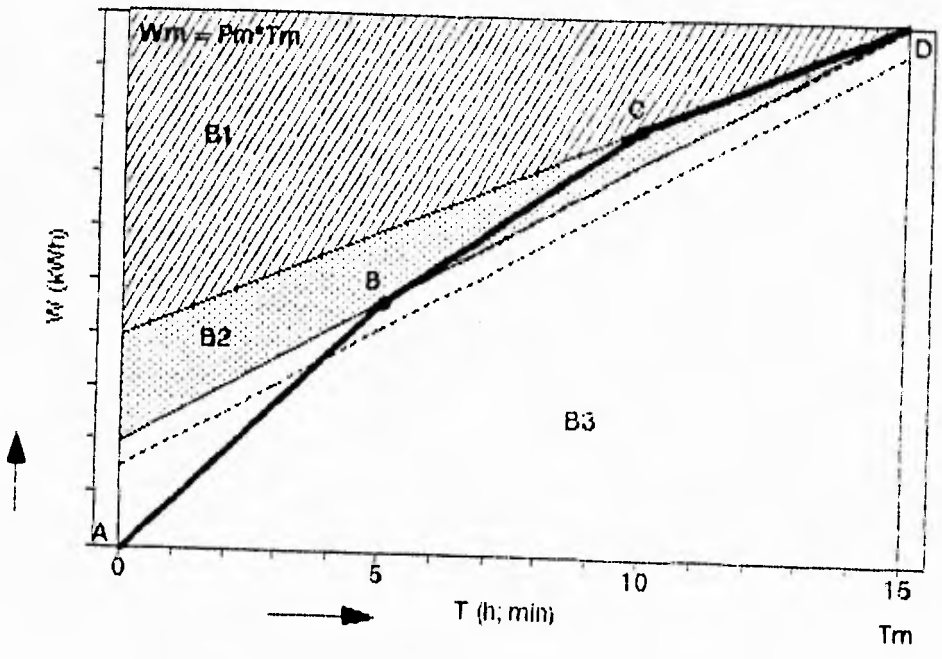
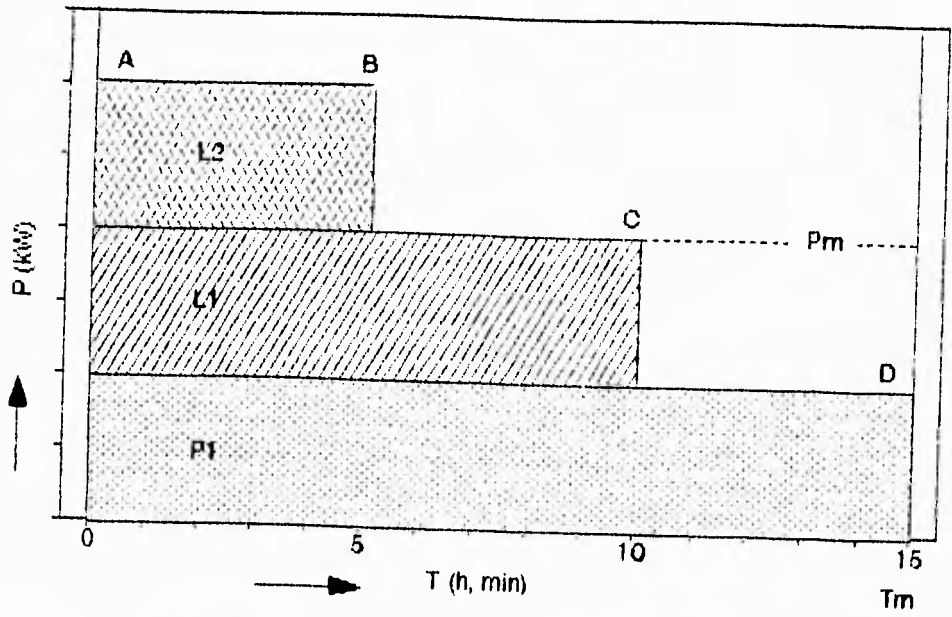
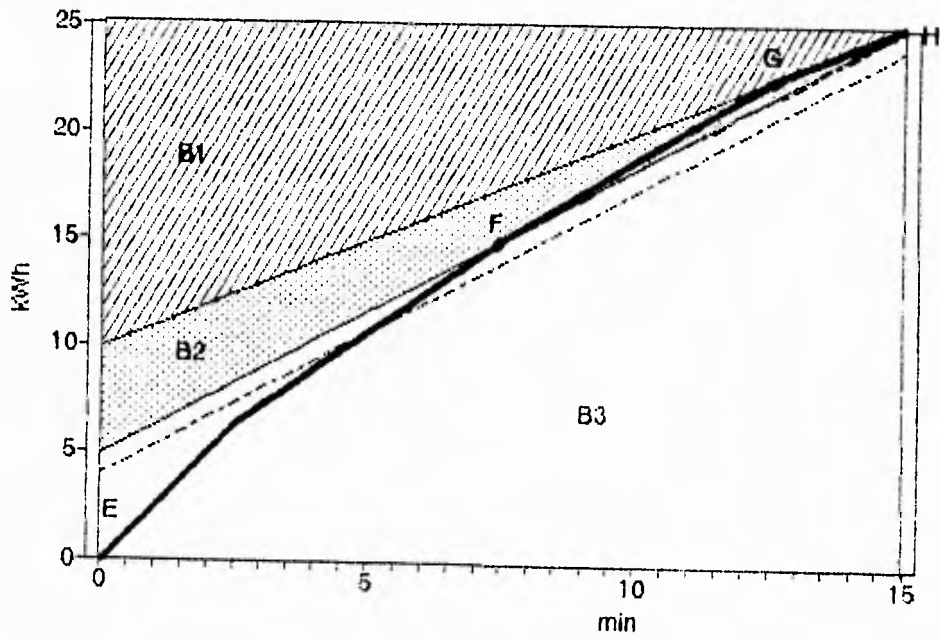
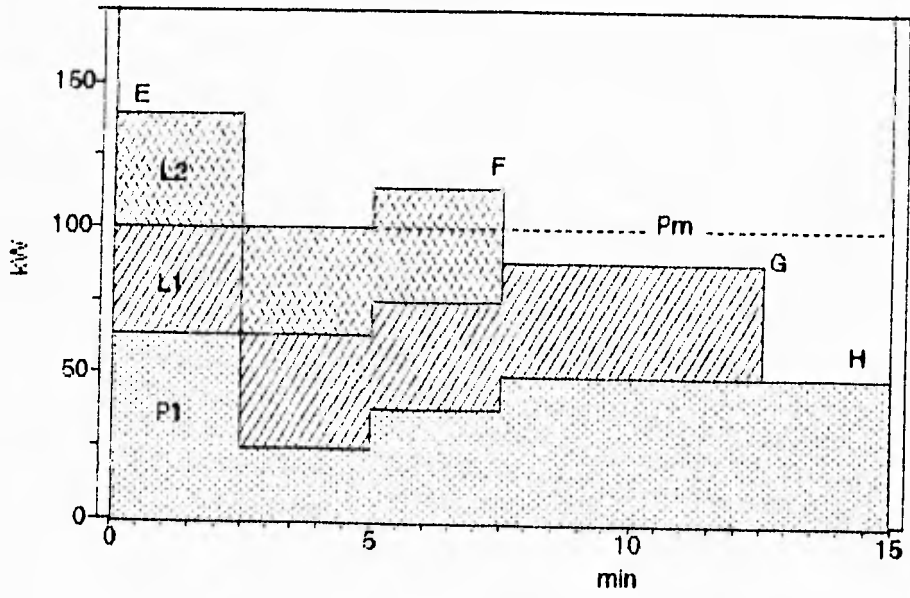


FIGURA 5-3



La FIGURA 5-4, muestra un período de integración en donde la carga base es mucho más pequeña que la programada. en este caso L1 se mantiene permanentemente conectada, la carga L2 se desconecta en el tiempo (K); para el tiempo (L), a pesar que la línea de histeresis ha sido alcanzada, el comando de reconexión se da.

En la FIGURA 5-5, el proceso es similar al anterior, excepto que en el tiempo (P) la carga base se incrementa a 70 KW, en este caso es más grande que el valor programado; tan pronto como la curva alcance el rango límite B1, una parte de la carga base se deberá desconectar ya que de otra manera la carga objetivo de 25 KW será excedida.

ALARMAS.

Las alarmas se muestran en el panel frontal con diodos emisores de luz que encienden y apagan intermitentemente, al oprimir el botón R-AL cancela y reconoce la condición de alarma.

La alarma W-AL, se da al final del período de integración si el consumo es más alto que el programado. El equipo almacena este valor más alto (Pmax) hasta que es sobrepasado por otro W-AL.

La alarma T-AL, se presenta si la señal externa de sincronía (Tm) no se recibe dentro de una tolerancia de 1.66% del período de tiempo de integración programado, entonces se inicia un nuevo período automáticamente. Tan pronto como la señal Tm se recibe, la alarma T-AL se cancela y el equipo se sincronizará externamente.

La alarma I-AL, se da cuando los circuitos de entrada se bloquean por presentar solo voltaje en una o dos fases que se puede deber a una falla en la línea de transmisión (circuito abierto), solo es posible en sistemas trifásicos.

Alarma B1-AL, se presenta cuando la curva de consumo entra al rango B1, suprimiéndose tan pronto salga de esta condición.

MODOS DE CONTROL.

Control por prioridad.- El equipo conecta y desconecta las cargas dependiendo del orden o prioridad, normalmente la carga L1 tiene mayor prioridad que L2 esto provoca que la carga L2 sea desconectada antes que L1 y que la carga L1 se vuelva a conectar primero que L2.

FIGURA 5-4

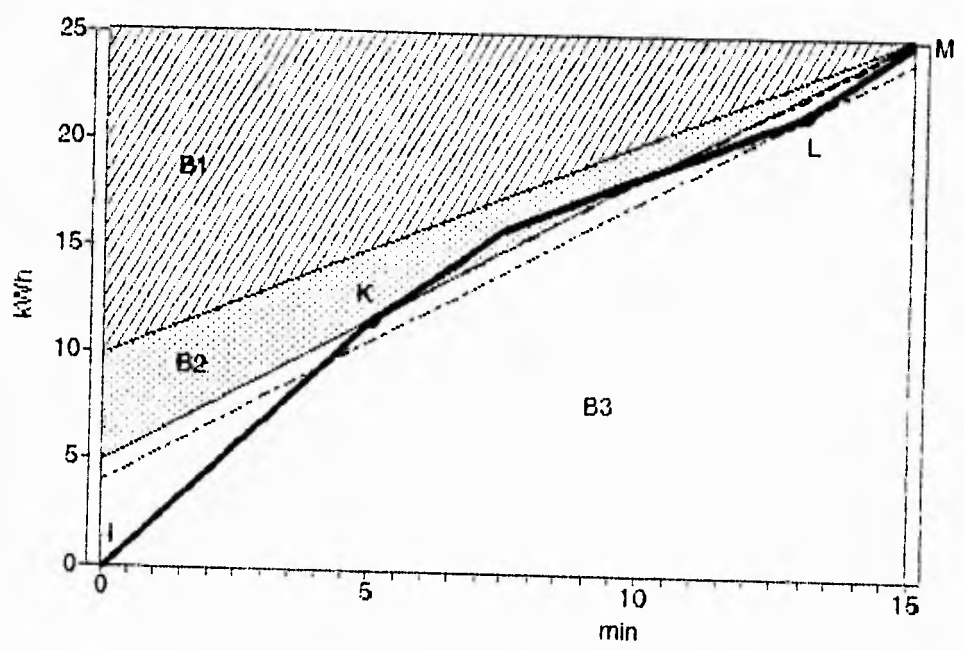
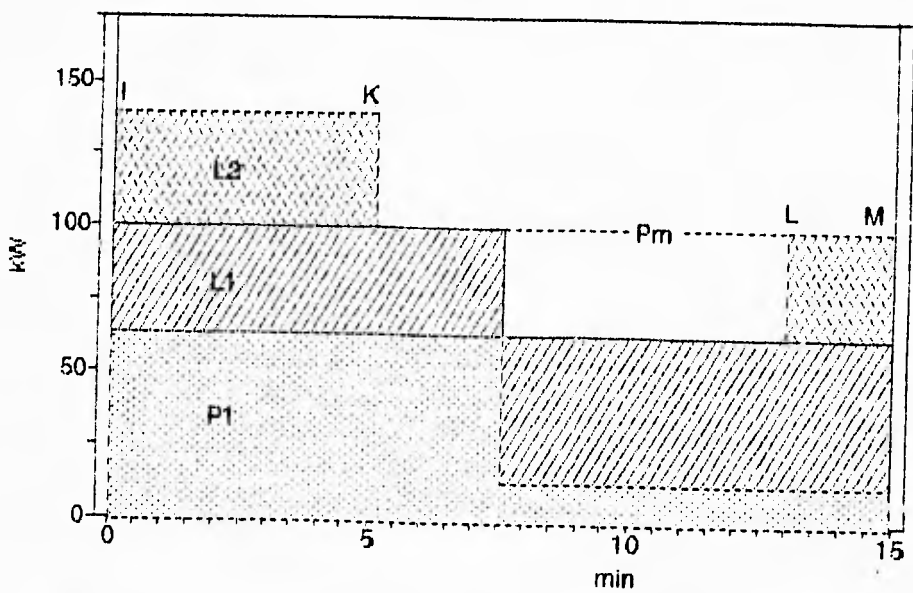
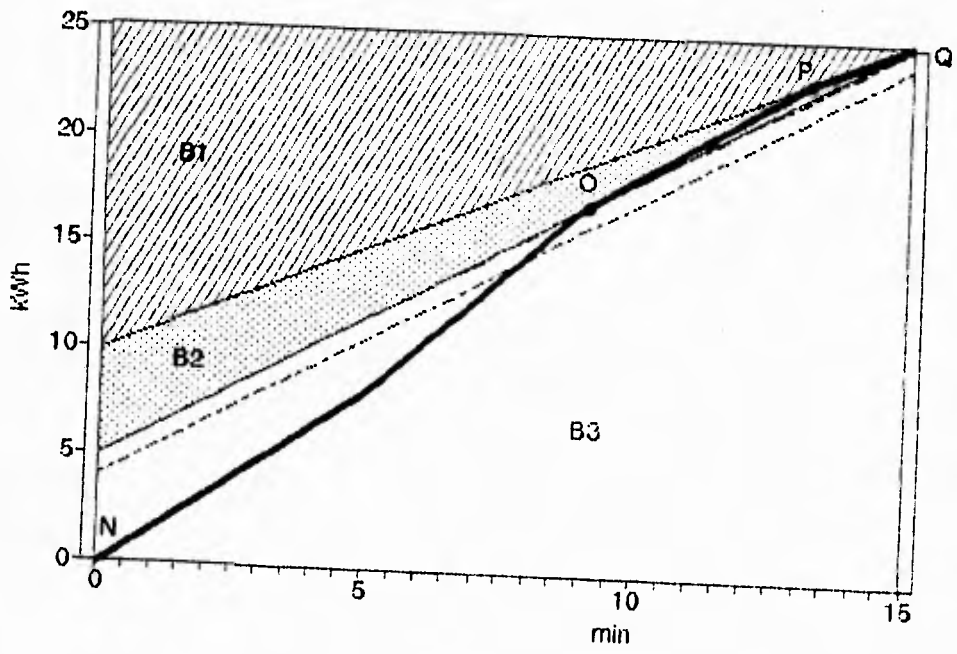
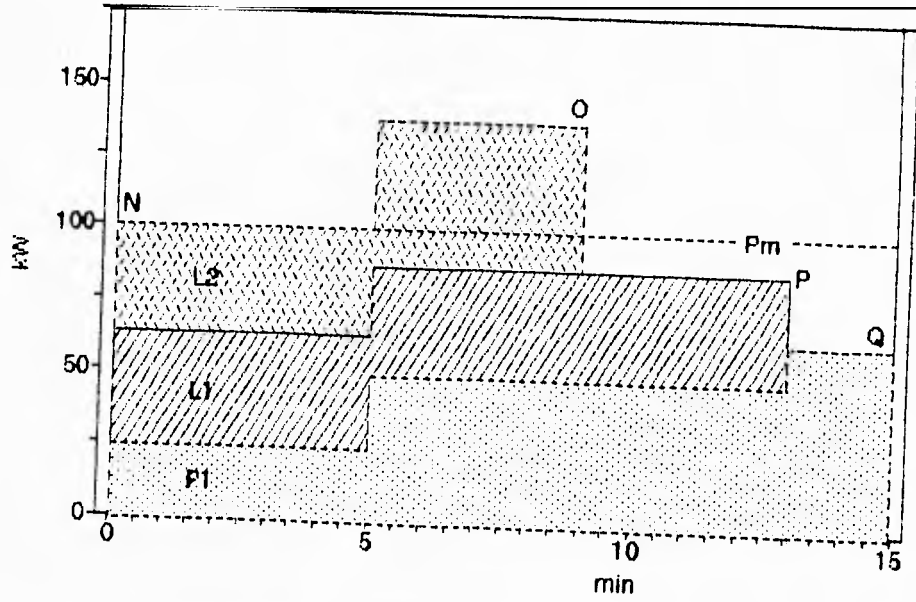


FIGURA 5-5



Control por prioridad ciclica.- Con esta forma de control las cargas L1 y L2 cambian su prioridad, cuando una de las cargas ha sido desconectada durante mas tiempo que el programado la prioridad cambia.

Control Manual.- Los indicadores de rango y despliegue de carga ideal permiten un control manual exacto si se desea.

-- MODELO No.2 (MOD-2):

El sistema es un registrador de parámetros de energia que tiene como base un Hardware fijo y un Software que controla todos los parámetros, por lo que los requerimientos de diseño, se dan por la programación que se graba en una memoria EPROM que es compilada previamente en una computadora personal, esto permite una rapida adaptación del equipo a las necesidades del usuario sin grandes cambios en el Hardware.

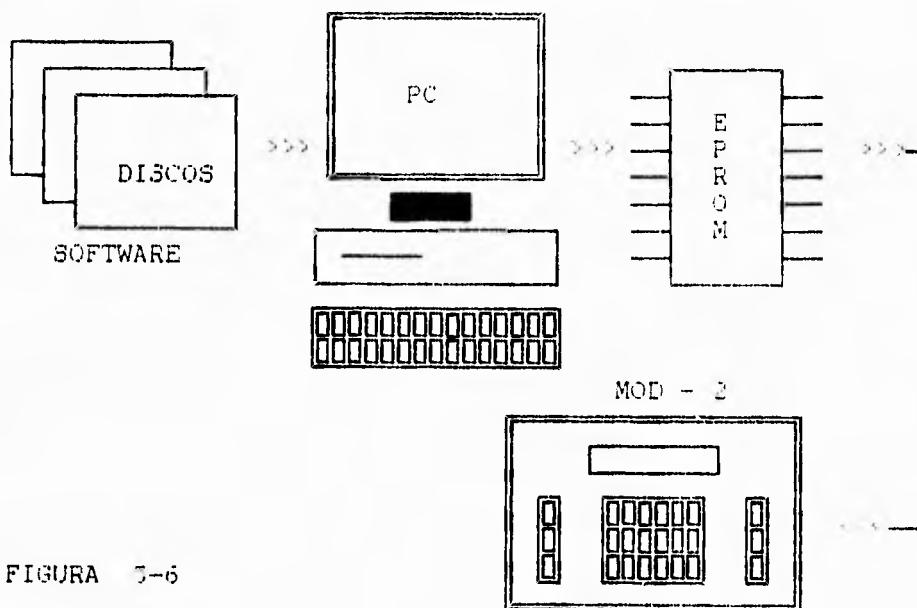


FIGURA 5-6

El sistema puede manejar hasta ocho canales de transmisión de datos usando la red telefonica mediante un modem.

FUNCIONES PRINCIPALES.

- 1.- Registros de entrada - INPUT (KWH, VAH, KVARH), que se conectan a los medidores correspondientes.
- 2.- Registros de suma - SUM, para almacenar resultados de adiciones o para importar/exportar esquemas.
- 3.- Registros VA, para calcular el VA de cualquier combinación de registros INPUT y/o SUM.
- 4.- Registros índice - RATE, los cuales son controlados en tiempo y solo se incrementarán entre tiempos predefinidos. La entrada a estos registros puede darse a partir de cualquier combinación apropiada de los registros INPUT, SUM y VA.
- 5.- Función CUM. UNITS/TIME, repite las lecturas de los registros de medición.
- 6.- Función DEMAND/DATE, presenta la demanda en todos los registros.
- 7.- Función MAX. DEMAND/DATE, muestra la demanda máxima en todos los registros.
- 8.- Función CUM. M.D./TARIF, muestra la demanda máxima acumulativa en todos los registros.
- 9.- Función M.D. TIME/STATUS, presenta el historial de datos en todos los registros.

El Hardware del equipo cuenta con un receptor de pulsos de registro y proceso de datos provenientes de los diversos medidores (hasta 8 medidores), que se conectan mediante opto-electrónica.

Los niveles de entrada/salida y los valores de pulso son compatibles con los patrones de medición y están protegidos contra ruido y transitorios.

Todos los datos se indican en un despliegue de cristal líquido de 32 caracteres los cuales se manejan mediante un teclado.

Cuenta con salidas que pueden manejar impresoras, proveer pulsos de tiempo, pulsos de retransmisión de cualquier registro o proporcionar la señal para manejar una alarma.

La unidad tiene 32 registros primarios agrupados en cuatro tipos: 8 registros INPUT, 8 registros SUM, 8 registros VA y 8 registros RATE.

Los datos disponibles para cada registro incluyen: unidades acumulativas, demanda promedio actual, demanda máxima, demanda máxima acumulativa, hora y fecha de la demanda máxima.

También tiene disponible un historial de datos que muestra lo siguiente: unidades acumulativas al final del periodo previo de facturación, demanda promedio para el periodo de integración previo, demanda máxima y demanda máxima acumulativa para el periodo previo de facturación, hora y fecha de la demanda máxima en el periodo previo de facturación.

El restablecimiento de la demanda máxima se puede inicializar automáticamente mediante la señal del calendario interno o mediante un pulso de entrada externo. Si se emplea el botón de restablecimiento de la demanda máxima, se limpian los registros de demanda máxima y se actualizan los registros de demanda máxima acumulativa.

Se mantiene una copia de seguridad en el número de restablecimientos que se han realizado a la fecha, de esta manera se restringe al usuario el uso de este botón para restablecer su demanda máxima.

La medición por tarifa es operada mediante los registros RATE los que se incrementarán durante zonas de tiempo predefinidas. El control de tiempo de estos registros se puede dar interna o externamente.

Control interno.- Cada registro RATE se puede programar para incrementarse durante zonas de tiempo pre-establecidas bajo el control del reloj interno y el sistema de calendario. Se pueden programar hasta 8 zonas, cada registro RATE se operará con cualquier combinación de una o más de estas zonas que son programadas en el Software, pero se pueden cambiar mediante el teclado.

Control externo.- Si se requiere, el equipo operará con control de tiempo externo vía dos entradas óptico-aisladas. Este arreglo incrementa los registros en pares dando una capacidad de cuatro zonas.

El equipo cuenta con una batería que mantiene energizada la memoria del reloj para cuando existen pérdidas de suministro de energía.

El Software del equipo se agrupa en tres secciones:

1.- Definición de la programación, en donde todos los parámetros variables son contenidos en la memoria EPROM los cuales incluyen: valores de pulso, periodo de demanda, zonas de tiempo, calculos de suma - KVA y tarifa, formatos de mensaje de la salida serial, funciones de los contactos de salida, y funciones de las entradas auxiliares; además se pueden programar los periodos de integración para tener una duración de 5, 10, 15, 20, 30 o 60 minutos.

2.- Sistema de operación, que ejecuta todas las funciones principales del equipo, tales como el procesamiento de datos, control de despliegue, muestreo del teclado, etc.

3.- Rutinas de auto-diagnostico, se ejecutan funciones continuas de auto-diagnostico para asegurar que el equipo opera adecuadamente enviando mensajes en caso de falla de la EPROM, RAM, reloj de tiempo real, interrupción del suministro de energía al equipo, exceso de pulsos provenientes de los medidores, ausencia de pulsos en siete días consecutivos y operación del restablecimiento del equipo.

-- MODELO No.3 (MOD-3):

Es un equipo que controla la demanda de energía eléctrica y al mismo tiempo registra el uso de la misma, puede controlar hasta tres grupos de cargas con prioridades diferentes y registra consumo y factor de potencia de cada intervalo de 15 minutos.

- ++ Elimina picos ocasionales en la demanda que inciden directamente en la facturación.
- ++ Reduce el costo unitario del KWH.
- ++ Registra en forma continua el uso de energía eléctrica, permitiendo conocer costumbres y patrones reales de consumo.
- ++ Permite evaluar y aprovechar las ventajas y ahorros que ofrece la tarifa horaria.
- ++ Despliega la demanda actual y su tendencia en una computadora personal o en una alarma.
- ++ Registra en una impresora todos los eventos eléctricos importantes.

CARACTERISTICAS:

El equipo cuenta con tres entradas para conectarse a los medidores de tres cargas importantes o centros de control de motores internos de la planta.

El equipo esta basado en un microprocesador capaz de controlar la demanda, para eso utiliza la tecnica de demanda predictiva real y controla tres grupos de cargas en forma priorizada.

Como registrador almacena los datos de demanda máxima y los pulsos acumulados en cada intervalo de demanda en una memoria RAM que es respaldada con una bateria en caso de falla en el suministro de energia. Se pueden programar intervalos de demanda fijos de 1 a 60 minutos e intervalos de ventana rodada con sub-intervalos que se pueden establecer para completar el intervalo de medicion.

Se programa desde una computadora personal, permitiendo el acceso en forma local o remota via telefonica tanto para programación como para captura o visualizacion de los datos. Recibe informacion de cada intervalo de demanda (15 minutos) y la convierte en un archivo compatible con Lotus 1-2-3 para su analisis posterior.

El modulo de graficas, lee los archivos y muestra una representacion grafica de las lecturas. Cada grafica presenta los datos importantes del dia para un medidor en un tiempo determinado. Las graficas de las variables son: KWH de la planta (perfil de la carga), KVAR de la planta: Carga 1, Carga 2 y Carga 3.

El programa permite visualizar en la pantalla de la PC una grafica del intervalo de demanda versus la demanda actual de la planta. Presenta además la demanda predictiva en tiempo real, el set-point de la demanda maxima y las cargas que estan conectadas, esta opcion se recomienda cuando se desea hacer un monitoreo continuo de la demanda.

-- MODELO No.4 (MOD-4):

Este equipo esta constituido por un Controlador Logico Programable (PLC) convencional, pero debido a su estructura de Software y a los dispositivos de medicion e interfase se puede aplicar de manera practica.

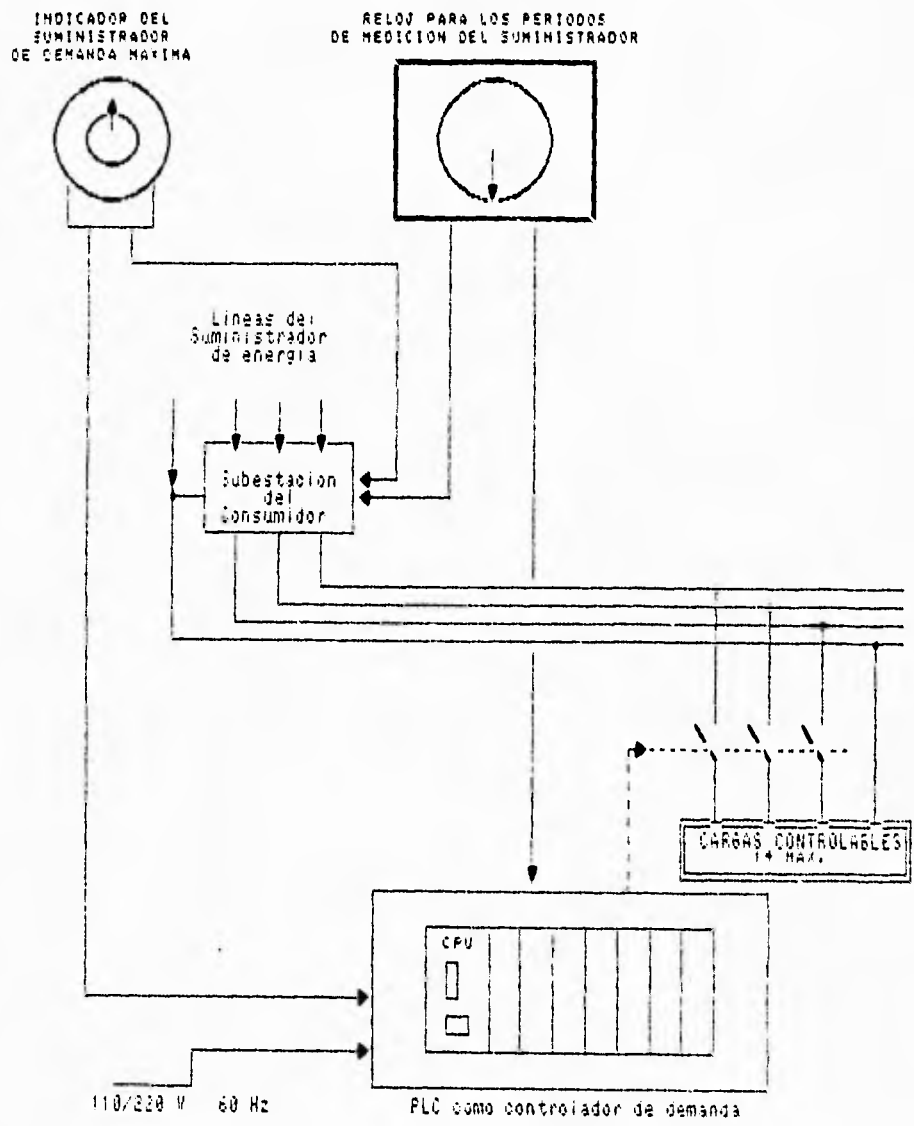


FIGURA 5-7 DIAGRAMA DE CONEXION DEL MOD-4

El equipo mantendrá la demanda dentro del valor contratado mediante la desconexión de hasta 14 cargas (entendiéndose cada vez que se mencione en esta descripción el concepto "Carga", como Carga unitaria o Grupo de cargas) no indispensables en ese momento en el proceso, como se observa en la FIGURA 5-7.

El equipo cuenta con dos entradas para los pulsos de control y salidas para enviar señales permisivas y de disparo a 14 cargas controlables.

Para efectuar el control se requieren pulsos provenientes de la Compañía suministradora de energía representativos del inicio de cada periodo (15 minutos) en que se realizan las mediciones y pulsos representativos de la energía consumida (1 pulso/KWH variable según las relaciones de transformación de TP's y TC's) en el periodo.

El PLC tendrá almacenado como datos la energía consumida admisible en función del transcurso del periodo de medición; dicho valor será comparado contra la energía real consumida hasta ese momento y se decide si hay que hacer una corrección. En caso afirmativo se envía una señal de disparo a las cargas controlables.

La cantidad de cargas a desconectar depende de que tiempo ha transcurrido del periodo de medición. Cada 20 segundos transcurridos en el periodo se desconectará una carga de acuerdo con la prioridad que se le da por parte del Usuario.

Terminado el periodo de medición se restablecen todos los parámetros y se vuelve a iniciar la cuantificación.

El equipo cuenta con un sistema de intervalo de ventana rolada con corrimientos de 20 segundos.

-- MODELO No.5 (MOD-5):

El equipo monitorea y controla la demanda de energía mediante unidades electrónicas basadas en microprocesadores que cuentan con un indicador digital.

En la siguiente tabla se muestran las características de los diversos modelos de la serie MOD-5:

| MODELO | FUNCIÓN | HARDWARE |
|---------|--|---|
| MOD-5/1 | Equipo destinado unicamente al monitoreo de la demanda. Cuando excede la demanda presente respecto a la establecida se crea una condicion de alarma. | Logica aleatoria T-MOS. |
| MOD-5/2 | Equipo que contiene funciones de operacion y estimacion, demanda estimada, demanda presente, ajuste de demanda, tiempo restante, etc. Cuando se sobrepasa del limite cualquiera de los parametros antes mencionados, se activa una alarma. | Computadora personal. Impresora optativa. |
| MOD-5/3 | Equipo con las caracteristicas del MOD-5/2, pero con un sistema de manejo de carga. Cuando se cumplen las condiciones de alarma, el sistema desconecta una carga pre-determinada. | Computadora e impresora |

El equipo MOD-5/3 es un sistema que monitorea la demanda y la controla, para ello, recibe pulsos desde el medidor de demanda de la Compañía suministradora que son transmitidos a un separador de pulsos de manera que no interfiera con la operacion de dicho medidor.

El equipo en su Software realiza una serie de operaciones con dichos pulsos en un intervalo de medicion que sera de 30 minutos, haciendo la estimacion para determinar la demanda al final del intervalo como si se continuara operando con ese mismo regimen de demanda.

Posteriormente compara la estimacion con el parametro limite que tambien es programado. Si se excede el limite, se desconecta la carga controlable; si no se sobrepasa este el equipo no efectua operacion alguna.

CONDICIÓN DE ALARMAS Y CONTROL DE CARGA.

1).- Alarma.

Para interpretar la condicion de la demanda presente, demanda estimada y demanda objetivo en relacion al tiempo restante en el intervalo de medicion, se activan las cuatro diferentes alarmas.

a) Alarma - 1:
Esta alarma se activa cuando hay una posibilidad de que la demanda presente, pueda sobrepasar la demanda objetivo.

b) Alarma - 2:
Esta alarma se activa cuando sea necesario desconectar carga.

c) Alarma - 3:
También se designa como alarma de estado alto de carga. se activa cuando la tendencia de la demanda presente, exceda al término de 5 minutos la demanda objetivo.

d) Alarma - 4:
También designada como alarma crítica de no ajuste. se presenta con una condición de sobrecarga aun cuando ya se haya desconectado la carga controlable.

2).- Control de carga.

La cantidad de carga sujeta a control se determina de una relación entre el ajuste de demanda y la demanda interceptada. De acuerdo a un esquema de control pre-determinado (prioridades), se desconectan o conectan las cargas controlables.

-- MODELO No.6 (MOD-6):

La serie MOD-6 fue diseñada para los requerimientos del grande consumidor de electricidad, que le permiten el manejo de sus cargas para disminuir los costos de facturación de acuerdo con la tarifa a la que pertenezcan. Dentro de las características generales de la serie, se tienen las siguientes:

- Control de demanda máxima.
- Control de hora del día (Horario).
- Control de ciclo de trabajo.
- Grabación del perfil de carga.
- Impresión de los datos procesados.
- Programación completa empleando un sistema teclado/despliegue.

La serie consta de tres modelos: MOD-6/1, MOD-6/2 y MOD-6/3.

1).- MOD-6/1
MONITOR DE DEMANDA.

Es un equipo basico de monitoreo de demanda maxima. Los valores de carga instantanea se obtienen de los pulsos generados por el medidor. Los parametros, cambian en cada caso de instalacion, se programan en el equipo, tales como la demanda objetivo, el periodo de demanda, requerimientos de alarma, hora del dia y fecha. Una vez programado y en condiciones de operacion, muestra en la pantalla la carga instantanea, el tiempo restante en el periodo de demanda y el valor de correccion de carga. Al ultimo muestra si la carga conectada se debera reducir o si se puede incrementar para alcanzar la demanda objetivo. Se tienen tres niveles de alarma -- pre-alarma, alarma activa y demanda maxima excedida.

2).- MOD-6/2
MONITOR DE DEMANDA CON CONTROL DE CARGA AUTOMATICO.

Este equipo posee todas las caracteristicas del MOD-6/1 ademas con las ventajas de la desconexion de carga automatica y restauracion con manejo manual. El switcheo de carga solo se da cuando el valor de correccion es igual al valor pre-programado de las cargas conectadas y siguiendo una secuencia de prioridad pre-seleccionada, esto permite que la desconexion de las cargas sea retardada hasta el ultimo momento evitando asi switcheos innecesarios de carga y permitiendo el uso maximo posible de la demanda disponible. El equipo es un pronosticador de demanda maxima que calcula la correccion de carga necesaria para operar en una tendencia hacia la demanda maxima objetivo. El valor de correccion es actualizado cada seis segundos y las cargas se pueden operar manual o automaticamente.

3).- MOD-6/3
CONTROLADOR AUTOMATICO DE LA DEMANDA Y TEMPORIZADOR DE ENERGIA.

Este equipo proporciona el control de demanda y tiempo para 104 cargas. El control de tiempo proporciona la hora del dia para conectar y/o desconectar las cargas en periodos especificos a traves del dia o la noche de manera ininterrumpida en un calendario diario, semanal o mensual.

Cuenta con un control de ciclo que permite que las cargas roten en su operación de manera intermitentemente.

El control de tiempo asegura que las cargas estén encendidas innecesariamente o desperdiciadas y el control ciclico de cargas de respuesta lenta permite ahorros de consumo electrico.

El MOD-6/3 cuenta con todas las características disponibles en los anteriores modelos, pero también permite que las cargas se conecten o desconecten de acuerdo con un patron o cédula de tiempo con resolución de un minuto y programación por un año o más. Cada una de las 104 cargas puede ser designada para el control de demanda, control ciclico o una combinación de ambos controles. La condición manual se tiene en cada carga individualmente. Los tiempos máximos de desconexión y mínimos de conexión/desconexión junto con la agrupación de prioridad de cargas, son caracterizados para las cargas que están siendo actuadas bajo el control de demanda máxima.

Formatos de programación:

El equipo cuenta con 104 canales para manejar el mismo número de cargas y cada canal puede ser asignado a la demanda, el tiempo o al control de demanda y tiempo. Un canal asignado al control de demanda, solo puede tener restricciones de control impuestas de tal manera que el control automático siempre la encenderá por un tiempo mínimo y la apagará por tiempos mínimo y máximo. Las cargas bajo el control de tiempo se pueden asignar en formatos de switcheo por horario, diariamente, semanalmente y anualmente, permitiendo así que cualquiera de las 104 cargas tengan un patron individual en un calendario anual con un tiempo mínimo de switcheo de un minuto. Las cargas bajo el control de demanda y tiempo siguen el patron de control de tiempo asignado, pero son desconectadas bajo restricciones de demanda.

A continuación se muestran los diferentes formatos de pantalla para el manejo y programación de los datos empleados.

Manejo y programación de datos en pantalla:

1.- Datos de la carga. En el modo de control y datos de la carga se pueden introducir hasta 13 cargas por página de datos.

LOAD DATA.01

| LOAD NO. | CONTR MODE | LOAD KW | MIN ON | MIN OFF | MAX OFF |
|----------|------------|---------|--------|---------|---------|
| 001 | HR01 | 000000 | 00 | 00 | 00 |
| 002 | DY01 | 000000 | 00 | 00 | 00 |
| 003 | WK01 | 000000 | 00 | 00 | 00 |
| 004 | YR01 | 000000 | 00 | 00 | 00 |
| 005 | HR01 | 000500 | 00 | 00 | 00 |
| 006 | DEM | 000600 | 01 | 01 | 02 |
| 007 | DEM | 000700 | 00 | 00 | 00 |
| 008 | DEM | 000800 | 00 | 00 | 00 |

PAGE: NEXT = A LAST = B
CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

2.- Datos de agrupación de carga. Se pueden cargar 8 grupos de cargas de demanda o demanda cíclica en dos páginas. Los grupos son asignados por tipo de switcheo de demanda.

LOAD GROUPING DATA 1

| GROUP | LOADS IN ON ORDER | | | | | | | |
|-------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 : | 001 | 002 | 003 | 004 | 005 | 006 | 007 | 008 |
| | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| 2 : | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| 3 : | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| 4 : | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |

PAGE: NEXT = A LAST = B
CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

3.- Datos de grupo. La información introducida en este formato determina la secuencia de los grupos de demanda y las cargas dentro de los grupos. Se puede modificar la desconexión/conexión de las cargas para proporcionar las cargas que tienen diferentes características de arranque.

GROUP DATA

| GROUP NO. | ON ORDER | SEQ OPT(1-4) | |
|-----------|----------|--------------|--------------------|
| 1 | 1 | BD | GROUP SEQ OPT = AC |
| 2 | 0 | | |
| 3 | 0 | | INHIBIT RESTORE |
| 4 | 0 | | PERIOD = 01 % |
| 5 | 0 | | L. S. FACTOR = 01 |
| 6 | 0 | | L. R. FACTOR = 01 |
| 7 | 0 | | |
| 8 | 0 | | RAPID RESTORE ON |

PAGE: NEXT = A LAST = B
 CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

4.- Hora. Se tienen dos formatos de 30 minutos en que se da el control minuto a minuto de 24 programas de switcheo.

HOURLY TIME CYCLES.1 9 = ON 0 = OFF

| CYCLE NO. | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 | 29MIN | | |
|-----------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|-------|---|---|
| HR01: | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| HR02: | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| HR03: | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| HR04: | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| HR05: | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| HR06: | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| HR07: | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| HR08: | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |

PAGE: NEXT = A LAST = B
 CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

5.- Día. Hasta 21 programas se pueden introducir en 9 páginas de datos. Las cargas pueden ser controladas directamente o vía programas cíclicos horarios.

DAILY TIME CYCLES,1 99 = ON 00 = OFF

| CYCLE | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | HRS |
|--------|----|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| NO. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| DY01 : | 01 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| DY02 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| DY03 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| DY04 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| DY05 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| DY06 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| DY07 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |

CURSOR TIME = 00:00 HRS

PAGE: NEXT = A LAST = B
 CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

6.- Semana. Hasta 24 ciclos semanales se pueden controlar en una base día a día, o como una combinación diaria, o con ciclos de tiempo diarios y por hora.

WEEKLY TIME CYCLES,1 99 = ON 00 = OFF

| CYCLE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | DAYS |
|--------|----|---|---|---|---|---|---|------|
| NO. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| WK01 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| WK02 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| WK03 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| WK04 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| WK05 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| WK06 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| WK07 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |
| WK08 : | 00 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | : |

PAGE: NEXT = A LAST = B
 CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

7.- Año. Se pueden programar 24 ciclos anuales en 54 semanas (2 semanas adelantadas al siguiente año). El control se puede dar como una combinación de ciclos semanales, diarios y por horario.

YEARLY TIME CYCLES,1 99 = ON 00 = OFF

| CYCLE NO. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | WKS |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| YR01: | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | : |
| YR02: | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | : |
| YR03: | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | : |
| YR04: | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | : |
| YR05: | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | : |
| YR06: | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | : |
| YR07: | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | : |
| YR08: | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | : |

PAGE: NEXT = A LAST = B
 CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

8.- Control de impresora (Opcional). Permite la selección para la impresión de parámetros de operación deseados.

PRINTER CONTROL

| OPTIONS AVAILABLE | 1 = YES | 0 = NO |
|-------------------|----------|--------|
| BASIC O/P | SELECTED | |
| SUMMATION O/P | | |
| LOAD CONTROL O/P | | |
| TIME CONTROL O/P | | |
| BAUD RATE | 110 | |

PAGE: NEXT = A LAST = B
 CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

9.- Valores de pulso. Valor programable por pulso en la señal dada por el medidor del Suministrador.

PULSE VALUES

| I/P | VALUE | P.E. FACTOR 1 |
|-----|---------|---------------|
| 1 | 000.250 | KWH |
| 2 | 000.250 | KWH |
| 3 | 000.250 | KWH |
| 4 | 000.250 | KWH |
| 5 | 000.250 | KWH |
| 6 | 000.250 | KWH |
| 7 | 000.250 | KWH |
| 8 | 000.250 | KWH |

PAGE: NEXT = A LAST = B
 CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

10.- Registros medidores. Registros acumulativos de energía para 8 entradas.

METERS

| I/P | REGISTER | DEMAND | |
|-----|---------------|-----------|-----|
| 1 | 0000240790.00 | 003825.00 | KWH |
| 2 | 0000000000.00 | 000000.00 | KWH |
| 3 | 0000000000.00 | 000000.00 | KWH |
| 4 | 0000000000.00 | 000000.00 | KWH |
| 5 | 0000000000.00 | 000000.00 | KWH |
| 6 | 0000000000.00 | 000000.00 | KWH |
| 7 | 0000000000.00 | 000000.00 | KWH |
| 8 | 0000000000.00 | 000000.00 | KWH |

PAGE: NEXT = A LAST = B
 CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

11.- Demandas máximas. Se pueden programar hasta 8 demanda máximas objetivo. El cambio de un objetivo a otro se consigue mediante una señal externa o pro medio del programa de control de demanda máxima ciclada semanalmente. Se fecha la demanda máxima más alta de manera automática y se restablece a cero.

MAXIMUM DEMAND

| NO | VALUE | ACTUAL | |
|----|------------|------------|-------|
| 1 | 004000.000 | 003920.500 | KWH |
| 2 | 003000.000 | 002850.000 | KWH |
| 3 | 000000.000 | 000000.000 | UNIT? |
| 4 | 000000.000 | 000000.000 | UNIT? |
| 5 | 000000.000 | 000000.000 | UNIT? |
| 6 | 000000.000 | 000000.000 | UNIT? |
| 7 | 000000.000 | 000000.000 | UNIT? |
| 8 | 000000.000 | 000000.000 | UNIT? |

PAGE: NEXT = A LAST = B
 CURSOR: ^ = C V = D < = E > = F

12.- Demanda máxima ciclada semanalmente. Esta opción permite cambios entre las diferentes demandas máximas objetivo para satisfacer ciertos requerimientos de tarifa. Los cambios se pueden programar en una base horaria/diaria.

TIME & ALARM

MONITORING PERIOD : 30 MIN
REMAINING ENERGY ALARM : 10 %
REMAINING TIME ALARM : 10 %
DATE (D:M:Y) : 21:01:86
WEEKDAY : TUE
SET CLOCK : 09:52 HRS
CLOCK ADJUST : 25:00 SECS

PAGE: NEXT = A LAST = B
CURSOR: = C V = D < = E > = F

Como se mencionó anteriormente todos los datos se pueden solicitar y programar por medio de un teclado que esta ubicado en el panel frontal del equipo.

-- MODELO No.7 (MOD-7):

El MOD-7 se puede conectar facilmente a la red de suministro electrico mediante transformadores de corriente y voltaje o por medio de un sistema de pulsos de energia. Cuenta con una salida que proporciona pulsos con la opcion de salida en serie y modem, permitiendo la conexion remota o directa a un registrador o a una computadora que procese los datos.

Se puede programar para consumos de hora del dia, horas pico/horas fuera de pico y para verano/invierno, además se cuenta con la conexion y desconexion de cargas. Obtiene la demanda promedio en periodos con programacion de 5 minutos a 60 minutos.

La mayoría de las tarifas para los grandes consumidores se basan en la demanda maxima o en base al tiempo de uso o una combinacion de las dos.

De acuerdo a la tarifa de demanda máxima, el valor pico o el valor de la demanda promedio se calcula en periodos de medicion de 15, 30 o 60 minutos normalmente, como se observa en la FIGURA 5-8.

También las tarifas que se basan en la hora del día, tienen periodos de horas fuera de pico y periodos de pico de demanda, como se ve en la FIGURA 5-9, durante los cuales el costo de la energia cambia.

FIGURA 5-8

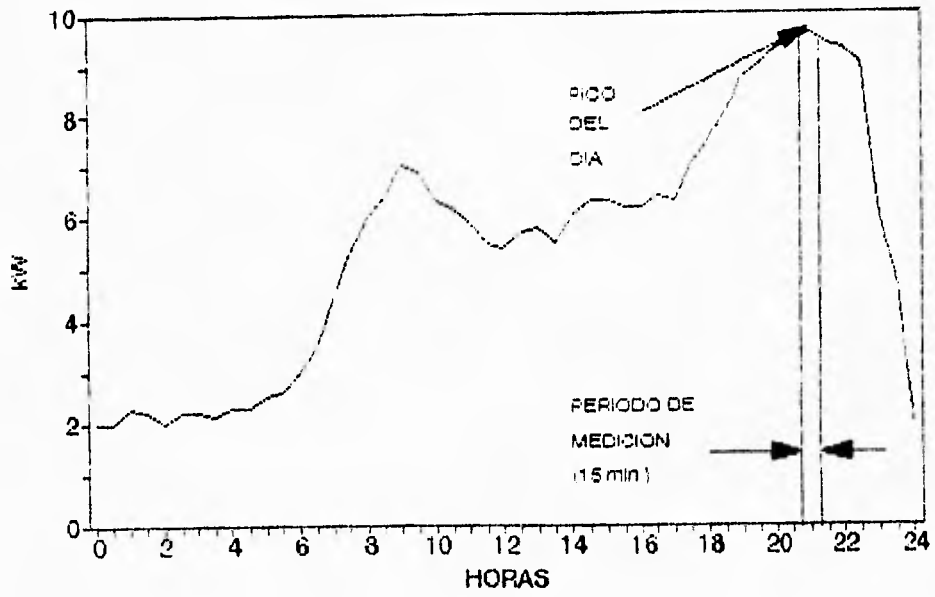
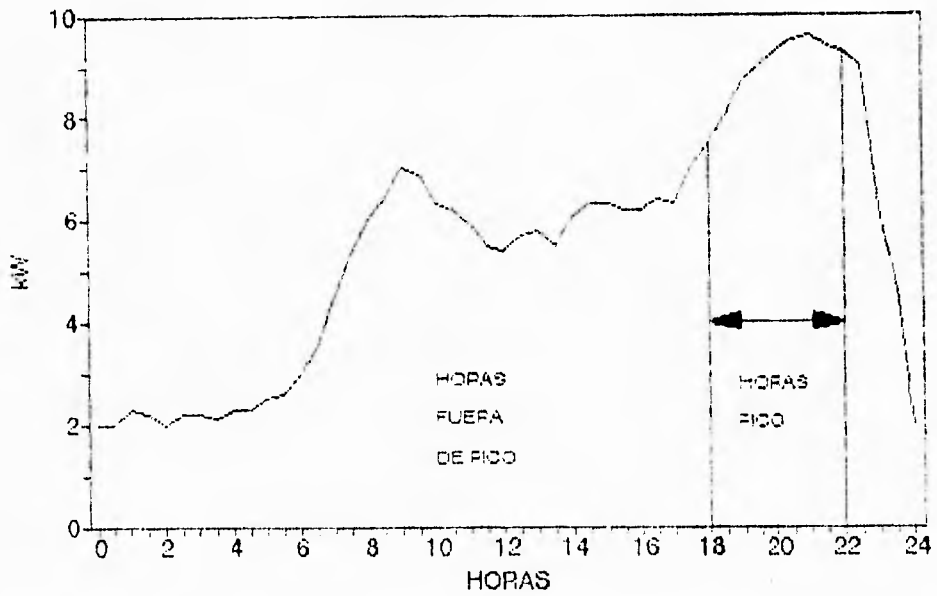
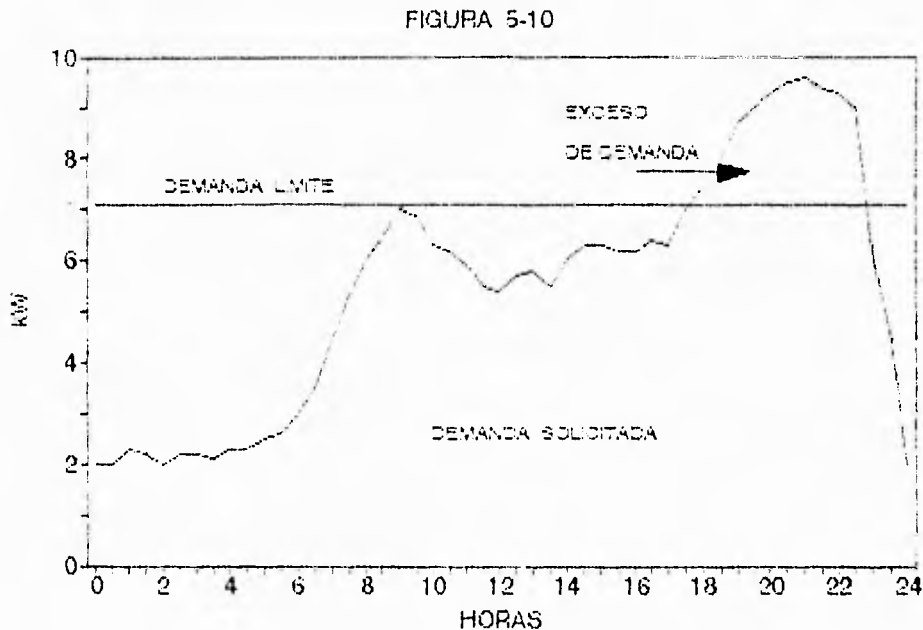


FIGURA 5-9



Otro tipo de tarifa controla la demanda limite, donde la demanda del día se compara con un parametro limite, que en el momento de excederse aumenta su costo de facturacion, de acuerdo con la FIGURA 5-10.



El MOD-7 contiene una unidad de medición que puede ser equipada con una segunda unidad, la cual tiene la misma función que la primera. Las opciones disponibles son las siguientes:

1. Una unidad de medición de energía adicional.
2. Salida de pulsos representativa de la energía total.
3. Indicación de los límites de demanda promedio via un relevador o transistor de salida.
4. Salida serie para transferencia de datos a unidades de registro remotas.
5. Cuando el equipo cuenta con unidades de medición de energía activa y reactiva la energía aparente y el factor de potencia se pueden registrar.

6. Se puede conectar un impresor para el continuo registro de los datos manejados.
7. Entrada de pulsos de sincronización.

CARACTERISTICAS DE OPERACION DEL CONTROLADOR.

El MOD-7 además de la unidad de medición se equipa con cuatro salidas a relevador o transistor, las cuales son controladas por cuatro niveles de alarma L1 - L4. Estas salidas se emplean para desconectar cierto número de cargas cuando el valor de la demanda tiende a exceder el límite programado por el usuario.

Cuando la demanda se monitorea, los niveles L1, L2, L3 y L4 se programan individualmente para activarse cuando se tienda a exceder el valor dado para cada uno. Además en cada nivel de alarma se puede programar un retardo en las cargas que volverán a ser conectadas, teniendo con esto intervalos de tiempo variables para cada carga en la reconexión.

El nivel L4 se puede conectar a una alarma óptica o acústica para indicar que el nivel máximo se está alcanzando. Los niveles de alarma se pueden usar de la siguiente manera: L1 y L2 controlan el valor máximo durante las horas pico, y los niveles L3 y L4 controlan otro valor máximo en las horas fuera de pico. El switcheo entre los límites es automático.

También se puede emplear con propósitos de regulación, de manera que se emplee el valor máximo óptimamente. El nivel L1 se usa como máximo y el nivel L2 se emplea como mínimo, por este medio no se excede la demanda límite programada y se tiende a la misma lo más posible, haciendo un uso más eficiente de la energía.

-- MODELO No.8 (MOD-8):

Este equipo tiene su aplicación práctica dentro de las Compañías suministradoras a nivel de subtransmisión y distribución, ya que es un sistema supervisorio de control y de adquisición de datos para manejo de energía eléctrica, ofreciendo un sistema de comunicación por radio para el manejo de las cargas en el control de parámetros de energía eléctrica, tales como la demanda, factor de potencia, indicaciones de falla de la red de suministro, etc.

Su instalación es fácil ya que la parte compleja del sistema se encuentra en el Software, cuyo controlador maestro está equipado con una computadora personal, líneas de comunicación (ya sea de ondas UHF/VHF, o teléfono), alarmas de priorización, información, grabación y reconocimiento, Software automatizado de distribución como: Manejo de cargas, control de capacitancia, lecturas de los parámetros, grabación de la demanda entre otras. Además de contar con un controlador de comunicaciones que enlaza las unidades terminales remotas que se tengan disponibles en las diversas subestaciones con el control maestro.

El sistema controla la carga (reducción de la demanda) por medio de la interrupción programada del consumo y demanda de los consumidores que han sido previamente informados del patrón de desconexiones que tendrán. El equipo monitorea la demanda y automáticamente actúa para conservar la energía de modo que el pico se recorte cuando la demanda alcanza el nivel establecido. El controlador desconecta las cargas por medio de la transmisión de señales de radio codificadas que indican tal acción. Para ejercer un trato uniforme con los Consumidores, se tiene una rotación en la desconexión del total de los Consumidores.

Las cargas del Consumidor se controlan en base a estrategias ajustadas entre las que se incluyen la hora del día, la predicción de demanda, duración de tiempo fuera, el número de periodos de control por día, horas fuera por temporada y otros parámetros.

El periodo de interrupción y las reglas para la rotación de cargas se pueden ajustar a los requerimientos del Suministrador. El sistema tiene la capacidad, por ejemplo, de expandir 30 sectores independientemente controlados con cada sector recibiendo entradas de 250 medidores de demanda y controlar cientos de cargas de esta manera. Es por eso que se enfoca principalmente al manejo de cargas por parte de las Compañías suministradoras.

Los modelos de Controladores presentados en el capítulo son los equipos comercializados hasta el momento en México, cabe mencionar que se están desarrollando prototipos en los centros de investigación del área que pueden ser comercializados con la infraestructura adecuada, teniendo así una tecnología propia en el diseño y construcción de los diversos tipos de Controladores de Demanda de Energía Eléctrica.

C A P I T U L O 6

ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA EL MANEJO DE CARGAS

6.1 ANTECEDENTES.

En el presente capítulo se establecerán las características de la carga y su manejo, para ello se presenta la FIGURA 6-1 que identifica esquemáticamente los cuatro componentes principales del control de carga que definen apropiadamente un sistema funcional y útil. Estos componentes son:

- 1) Curvas de carga objetivo del suministrador.
- 2) Técnicas de control de carga.
- 3) Estrategias de control de carga.
- 4) Cargas controlables.

Al desarrollar un rango de opciones con cada componente y su interacción, se obtiene la información que se puede emplear para estructurar un diverso número de tendencias del control de carga, como se explicará en su momento.

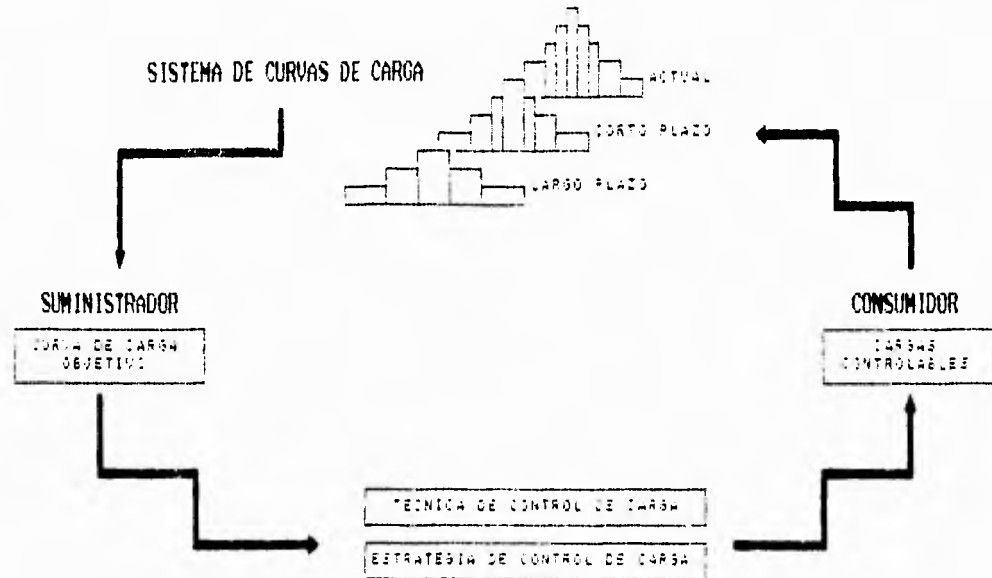
1) Curvas de carga objetivo del suministrador.

El punto inicial para el desarrollo de cualquier sistema de control de carga será la determinación del conjunto de curvas de carga actuales y el que se pretende. Las diferencias entre las curvas actuales y las objetivo dan la información de como los niveles de demanda y energía se necesitan modificar.

Las curvas de carga objetivo se pueden determinar describiendo como la demanda (KW) y la energía (KWH) se necesitan incrementar, disminuir o recorrer para producir un patrón de carga deseado por hora.

FIGURA 6-1

LOS COMPONENTES DEL CONTROL DE CARGA



En base a la definición de control de carga, las curvas de carga objetivo del Suministrador también describen como las operaciones del Consumidor se deberán modificar para producir un patrón de carga horario deseado.

Las curvas de carga objetivo se pueden especificar para un rango de diferentes cuadros de tiempo y propósitos, esto es: Las curvas de carga de corto plazo podrían alcanzar márgenes de reserva en un día, o las curvas de carga de largo plazo podrían tender a incrementar los Factores de carga de la temporada, mejorando la disponibilidad de la capacidad de carga base.

2) Técnicas de Control de carga.

Las técnicas de control de carga describen como el Suministrador y el Consumidor actúan conjuntamente para lograr una estrategia de control particular, para ello se cuenta con tres opciones diferentes:

- i) Control local, donde el Consumidor realiza toda la acción de control, colocando detectores en el lugar de consumo que midan las condiciones locales y un dispositivo de control emplea estas mediciones para temporizar las acciones de control.
- ii) Control directo, donde el Suministrador realiza toda acción de control, en este caso un sistema de comunicación transmite comandos del equipo del Suministrador al del Consumidor.
- iii) Control distribuido, donde ambos actúan en conjunto para lograr el control. Con el control distribuido, las condiciones locales influyen en los parámetros, pero una comunicación de enlace hace posible que el Suministrador modifique o maneje el sistema de control local. Esta opción se ajustará de acuerdo a las necesidades Suministrador - Consumidor.

3) Estrategias de control de carga.

Las estrategias de control definen un algoritmo o procedimiento para el control, que generalmente se inicia en base al estado de una variable de activación, dentro de este concepto se pueden incluir la temperatura exterior, la hora del día, la demanda instantánea o la demanda promedio.

Las estrategias de control combinadas con las técnicas de control forman un Hardware y un Software únicos para los requerimientos de control de carga. Juntas estas combinaciones definen también los diferentes niveles de interacción entre Consumidor - Suministrador y Consumidor - Hardware de Control.

4) Cargas controlables.

Finalmente el punto focal de toda acción de control es el consumo del Usuario. Las cargas del Consumidor se pueden agrupar en tres categorías en base a similitudes en sus características eléctricas y patrones de operación específicos:

- a) Cargas térmicas.
- b) Cargas de ciclo fijo.
- c) Cargas de servicio.

Las características de cada una de las cargas y los servicios que el Consumidor deriva de su uso determinan no solo si la carga se puede controlar, sino que define cuanto se puede controlar. Son estas características las que determinan las curvas de carga objetivo que se pueden o no obtener con el control de carga.

6.2 CURVAS OBJETIVO PARA EL CONTROL DE CARGA.

El Suministrador intenta modificar sus curvas diarias empleando el control de carga, para ello toma en cuenta los patrones de consumo del Usuario y la diversidad de tipos de Consumidores.

El esquema de la FIGURA 6-1 representa claramente al control de carga como el relacionador potencial entre las curvas de carga objetivo del Suministrador y el consumo del Usuario.

Esta sección define un rango de curvas de carga objetivo teóricamente posibles. Examinando las características de consumo entre diversos consumos típicos y describiendo como sus patrones de uso se podrán modificar al variar las acciones de control de carga.

La compatibilidad entre el patrón de consumo que cambia a causa de acciones del control de carga en la demanda y la energía, que se requiere para obtener diferentes curvas de carga objetivo, establece las capacidades potenciales del control de carga.

Las curvas de carga del Suministrador se definen con frecuencia de diferentes maneras al encontrarse diversas necesidades a corto y largo plazo. Por ejemplo, para el Suministrador, un objetivo a cumplir podría ser el reducir la demanda pico del sistema durante el verano o el invierno, o bien dar márgenes de reserva de respaldo a niveles aceptables, o reducir el costo del sistema al minimizar el número de veces en que se presenten bajos Factores de Carga, ya que son los que generan altos costos de operación, o también el Suministrador podría incrementar el consumo total del Usuario durante periodos sin pico para aprovechar la disponibilidad de capacidad del sistema para disminuir los costos por unidad del sistema de energía y elevar la rentabilidad del mismo.

La mayoría de las curvas de carga objetivo se pueden definir de manera genérica al especificar como la demanda y/o la energía de una carga diaria se modifica para tener un rango diferente de requerimientos.

Específicamente la demanda y la energía pueden cambiar en una de tres maneras posibles:

1. Se pueden incrementar, donde los niveles de demanda y/o energía se eleven a un valor absoluto durante un período de tiempo específico.

2. Se pueden decrementar, donde la demanda y/o la energía se disminuyen a un valor absoluto desde un nivel establecido, durante un período de tiempo particular.
3. Finalmente la demanda y/o la energía en un período de tiempo se pueden recorrer a otro período de tiempo, dejando el valor diario absoluto sin cambio. Reteniendo o recorriendo la carga se asume que los niveles de demanda y energía del Consumidor individual no se cambian únicamente la hora-de-uso cambia.

Juntos, estos tres impactos posibles en la demanda y/o en la energía, se pueden combinar para formar nueve diferentes curvas de carga objetivo potenciales.

TABLA 6-1

**IMPACTO POTENCIAL EN LA DEMANDA Y LA ENERGIA
DE LAS CURVAS DE CARGA OBJETIVO DEL SUMINISTRADOR**

| | INCREMENTO DE ENERGIA | DECREMENTO DE ENERGIA | CORRIMIENTO/RETENCION DE ENERGIA |
|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| INCREMENTO DE DEMANDA | A | B | C |
| DECREMENTO DE DEMANDA | D | E | F |
| CORRIMIENTO O RETENCION DE DEMANDA | G | H | I |

Las letras código en la TABLA 6-1 identifican cada una de las curvas de carga objetivo que resultan cuando la demanda y/o la energía se afectan de manera individual o en combinación.

Los Usuarios con una curva de carga objetivo única y estable podrían emplear una tendencia restringida de control de cargas que solo sea compatible con su objetivo único, sin embargo, las tendencias de control compatibles con varias curvas de carga objetivo diferentes, representan una ventaja potencial al Usuario, particularmente cuando tiene múltiples objetivos o contempla algún cambio sobre la marcha.

La TABLA 6-2 presenta información adicional que describe cada una de las nueve curvas de carga objetivo, presentando información para identificar como la demanda y la energía de cada curva se modifican, explicando el por qué un Usuario podría establecer cada objetivo y gráficamente ilustra como la curva de carga cambia.

6.3 CLASIFICACION DE CARGAS Y ACCIONES DE CONTROL.

Bajo la definición presentada anteriormente, las capacidades de control de carga se determinan por el grado para el cual las acciones de control se pueden emplear (incrementar, disminuir o re-cedular los tiempos de operación de las diversas cargas).

Identificando que cargas son disponibles para el control y determinando en que forma los Usuarios y los patrones de consumo son afectados por las varias acciones de control, dando información para determinar la compatibilidad entre el control de carga y cada una de las curvas de carga objetivo.

6.3.1 CARGAS CONTROLABLES.

La TABLA 6-3 presenta una lista de cargas típicas clasificadas en tres categorías funcionales básicas:

- 1) Cargas térmicas
- 2) Cargas de ciclo fijo
- 3) Cargas de servicio

Las cargas dentro de cada clasificación tienen similitudes en su forma de operar y en el tipo de servicio que proporcionan. La forma en que opera una carga y la naturaleza del servicio que proporciona determinan su controlabilidad técnica.

Estas mismas características afectan al Consumidor y se ve su reacción al control, aceptando el impacto en el servicio que el control de carga crea.

TABLA 6-2

COMPARACION DE LAS CURVAS DE CARGA OBJETIVO DEL USUARIO.

| C. C. D. | IMPACTO EN: | | DESCRIPCION DE LA CURVA DE CARGA OBJETIVO | ILUSTRACION DEL IMPACTO EN LA CURVA DE CARGA |
|----------------|---------------|-----------------------------------|---|--|
| | DEM. (KW) | ENER. (KWH) | | |
| A | IN-CRE-MEN-TO | IN-CRE-MEN-TO | ESTABLECE LA CARGA PICO Y LA VENTA DE ENERGIA. APROPIADA PARA EL USUARIO DE LA CURVA CON EXCESO DE CAPACIDAD Y RECURSOS DE ENERGIA O DEMANDA EMPLEADA Y LA ENERGIA CONSUMIDA. | |
| B | IN-CRE-MEN-TO | DE-CRE-MEN-TO | ESTABLECE LA CARGA PICO Y REDUCE LAS VENTAS. APROPIADA PARA EL USUARIO DE LA CURVA CORRESPONDIENTE, CON EXCESO DE CAPACIDAD Y CON RECURSOS DE ENERGIA INSUFICIENTES PARA LA CARGA BASE. | |
| C | IN-CRE-MEN-TO | CORRI-MIEN-TO O RE-TEN-CION | ESTABLECE LA CARGA PICO Y MANTIENE LAS VENTAS DE ENERGIA EN LOS NIVELES EXISTENTES. APROPIADA PARA EL USUARIO CON EXCESO DE CAPACIDAD Y CON RECURSOS SOBRECARGADOS DE CARGA BASE. ESTE OBJETIVO REQUIERE QUE LA CARGA SEA REDUCIDA DEL PERIODO SIN PICO AL DE PICO. | |
| D | DE-CRE-MEN-TO | IN-CRE-MEN-TO | REDUCE LA CARGA PICO E INCREMENTA LAS VENTAS. APROPIADA PARA EL USUARIO CON INSUFICIENTE CAPACIDAD Y CON EXCESO DE RECURSOS DE CARGA BASE. ESTE OBJETIVO SE PUEDE USAR COMO OFFSET EN DEMANDA DESPROPORCIONADA, PARA ESTABLECER RENTAS Y CEDER GASTOS DE CAPITAL PARA LA CAPACIDAD FICU. | |
| E | DE-CRE-MEN-TO | DE-CRE-MEN-TO | REDUCIR LAS VENTAS DE DEMANDA Y DE ENERGIA. APROPIADA PARA EL USUARIO CON DEFICIENCIA, TANTO DE CAPACIDAD COMO DE RECURSOS DE ENERGIA O PARA EL OFFSET EN LA DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA. | |

TABLA 6-2 CONT.

COMPARACION DE LAS CURVAS DE CARGA OBJETIVO DEL USUARIO.

| C. C. O. | IMPACTO EN: | | DESCRIPCION DE LA CURVA DE CARGA OBJETIVO | ILUSTRACION DEL IMPACTO EN LA CURVA DE CARGA |
|----------------|---|---|--|--|
| | DEM. (KM) | ENER. (KMH) | | |
| F | DE- CRE- MEN- TO | CORRI- MIEN- TO O RE- TEN- CION | <p>REDUCE LA DEMANDA Y RECORRE LAS VENTAS DE ENERGIA.</p> <p>APROPIADA PARA EL USUARIO DE LA CURVA CORRESPONDIENTE, CON CAPACIDAD INSUFICIENTE PARA MANTENER LAS VENTAS PROTEGIENDO LA RENTABILIDAD. ESTO SE CONSIDERA COMO EL CONTROL DE CARGA OBJETIVO CONVENCIONAL.</p> | |
| G | CORRI- MIEN- TO O RE- TEN- CION | IN- CRE- MEN- TO | <p>RECORRE LA DEMANDA DEL PERIODO DE PICO AL DE SIN PICO E INCREMENTA LAS VENTAS DE ENERGIA.</p> <p>APROPIADA PARA EL USUARIO CON DEFICIENCIA EN LA CAPACIDAD PICO, CON UN SOBRANTE DE RECURSOS EN LA CARGA BASE, UNA ALTERNATIVA SERIA REDUCIR LA CARGA PICO A UN INDICE IGUAL O MENOR QUE EL PICO (SIN AFECTAR LAS VENTAS DEL PERIODO SIN PICO).</p> | |
| H | CORRI- MIEN- TO O RE- TEN- CION | DE- CRE- MEN- TO | <p>MANTIENE LA DEMANDA DEL SISTEMA Y REDUCE LAS VENTAS.</p> <p>APROPIADA PARA EL USUARIO DE LA CURVA, CON RECURSOS INSUFICIENTES DE CARGA BASE.</p> | |
| I | CORRI- MIEN- TO O RE- TEN- CION | CORRI- MIEN- TO O RE- TEN- CION | <p>RECORRE LA DEMANDA Y LA ENERGIA.</p> <p>APROPIADA PARA EL USUARIO CON RECURSOS DE GENERACION DEPENDIENTES DEL TIEMPO.</p> <p>ESTE OBJETIVO RECORRE LA CURVA DE CARGA EN EL TIEMPO, SIN AFECTAR LOS NIVELES DE VENTA DE LA DEMANDA O LA ENERGIA.</p> | |

La TABLA 6-3 presenta también información sobre las acciones de control aplicable a cargas individuales dentro de cada clasificación y los impactos que estas acciones podrían tener en la demanda y la energía de la curva de carga diaria.

1).- Cargas térmicas:

Las cargas térmicas o de ciclo variable, por principio operan en respuesta a la diferencia entre alguna condición externa, tal como la temperatura exterior y algún nivel ajustable o variable, como el termostato.

No solo la operación de estas cargas es ajustable por medio de un rango de niveles disponibles, sino que el porcentaje de tiempo de operación de la carga durante cualquier período de tiempo dado, define como el ciclo de trabajo generalmente es una función de la diferencia entre la condición externa y la establecida (a mayor diferencia mayor es la operación).

Otra característica del consumo térmico es que por lo general opera dentro de un rango o intervalo dispuesto por el Consumidor, de acuerdo con su nivel de funcionamiento. Por ejemplo, un refrigerador o un acondicionador de aire que no proporcionan el frío directamente al termostato sino que proporcionan el frío dentro de un rango de unos cuantos grados arriba o abajo del ajuste (temperatura de referencia).

Inexactitudes en las características del termostato y en el diseño mecánico de la carga, no permiten que las temperaturas se mantengan precisamente en el ajuste dado por el Usuario. Consecuentemente la demanda y la energía consumida podrían variar en cualquier período aún cuando las otras condiciones se mantuvieran constantes.

Moviendo el ajuste del termostato unos grados más arriba o más abajo que el ajuste original, produce un impacto medible en los niveles de demanda y energía pero será inadvertido por el Usuario. Esta característica de operación tiene aceptación evidente por el Consumidor e implicaciones en el impacto de la curva de carga.

El ciclo de trabajo y el servicio dado por cargas térmicas, se afecta también por su característica de almacenaje. La flexibilidad para variar los tiempos de inicio o terminación y la duración de operación (ciclo de trabajo) de la carga térmica en cualquier período de tiempo (sin afectar al Consumidor) se incrementará para almacenar "aumentos", producto de calentamientos o enfriamientos.

A menos capacidad de almacenaje de una carga térmica se tiene mayor probabilidad de que la carga tenga que operar en coincidencia directa con las necesidades de los Consumidores en servicio. Por ejemplo, calentadores de agua con capacidad de almacenamiento, se pueden frecuentemente apagar por largos períodos de tiempo, pretendiendo hacerlo en los períodos de pico del Consumidor, sin afectar el nivel de agua caliente recibida por el mismo.

En contraste, los calentadores de agua que no cuentan con capacidad de almacenaje, como calentadores instantáneos, que operan en el momento que el servicio se demanda y es continua su operación de acuerdo al servicio solicitado. El tiempo de inicio o terminación y el ciclo de trabajo para este tipo de consumo no se puede cambiar sin que se tenga el parecer del Usuario.

2).- Cargas de Ciclo Fijo:

La operación de las cargas de ciclo fijo a lo largo de un intervalo de tiempo preestablecido, frecuentemente son de duración y repetición constantes. Por ejemplo, una lavadora que funciona mediante una serie de operaciones que son predefinidas por el Usuario y pretemporizadas por el Fabricante.

Si el ajuste se mantiene sin cambios, la carga operará para la misma duración de tiempo cada vez que funcione. Si se interrumpe durante su ciclo, ocurrirán dos cosas: Primero, podría no continuar su ciclo de operación donde se interrumpió. Esta característica es una función de las condiciones de fabricación de la carga y del tipo de servicio proporcionado. Segundo, al igual que si se continua con la operación donde se paró, el servicio podría no ser equivalente al de operación ininterrumpida.

Para el lavaplatos, la comida podría adherirse a los platos y la esterilización no llevarse a cabo dependiendo del ciclo interrumpido. Estas mismas características de operación y consecuencias de interrupción son listadas para otras cargas de ciclo fijo en la TABLA 6-3.

La aceptación del Consumidor de controlar la carga de ciclo fijo depende del alcance al cuál la carga tenga las condiciones que minimicen el potencial adverso, consecuencia de la interrupción. Una alternativa para interrumpir una carga de ciclo fijo es aplazar su tiempo de arranque.

TABLA 6-3

COMPATIBILIDAD DE CONSUMO CON LAS ACCIONES DE CONTROL DE CARGA

| CLASIFICACION | ACCIONES DE CONTROL DE CARGA TÍPICAS | | IMPACTO EN LA CURVA DE CARGA DIARIA | |
|--|--|--|---|---------------------|
| | CONSUMO | | DEM. | ENER. |
| Cargas térmicas - Acondicionador de aire - Caldera - Calefactor - Calentador de agua - Refrigerador - Enfriador | Incre- mento | Modificar el termostato para preenfriamiento o precalentamiento. | Decr. o Corr. | Incr. |
| | Decre- mento | Modificar el termostato para reducir el nivel de servicio. | Decr. | Decr. |
| | Corri- miento | Modificar el termostato para ajustar su enc./apag. (A) Fuera del pico (B) Coincidente con el pico | Decr. o Corr. Incr. | Corr. o Decr. |
| Cargas de ciclo fijo - Lavadoras - Secadoras - Bomba de alberca - Lavaplatos | Corri- miento | Modificar el tiempo de inicio. (A) Fuera de pico (B) Coincidente con el pico | Decr. o Corr. Incr. | Corr. Corr. |
| | Cargas de servicio - Estufas - Hornos - Iluminación - Computadoras - Otros | Decre- mento | Da la señal o el control para reducir el nivel de servicio. | Decr. |
| | Corri- miento | Da la señal o el control para cambiar el tiempo de uso. (A) Fuera del pico (B) Coincidente con el pico | Decr. o Corr. Incr. o Corr. | Corr. Corr. |

3).- Cargas de Servicio:

La mayoría de las cargas generalmente tienen un solo nivel de operación regulado directamente por el Consumidor en el tiempo de operación. Las cargas tales como la iluminación generalmente se encienden y apagan de acuerdo a las necesidades base del Usuario. Aún cuando la iluminación se puede atenuar, los niveles de operación son bien determinados por las necesidades inmediatas del mismo.

Si el nivel de operación no se puede fácilmente reducir del servicio, entonces es mejor posponer las operaciones dependiendo del estilo de vida.

Cualquier carga de servicio depende también del tiempo. La iluminación se usa cuando hay oscuridad. **Las cargas que proporcionan servicios dependientes del tiempo son difíciles o imposibles de controlar.** Los Consumidores pueden resistirse al control de las cargas de servicio a menos que los beneficios o consecuencias no lo afecten significativamente.

6.3.2 ACCIONES DE CONTROL.

La TABLA 6-3 identifica cuál de las tres acciones de control es compatible con cada carga clasificada. También identifica el impacto que cada acción de control podría tener en la demanda pico y la energía (componentes de la curva de carga diaria).

Para determinar la compatibilidad entre las cargas y las acciones de control de carga, esta sección considera las características del servicio dado por la carga y los impactos de las acciones de control que tendrá ese servicio.

Esta suposición pretende distinguir entre la posibilidad técnica y la práctica de controlar las cargas del Consumidor.

Aunque es posible controlar técnicamente cualquier carga, los impactos en el servicio del Consumidor o en su confort podrían presentar un control de carga particularmente impráctico.

Para este Capítulo se aceptó, que el Consumidor sea juzgado bajo dos criterios muy simples:

- a) Las acciones de control son consideradas incompatibles con las cargas, siempre que se elimina el servicio o cuando son técnicamente incompatibles con las características de operación de las cargas.
- b) Las acciones de control son juzgadas compatibles con la carga si apenas incrementan o disminuyen el nivel del servicio recibido por el Usuario.

En los siguientes párrafos se describen las tres formas de acciones de control:

1).- Incremento de Uso:

Para incrementar el uso, el control de carga deberá ser capaz de encender una carga, elevar o disminuir el nivel de activación de modo que la carga normalmente se auto-encienda. En otras palabras, para incrementar el uso con control de carga, las cargas del Consumidor se encienden prematuramente y se hacen funcionar más que si no se controlaran.

Las cargas térmicas al parecer solo son compatibles con esta acción de control (el pre-calentamiento o pre-enfriamiento eleva o reduce el nivel de activación de la carga). Si la carga térmica normalmente opera durante el período de pico entonces esta acción de control disminuye el período de la demanda pico aumentando el período de demanda sin pico y se elevan también los niveles de consumo de energía total. La operación de la carga entonces se apaga completamente u opera en menor nivel que el normal durante su período de operación usual para así reducir los niveles pico del período de demanda, por ejemplo, suponiendo que el Usuario consume agua constantemente, el agua se calienta a mayor nivel que el normal, con ello se incrementa el consumo total de energía, además hay un incremento de energía consumida debido al aumento de pérdidas de calor del agua almacenada.

El almacenaje de agua caliente que requiere el Usuario también permite que la operación del calentador de agua se reduzca o se restrinja durante períodos de operación normal, sin pérdidas perceptibles en el servicio al Consumidor. Aunque el incremento en el nivel de servicio al Usuario no es un objetivo de esta acción de control, algún incremento en los niveles de servicio podrían presentarse durante la operación de pre-calentamiento o pre-enfriamiento.

2).- Decremento de uso:

Para decrementar el uso, el control de carga deberá tener la capacidad de apagar una carga, elevar o disminuir el nivel de activación al cual la carga normalmente debe apagarse por sí misma.

En contraste a la acción previa, el decremento de uso precisa que la carga del Consumidor este apagada previamente o bien que opere menos tiempo que si no se controlara; disminuyendo el tiempo total de operación de las cargas controlables, se reducirá tanto la demanda como la energía usadas en el período de control.

Las aplicaciones que restringen los ciclos de uso de las cargas (por ejemplo, los acondicionadores de aire o calentadores cíclicos de agua) restringen los niveles máximos de demanda (con la aplicación de límites), son acciones potenciales de control de carga que disminuyen la demanda y la energía.

La disminución en el periodo o nivel de operación de las cargas de servicio implica una reducción evidente en el servicio al Consumidor. La severidad con que se aplique el control determinara que el Usuario perciba o no la reducción.

3.- Corrimiento de uso:

El cambiar la cédula o corrimiento de uso, requiere de la capacidad para encender y apagar una carga o para elevar o disminuir el nivel de activación a la cuál normalmente la carga se controla por si misma (capacidad común en las acciones de control de incremento y decremento) ya que el corrimiento de uso requiere de la misma capacidad que las dos acciones de control anteriores, teniendo similar impacto en la curva de carga.

Como resultado, la acción de corrimiento es la más flexible de todas, es la única acción compatible con las otras tres categorías de carga, aunque ofrece el mismo impacto en la curva de carga que las otras dos acciones, un hecho importante es que los niveles de uso se mantienen sin cambio, únicamente el momento-de-uso es el que cambia.

La TABLA 6-3 indica que esto será cierto para todo ciclo fijo y para muchas de las cargas de servicio, sin embargo, para cargas térmicas, el corrimiento reducirá los niveles de energía a menos que el periodo de tiempo de corrimiento se mantenga a un mínimo.

Los impactos de demanda de la acción de corrimiento varían dependiendo de la condición móvil de la carga y si el nivel de uso se está moviendo dentro o fuera de los periodos de operación pico del sistema.

El corrimiento de uso a periodos de tiempo coincidentes con el pico del sistema provocaran un incremento en la demanda pico. El corrimiento de uso fuera del pico puede recorrer el tiempo en que se da el pico o disminuir la demanda pico. Por eso, para la acción de control de corrimiento de uso, la TABLA 6-3 solo lista el impacto considerado bajo esta suposición. En la clasificación de impacto en la TABLA 6-3 no se pretende tomar en cuenta las reacciones del Consumidor al control, que podrán resultar en cambios a otros patrones de uso de cargas no controlables. Además considera únicamente los efectos directos de control en la carga indicada.

6.4 COMPATIBILIDAD DE CURVAS DE CARGA OBJETIVO Y EL CONTROL DE CARGA.

La compatibilidad entre las curvas de carga objetivo y las acciones de control de carga fueron determinadas por el resultado de impactos capacidad-demanda (KW) y energía (KWH) listados en la TABLA 6-2, con los impactos equivalentes dados en la TABLA 6-3.

La TABLA 6-4 resume el resultado final del proceso e identifica las curvas de carga objetivo, los impactos en la curva de carga y la clasificación de cargas compatibles con cada impacto. Además indica que tomando una a la vez, las acciones de control de carga son capaces de lograr ocho de las nueve curvas de carga objetivo del Usuario.

La curva de carga objetivo "A", representa un incremento simultáneo en la demanda y la energía, es el único objetivo determinado como incompatible con cualquiera de las acciones de control de carga individual. Sin embargo, la información dada en la TABLA 6-3 indica qué control de carga será capaz de realizar todas las curvas de carga objetivo del Usuario si se combinan una serie de acciones de control y las cargas.

La compatibilidad entre acciones de control, cargas controlables y curvas de carga objetivo tiene varias implicaciones para el control de carga del Usuario al evaluarse lo siguiente:

- Las cargas térmicas parecen ser las más controlables. Son compatibles con toda acción de control y toda curva de carga objetivo.
- Hay acciones de control de carga alternativas para realizar o lograr muchas de las curvas de carga objetivo. Por ejemplo, la TABLA 6-3 indica que ambas acciones de control, decremento y corrimiento tienen la capacidad de lograr la curva de carga objetivo "E", la cual procura la disminución de la demanda y la energía.

La habilidad de lograr curvas de carga objetivo con más de una acción de control da un servicio con flexibilidad para mejorar el control de carga.

TABLA 6-4

COMPATIBILIDAD ENTRE LAS CURVAS DE CARGA OBJETIVO,
ACCIONES DE CONTROL Y CLASIFICACION DE CARGA.

| C C O | IMPACTOS EN LA CURVA DE CARGA (TABLA 6-2) | | CARGAS COMPATIBLES (TABLA 6-3) | | |
|-------------|---|---------------|--------------------------------|------------|----------|
| | CAPACIDAD (KW) | ENERGIA (KWH) | TERMICA | CICLO FIJO | SERVICIO |
| A | INCREMENTO | INCREMENTO | NO APLICABLE | | |
| B | INCREMENTO | DECREMENTO | | | |
| C | INCREMENTO | CORRIMIENTO | | | |
| D | DECREMENTO | INCREMENTO | | | |
| E | DECREMENTO | DECREMENTO | | | |
| F | DECREMENTO | CORRIMIENTO | | | |
| G | CORRIMIENTO | INCREMENTO | | | |
| H | CORRIMIENTO | DECREMENTO | | | |
| I | CORRIMIENTO | CORRIMIENTO | | | |

-- Las acciones de control que tienen corrimiento de uso ofrecen mayor capacidad y flexibilidad que cualquier otra y es compatible con toda carga controlable, además posee todas las capacidades de ambas acciones (incremento y decremento), es también capaz de lograr cualquiera de las curvas de carga objetivo posibles.

6.5 TECNICAS Y ESTRATEGIAS DE CONTROL DE CARGA.

Las técnicas y estrategias de control son los dos últimos componentes funcionales del control de carga indicados en la FIGURA 6-1.

Aquí se establece de que manera el Consumidor y el Suministrador se comunican e interactúan durante el proceso de control (**Técnicas de control**) y como el patrón de operación de la carga del Consumidor se actualiza (**Estrategias de control**) para obtener una curva de carga objetiva específica.

Los requerimientos de Hardware para cualquier sistema de control de carga dado y su capacidad para modificar el patrón de uso de carga, dependerá de como las diferentes técnicas y estrategias de control se combinen.

Primero se clasifican las técnicas de control de acuerdo a la disponibilidad del equipo, sensores de entrada, algoritmos de control y tipos de salidas. Trabajando con esa clasificación se desarrollan estrategias de control generales, independientes de la tecnología de comunicaciones y aplicación de cargas. En paralelo se identifican los posibles cambios en las formas de las curvas de carga en términos de incremento, decremento y corrimiento de la demanda y/o la energía.

Posteriormente se correlacionan las estrategias de control individual y los cambios en las curvas de carga estimando el potencial impacto de cada combinación.

6.5.1 TECNICAS DE CONTROL DE CARGA.

Las técnicas de control de carga o el tipo de control describen la prioridad para activar o iniciar una acción de control. Se tienen tres opciones diferentes:

1.- Control Directo:

El control directo es la técnica más común, emplea una comunicación de protocolo para transmitir todos los comandos de control directamente entre el Suministrador y el Consumidor en su carga, con esta técnica el Suministrador determina el tiempo y duración de cada acción de control. Los programas que emplean un relevador controlado remotamente para interrumpir periódicamente la potencia a las cargas son ejemplos de control directo.

Esta técnica es muy ventajosa para el Suministrador, porque ofrece un alto grado de certeza de que la carga será controlada como se ha planeado, la desventaja es la pérdida de experiencia del Consumidor en aplicaciones de control.

2.- Control Local:

Con la técnica de control local, el Consumidor tiene la responsabilidad de determinar que cargas y de que manera se controlarán, con esta técnica no hay comunicación de protocolo entre el Suministrador y la carga del Consumidor, en lugar de eso emplea información e incentivos que pueden ser comunicados por medio de tarifas estructuradas que estimulen o desalienten el uso durante periodos de tiempo específico.

Los Consumidores a opción propia, eligen la instalación de equipos en sus centros de consumo que comuniquen y regulen una cédula de operación de la carga.

El sistema de control local favorece al Consumidor, sin embargo, debido a las costumbres irregulares de este, el Suministrador con frecuencia considera al control local como una opción de riesgo.

3.- Control Distribuido o Híbrido:

El control distribuido combina las características del control directo y las del local en una relación Suministrador-Consumidor, con esta técnica el Suministrador tiene la capacidad para activar y manejar la acción de control, mientras que el Consumidor mantiene la opción de modificar la acción.

6.5.2 VARIABLES DE ACTIVACION EN EL CONTROL DE CARGA.

La estrategia del control de carga describe el plan de modificación del patron de operación de las cargas. Además define generalmente un algoritmo o procedimiento para el control que es activado por el estado de una **variable de activación** asociada con el dispositivo o grupo de dispositivos a controlarse.

La variable de activación puede ser medida de forma directa de acuerdo a la condición de la carga controlada o se podrá medir indirectamente con relación estrecha al estado de dicha carga.

Las mediciones directas proporcionan una indicación del estado encendido/apagado (ON/OFF) de la demanda y nivel de uso de la carga controlada. Se emplea para determinar las características de uso de cualquier carga en particular, por ejemplo, una medición directa como la demanda promedio, puede depender del intervalo de tiempo sobre el cuál es medido; a intervalos de tiempo muy cortos de demanda promedio (5, 10, 15 ó 30 minutos) se tiene una indicación del estado ON/OFF y la consecuente demanda instantánea.

Las mediciones a corto plazo se pueden acumular sobre varios períodos o sobre la demanda promedio que será medida sobre intervalos más largos de tiempo para dar el consumo de la carga (KWH). Además los términos, corto plazo (demanda) y largo plazo (energía) se pueden combinar para determinar la duración del ciclo de trabajo de la carga en cualquier intervalo de tiempo dado.

Las mediciones indirectas generalmente no proporcionan mucha información sobre el estado de operación de la carga individual. En cambio, son variables tales como la hora del día o la temperatura exterior, que tienen cierta correlación con la demanda, consumo o características del ciclo de trabajo de uno o más grupos de cargas.

Como resultado, las mediciones indirectas no solo son indicadores promedio o elementos que podrían ser o no representantes exactos del estado de operación de cualquier carga individual. Por ejemplo, la temperatura exterior a menudo tiene que ser mostrada por tener una muy alta correlación con los ciclos de trabajo del acondicionador de aire.

Así como los medidores individuales, los de estado ON/OFF o el de demanda instantánea solo dan una medición parcial del estado de operación de la carga.

Los requerimientos de monitoreo de una estrategia de control particular depende mucho del tipo de variable de activación y si ésta es de medición directa o indirecta.

Las mediciones directas requieren de sensores o capacidad de monitoreo para cada carga que se controla. En donde se tiene control de carga múltiple, será suficiente un sensor en el bus general para soportar la estrategia.

Las mediciones indirectas no pueden emplear un solo sensor, es necesario implementar monitoreo para cada una de las cargas a controlar.

Obviamente la capacidad de la estrategia y el costo del Hardware, también dependen del tipo de variable de activación seleccionada y, si se tiene medición directa o indirecta de las cargas a controlar.

Al escoger la variable de activación se puede afectar al campo potencial (impactos en la demanda y la energía) de una estrategia de control, al confort y estilo de vida del Consumidor y, se tendrá un compromiso entre el costo de Hardware a corto plazo y la eficiencia de la estrategia.

En general las variables de activación que emplean medición directa del estado de operación de la carga, provocaran mayor impacto en la demanda y la energía que los que emplean la medición indirecta.

La TABLA 6-5 define seis de las variables de activación más comunes en las estrategias de control. Cuatro de las cuáles son clasificadas como de medición indirecta con carga promedio. La carga instantánea es una excepción de ambas definiciones.

Si bien se proporcionan en esta sección las definiciones de estado ON/OFF y nivel de demanda, la carga instantánea no proporciona una medición del nivel de consumo de energía y se mide sobre un período de tiempo corto para así determinar las características de carga (KWH).

Al incrementar el intervalo de tiempo de la medición de demanda se transformará la carga instantánea variable en una medida de carga promedio (KW).

6.5.3 ESTRATEGIAS DE CONTROL DE CARGA.

La TABLA 6-6 enlista y define ocho estrategias de control de carga genéricas, identifica la variable de activación que típicamente maneja cada estrategia y señala la capacidad de controlar una sola carga, cargas múltiples o un centro de distribución.

Finalmente en la TABLA 6-7, identifica cada una de las cargas y cual es la curva de carga objetivo compatible con cada estrategia.

El criterio empleado para determinar la combinación de cargas en una estrategia fue la de controlarse bajo consideraciones técnicas y prácticas.

TABLA 6-3

VARIABLES DE ACTIVACION DEL CONTROL DE CARGA

| VARIABLE DE ACTIVACION | DESCRIPCION | TIPO DE MEDICION | |
|------------------------------------|---|------------------|-----------|
| | | DIRECTA | INDIRECTA |
| CLOCK TIME (HORA DEL DIA) | LA HORA DEL DIA (CLOCK TIME) PUEDE TOMARSE EN DOS FORMAS DIFERENTES: * HORA ESPECIFICA - UNA HORA ESPECIFICA DEL DIA CONDE SE DEFINE EL INICIO O FIN DE UNA ESTRATEGIA. * HORA DE DURACION - MINUTOS Y HORAS QUE DEFINEN EL TIEMPO TOTAL DE OPERACION DE UNA ESTRATEGIA. EL TIEMPO DE OPERACION SE PUEDE DIVIDIR EN VARIOS BLOQUES DURANTE EL DIA. | | 0 |
| CALENDAR TIME (CALENDARIZACION) | LA CALENDARIZACION SE DEFINE DE MANERA SIMILAR A LA HORA DEL DIA. REPRESENTA LOS DIAS EN LUGAR DE LAS HORAS O MINUTOS. ASI COMO LA HORA DEL DIA TOMA DOS VALORES DIFERENTES -- EL DIA ESPECIFICO Y EL NUMERO DE DIAS. | | 0 |
| SET POINT (PUESTA A PUNTO) | EL SET POINT SE DEFINE COMO EL INDICADOR DEL NIVEL DEMANDADO DE UNA CARGA PARTICULAR. PARA CARGAS TERMICAS, TEMPERATURAS ESPECIFICAS (EN GRADOS O TEMPERATURAS RELATIVAS (ALTA, MEDIA O BAJA)) SE EMPLEAN PARA DETERMINAR CUANDO Y CUANTO OPERARA UNA CARGA. OTRAS CARGAS CON CAPACIDAD DE OPERACION VARIABLE TALES COMO VENTILADORES Y ELECTROS MOTORES PUEDEEN TAMBIEN USAR SET POINTS ESPECIFICOS O RELATIVOS. | | 0 |
| ESTADO ON/OFF | EL ESTADO ON/OFF ES UN INDICADOR YA SEA DE LA CARGA QUE ESTA OPERANDO O QUE ESTA SIN OPERAR. EL ESTADO ON/OFF SE PUEDE DETERMINAR POR LA PRESENCIA O NO DE CORRINTE ELECTRICA EN LOS CIRCUITOS DE CARGA. | | 0 |
| CARGA INSTANTANEA | LA CARGA INSTANTANEA ES UNA MEDIDA DE LA DEMANDA (EN KW) DE UNA CARGA EN UN PERIODO DE TIEMPO MUY CORTO - GENERALMENTE MENOR DE 5 MINUTOS. CAPAZ DE ABRANGAR CARGAS TERMICAS, ALGUNAS DE CICLO FIJO Y DE SERVICIO QUE FRECUENTEMENTE SON EQUIVALENTES A LA CARGA INSTANTANEA. | * | |
| CARGA PROMEDIO | LA CARGA PROMEDIO ES UNA MEDIDA DE LA DEMANDA DE UNA CARGA (EN KW) SOBRE UN PERIODO DE TIEMPO MAS LARGO QUE EL ESPECIFICADO PARA LA DEMANDA INSTANTANEA. LOS PERIODOS DE TIEMPO DE 15 A 30 MINUTOS CON FRECUENCIA SE EMPLEAN PARA DETERMINAR LA DEMANDA PROMEDIO. LA DEMANDA PROMEDIO DURANTE UN PERIODO CUANDO SE COMPARA LA CAPACIDAD DE CARGA, ES UNA MEDIDA DEL CICLO DE TRABAJO DURANTE ESE PERIODO. | | 0 |

* LA CARGA INSTANTANEA NO ENTRA NI AL CRITERIO DE VARIABLE DE ACTIVACION DIRECTA, NI AL DE VARIABLE DE ACTIVACION INDIRECTA.

Desde el punto de vista técnico, las cargas no son consideradas compatibles con estrategias si las variables de activación necesarias para soportar el algoritmo de control no estuvieran disponibles para la carga. Por ejemplo, cargas de servicio como computadoras y lámparas, no tienen un valor fijo, por lo que no serán compatibles con la estrategia de control escogida.

Desde el punto de vista práctico, se intentan marcar las características de operación de cada carga y el servicio que proporcionan al Consumidor con las características de operación de la estrategia de control. Por ejemplo, cargas de ciclo fijo se consideran incompatibles con la estrategia de control que pudiera producir interrupciones ON/OFF muy repetitivas.

Como ejemplo, en la TABLA 6-6 se indica que la estrategia de Interlock solo es compatible con curvas de carga objetivo que disminuyen la demanda y la energía, dicha estrategia impide la operación simultánea de las cargas designadas. Este algoritmo actúa simultáneamente para reducir la demanda del Consumidor y los niveles de energía límite de cualquiera de las cargas controladas en operación durante el mismo período de tiempo anterior al de control.

Cambiando la definición de la estrategia para permitir la activación del dispositivo del interlock solo durante periodos de tiempo específico se cambiará la estrategia de dos formas:

- 1.- Estará sujeta a dos variables de activación estado ON/OFF y hora del día, en lugar de una.
- 2.- Permitiendo que cargas controladas operen simultáneamente en periodos de tiempo no controlados, la estrategia será capaz de reducir y recorrer la demanda y la energía.

Los impactos de control de carga son difíciles de especificar por completo, esto se debe a que los Consumidores son afectados al impactar sus costumbres o a que tienen participación directa o indirecta en la acción de controlar.

Los Consumidores pueden reaccionar de diferentes maneras al alterar sus costumbres; algunos podrían modificar sus cédulas de activación, otros podrían tomar alternativas de aplicación o hacer modificaciones físicas a sus instalaciones y en excepciones podrían no hacer nada.

TABLA 6-6

COMPARACION DE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL DE CARGA

| NOMBRE DE LA ESTRATEGIA | DESCRIPCION DE LA ESTRATEGIA | TECNICA DE CONTROL COMPATIBLE | | | | | VARIABLE DE ACTUACION | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|---|---|---|---|-----------------------|---|---|---|----|--------|---|-------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| SENA- LIZA- CION | PROPORCIONA INFORMACION REFERENTE SOLO A LA DISPONIBILIDAD Y/O PRECIO DE LA CAPACIDAD Y/O ENERGIA. LA INFORMACION SE PUEDE TRANSMITIR POR UN GRAN NUMERO DE MEDIOS (PERIODICOS, T.V., RADIO, TARIFAS). LA RESPUESTA DEL CONSUMIDOR ES VOLUNTARIA. SIN ENBARGO ESTA ESTRATEGIA SE PODRIA COMBINAR CON TARIFAS APROPIADAS PARA ANIMAR O FORZAR LA RESPUESTA DEL CONSUMIDOR. | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | 10 | SIMPLE MULTI- PLE ACOME- TIDA | DE B A I |
| CEDU- LADO | DEFINE CUANDO UNA CARGA PUEDE O NO, SER OPERADA. LA OPERACION DE LA CARGA PUEDE ROVERSE ENTERAMENTE DE UN PERIODO A OTRO. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 10 | SIMPLE | DE B A I | |
| INI- TANDO EL CICLO DE TRABA- JO | DEFINE QUE PORCENTAJE DE TIEMPO MAXIMO OPERARA UNA CARGA EN UN INTERVALO DE TIEMPO ESPECIFICO. LA CARGA GENERALMENTE SE APAGA EN BLOQUES DE TIEMPO FIJOS QUE SIGUEN UN PATRON RITMICO. LA ESTRATEGIA OPERA DE ACUERDO CON UN DISPOSITIVO QUE SE ENCIENDE O DE ACUERDO CON UN NIVEL DE DEMANDA. | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 10 | SIMPLE | E F H | |
| MO- VIENDO EL SET- POINT | REDEFINE EL SET-POINT DE LA CARGA CONTROLADA PARA ESTABLE- CER UN NUEVO ARRANQUE, PARO O RANGO DE OPERACION. ENFOCA PRIMERAMENTE DISPOSITIVOS TERMICOS O AQUELLOS CON NIVE- LES VARIABLES DE OPERACION. EL CONTROL DEL SET-POINT SE BAJA O SE SUBE PARA DISMINUIR O AUMENTAR LA CARGA SEGUN LO REQUERIDO. | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | 10 | SIMPLE | DE B A I | |

- 1 - DIRECTO 2 - LOCAL 3 - DISTRIBUIDO 4 - HORA DEL DIA 5 - CALENDARIZACION
- 6 - TEMPERATURA 7 - ESTADO ON/OFF 8 - DEMANDA INSTANTANEA 9 - DEMANDA PROMEDIO
- 10 - CARGAS COMPATIBLES 11 - NUMERO DE CARGAS CONTROLABLES
- 12 - CURVAS DE CARGA OBJETIVO COMPATIBLES

TABLA 6-6 CONT.

COMPARACION DE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL DE CARGA

| NOMBRE DE LA ESTRATEGIA | DESCRIPCION DE LA ESTRATEGIA | TECNICA DE CONTROL COMPATIBLE | | | VARIABLE DE ACTUACION | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-------------------------------|---|---|-----------------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| INTER-LOCK | DEFINE UNA RELACION DE ON/OFF O PRIORIDAD ENTRE DOS O MAS CARGAS. LA ESTRATEGIA SOLO PERMITE QUE UNA DE LAS CARGAS OPERE A LA VEZ. EL CONTROL ES INDEPENDIENTE DE LA OPERACION DE CARGAS CON HORA DEL DIA Y DE SUS NIVELES DE DEMANDA O CONSUMO. | 1 | 2 | 3 | | | | 7 | | | 10 | 11 | 12 |
| LIMITANDO LA DEMANDA INSTANTANEA | DEFINE EL MAXIMO DE DEMANDA PERMISIBLE PARA UNA SOLA CARGA, CIRCUITO O ACOMETIDA. LA ESTRATEGIA PROVOCA QUE TODA LA POTENCIA EN UNA CARGA, CIRCUITO O ACOMETIDA SE CORTE SI LA DEMANDA EXCEDE EL SET-POINT. ESTA ESTRATEGIA OPERA MUY SIMILAR A UN BREAKER, TAMBIEN SE LE DEFINE COMO SUJETADOR DE DEMANDA. | 1 | 2 | 3 | | | | | | | 10 | 11 | 12 |
| LIMITANDO LA DEMANDA PROMEDIO | DEFINE UNA DEMANDA PROMEDIO O LIMITE DE ENERGIA EN UN PERIODO DE TIEMPO DEFINIDO. CUANDO EL USO DURANTE CUALQUIER PERIODO DE TIEMPO EXCEDE LA DEMANDA LIMITE, UNA O MAS DE LAS CARGAS SUJETAS A CONTROL SE APAGAN, PARA ELLO SE PRESENTA UNA JERARQUIA O ESQUEMA DE PRIORIDAD CON LO QUE SE DETERMINA EL ORDEN EN QUE LAS CARGAS SE APAGARAN. | | 2 | 3 | | | | | | | 10 | 11 | 12 |
| MANEJO DEL FACTOR DE CARGA | DEFINE UNA DEMANDA LIMITE A CORTO PLAZO, COMO LA DEMANDA PROMEDIO LIMITE DE UNA ESTRATEGIA Y UNA ENERGIA PROMEDIO A LARGO PLAZO (DE 10 A 30 MINUTOS). LA ESTRATEGIA DESARROLLA UNA DEMANDA PROMEDIO LIMITE QUE CONTINUAMENTE SE RESTABLECE PARA MANTENER UN FACTOR DE CARGA DENTRO DEL RANGO ESTABLECIDO. FC → 1 | | 2 | 3 | | | | | | | 10 | 11 | 12 |

- 1 - DIRECTO 2 - LOCAL 3 - DISTRIBUIDO 4 - HORA DEL DIA 5 - CALENDARIZACION
 6 - TEMPERATURA 7 - ESTADO ON/OFF 8 - DEMANDA INSTANTANEA 9 - DEMANDA PROMEDIO
 10 - CARGAS COMPATIBLES 11 - NUMERO DE CARGAS CONTROLABLES
 12 - CURVAS DE CARGA OBJETIVO COMPATIBLES

TABLA 6-7

COMPATIBILIDAD DE LA CARGA CON LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL DE CARGA

| CLASIFICACION DE LAS CARGAS | ORIENTACION DE CARGAS SIMPLES | | | | | | | | ORIENTACION DE CARGA MULTIPLE ACOMETIDA | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | A | B | C | D |
| CARGAS TERMICAS: | | | | | | | | | | | | |
| - Acondicionador de aire | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ** | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| - Calefactor | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ** | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| - Calentador de agua | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ** | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| - Refrigerador | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ** | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| - Congelador | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ** | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| CARGAS DE CICLO FIJO: | | | | | | | | | | | | |
| - Lavadora de ropa | ⊙ | ⊙ | | | ** | | | | ⊙ | | ⊙ | ⊙ |
| - Secadora de ropa | ⊙ | ⊙ | | | ** | | | | ⊙ | | ⊙ | ⊙ |
| - Lavaplatos | ⊙ | ⊙ | | | ** | | | | ⊙ | | ⊙ | ⊙ |
| - Bomba de alberca | ⊙ | ⊙ | | | ** | | | | ⊙ | | ⊙ | ⊙ |
| CARGAS DE SERVICIO: | | | | | | | | | | | | |
| - Estufa | ⊙ | ⊙ | | | ** | ⊙ | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| - Horno | ⊙ | ⊙ | | | ** | ⊙ | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| - Iluminacion | ⊙ | ⊙ | | | ** | ⊙ | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| - Television | ⊙ | ⊙ | | | ** | ⊙ | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| - Computadora | ⊙ | ⊙ | | | ** | ⊙ | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| - Otras aplicaciones personales | ⊙ | ⊙ | | | ** | ⊙ | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |

⊙ = Compatible con la estrategia.
 * = Controla una carga, pero compatiblemente requiere de dos o mas cargas en combinacion.

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 = Senalizacion. | 2 = Cedulado. |
| 3 = Limitando el Ciclo de Trabajo. | 4 = Mover el Setpoint. |
| 5 = Interlock. | 6 = Limitando la Demanda Instantanea |
| 7 = Limitando la Demanda Promedio. | 8 = Manejo del Factor de Carga. |
| A = Senalizacion. | B = Limitando la Demanda Instantanea. |
| C = Limitando la Demanda Promedio. | D = Manejo del Factor de Carga. |

1.- Señalización:

La señalización es la más simple de las estrategias de control de carga, se define como el medio de proporcionar información al Consumidor respecto a la disponibilidad y precio de capacidad y/o energía.

El Suministrador da esta información por medio de la publicación de tarifas en fuentes publicitarias y los Consumidores deciden si emplean o no la información para determinar basados en su presupuesto no solo cuanta energía deben consumir sino como lo harán.

Los Consumidores deciden el uso basados en la tarifa del Suministrador en balance con sus necesidades de servicio de energía. Como la tarifa del Suministrador indicará cuando es conveniente efectuar el consumo, la TABLA 6-6 identifica las variables de activación aplicables a esta estrategia.

Aunque la señalización requiere comunicación del Suministrador, este no tiene la capacidad para activar o manejar acciones de control, en consecuencia la señalización por definición es una estrategias de control local. La versión de directo o distribuido para esta estrategia no existe, ya que la respuesta del Consumidor es voluntaria; el grado al que se pueden alcanzar las curvas de carga objetivo depende del tipo, potencia y tensión de la tarifa.

El precio de las tarifas se espera que haga impacto en el interés general al tener grandes cambios en el precio, ya que el impacto será mayor. Se tienen previstos mayores cambios en las tarifas de baja tensión, ya que los Consumidores en tarifas de alta tensión tienen mayor probabilidad de implementar cambios permanentes en la combinación y patrón de uso de su carga.

2.- Cedulado:

La estrategia de cedulado define un periodo de tiempo durante el cual una o más cargas pueden operar. Como la señalización, es una estrategia básica que emplea la hora del día o la calendarización como las variables de activación.

El cedulado mueve la operación de una carga de un tiempo anterior a otro sin afectar la demanda o energía usada por las cargas. Es cierto que las cargas de servicio dependen del tiempo y que las cargas térmicas y de ciclo fijo son compatibles con esta estrategia si el período anterior es excesivamente grande.

Por lo anterior, los períodos de tiempo largos alteraran las características de la demanda y la energía de las cargas térmicas y podrían originar que cargas fijas sean pospuestas indefinidamente.

A diferencia de la señalización, es posible configurar en forma directa, local o distribuida la estrategia de cedulado. Los programas típicos de control de carga (no obstante de la técnica) usualmente involucran la instalación de relojes de tiempo u otros dispositivos en una sola carga para regular su tiempo de arranque/paro o el período de tiempo en que se permite que opere.

La carga a controlar se determina en constantes de avance y complemento a través del programa. Con las opciones de control local y distribuido, los Consumidores tienen la capacidad de manejar cualquier cédula predeterminada. En este caso el cedulado será muy similar a la estrategia de señalización.

La estrategia de cedulado es considerada capaz de lograr que todas las curvas de carga objetivo sean compatibles con el control de carga. La compatibilidad con todas las cargas del bus de distribución, particularmente sobre períodos de tiempo cortos y su capacidad para apagar y encender cargas, da a esta estrategia gran flexibilidad.

3.- Limitación del Ciclo de Trabajo:

La limitación del ciclo de trabajo define el porcentaje de tiempo que una carga opera durante un intervalo de tiempo específico. La versión de control directo de esta estrategia generalmente usa como variable de activación a la hora del día. Bajo esta opción el Suministrador determina cuanto tiempo controla la carga en operación durante el período de control.

La versión de control local puede emplear la variable de activación hora del día en combinación con el estado ON/OFF para calcular el ciclo de trabajo actual de la carga controlada, la que es comparada con un parámetro autorizado de pre-establecimiento (PRE-SET).

La estrategia de limitación del ciclo de trabajo es una variante del cedulado en la que la hora del día se usa como variable de activación pero no específica el inicio o final del tiempo de la carga.

Hay dos condiciones bajo las cuales la carga controlada no afecta esta estrategia:

- i. Cuando la carga controlada normalmente requiere menos tiempo de operación que la permitida por la estrategia, o
- ii. Cuando la carga controlada no se opera durante el intervalo de tiempo establecido por la estrategia.

Esta estrategia opera por lo general en una sola carga a la vez y entonces solo en aquellas cargas que tienen ciclos de operación variable en períodos de tiempo largos.

Las TABLAS 6-6 Y 6-7 indican que la limitación del ciclo de trabajo es generalmente muy adecuado para control de cargas térmicas, que operan durante muchas horas del día, con un ciclo de trabajo no controlado (Tiempo actual-contra-Tiempo disponible complementario) que tiende a variar basado en condiciones externas y de demanda del Consumidor.

El servicio dado por cargas térmicas puede no ser el apropiado por las interrupciones de corta duración. Sin embargo, las interrupciones de larga duración o múltiples en un periodo de tiempo dado pueden afectar severamente los niveles de servicio del Consumidor.

Las cargas de ciclo fijo y de servicio no se pueden considerar compatibles con esta estrategia porque tienen tiempos cortos o porque dan un servicio que es difícil de interrumpir.

Una estrategia de ciclo de trabajo que impone el mismo límite de tiempo en cada intervalo en el periodo de tiempo controlado, nivelará la operación de las cargas al reducir el uso en un intervalo e incrementarlo en otro -- en otras palabras, se aplanará la demanda de la carga a lo largo del periodo de control. Esto será cierto solo si el ciclo de trabajo de la carga sin controlar es mas grande que el controlado.

Los límites del ciclo de trabajo también se pueden fijar para variar la cantidad de control en cada intervalo de tiempo controlado para crear una curva de carga más compatible con los objetivos del Suministrador.

Las versiones de directo, local y distribuido de esta estrategia son posibles técnicamente, sin embargo, las estrategias de control directo y local son las versiones más comunes en la actualidad.

4.- Moviendo el Setpoint:

La estrategia Moviendo el Setpoint, establece nuevos setpoint's o valores de activación que re-definen el inicio, paro o rango de operación de la carga bajo control.

Por ejemplo, la puesta a punto de un termostato, es la variable de activación usada por equipos de aire acondicionado y calefactores para regular su operación. El ajuste del termostato en estos equipos provocara un arranque temprano y una mayor operación (más larga) que la que se debería tener en un ajuste mayor.

Esta estrategia se puede usar con cargas térmicas y otras que tengan niveles variables de operación (motores de velocidad variable, compresores ajustables), además, opera una carga a la vez, y como tiene la capacidad de incrementar y disminuir el nivel de operación de la carga esta estrategia es compatible con el rango completo de curvas de carga objetivo.

La estrategia Moviendo el Setpoint, tiene muy bien definidas las aplicaciones de control directo, local y distribuido.

Por definición los termostatos en las cargas controladas son dispositivos de control local. Los Consumidores controlan el ajuste y son libres de cambiarlo en cualquier momento.

Las aplicaciones de control directo y distribuido requieren instalación de dispositivos controlados a distancia que contengan el mecanismo de ajuste de la carga. Este tipo de aplicaciones se encuentra con frecuencia en sistemas comerciales de manejo de energía.

5.- Interlock (Sujetar):

Esta estrategia define una relación ON/OFF entre dos o más cargas. Cuando una de las cargas en sujeción se enciende, la(s) otra(s) no puede(n) operar, como resultado de ello esta estrategia emplea la variable de activación estado de ON/OFF.

La estrategia de interlock opera sin considerar la hora del día o el nivel de demanda y energía del Consumidor presentes en cualquier período de tiempo.

Como resultado esta estrategia es una de las más limitadas y poco flexibles de todas las estrategias de control. Además los impactos de demanda y energía en esta estrategia son difíciles de estimar en parte por la incertidumbre respecto a la cuál se sujeta la carga al control en cualquier momento.

Como es una estrategia de limitación solo es compatible con curvas de carga objetivo del Suministrador que procuran reducir los niveles de demanda y energía.

Para hacer efectiva esta estrategia deberá sujetar cargas que normalmente operan al mismo tiempo de otro modo no impactará en los patrones de uso de las cargas del Consumidor.

El grado al cuál el tiempo de operación de las cargas controladas es coincidente y cuál es el tipo de cargas, determinará si la estrategia de interlock provocará algún impacto.

Las versiones de control local, directo y distribuido en esta estrategia son factibles. La mayoría de las aplicaciones de esta estrategia emplean un control local aproximado.

6.- Limitación de la Demanda Instantánea:

La estrategia de limitación de la demanda instantánea define un nivel máximo permisible de la demanda para una o mas cargas. Cuando el nivel de demanda actual de la carga controlada excede el máximo permisible, la estrategia por lo general corta la potencia a la carga, al circuito o al bus de distribución dependiendo de lo que se está controlando.

Como la variable de activación es la demanda instantánea de la(s) carga(s) controlada(s), requiere medición directa o detección del nivel de la demanda de todas las cargas controladas. Un dispositivo de detección y un relevador de control forman los dos mejores componentes de esta estrategia.

Así como la estrategia de interlock, la limitación de la demanda instantánea se enfoca en una sola dimensión de carga controlada --su demanda-- independiente de la hora del día en la que opera.

Las versiones de híbrido o distribuido en esta estrategia podrían incorporar una variable de activación como la hora del día. La adición de una variable de reloj mejora la capacidad de la estrategia y se puede hacer compatible con curvas de carga adicionales.

Esta versión híbrida tiene características de funcionamiento muy parecidas a la estrategia de cedulado, y tiene características operacionales que la hacen compatible con pocas cargas mas que otras estrategias de control de carga.

Cuando se usa control para una carga simple: el **setpoint** mínimo de demanda deberá ser al menos igual o mayor que la capacidad indexada de carga; de otra manera, la carga nunca entrará en operación. Sin embargo, si el **setpoint** máximo de demanda es puesto igual a la capacidad indexada de la carga controlada, entonces la estrategia no tendría impacto en la demanda o energía del Consumidor (en sus patrones de uso). Consecuentemente, para la aplicación en una carga simple esta estrategia solo es compatible con cargas que tienen niveles variables de demanda máxima.

El setpoint de demanda, deberá ser ajustado igual o mayor que la carga simple más grande en el grupo o que la carga que nunca se permitirá operar. Si el setpoint se ajusta igual a la carga simple más grande, entonces otras cargas no se podrán operar cuando esta este operando, asimismo, la carga más grande no se podrá operar si cualquier otra carga está dentro o encendida.

Empleando un setpoint más grande que la carga mayor no se resuelve el problema a no ser que el setpoint esté más alto para permitir que la carga mayor y varias cargas menores operen simultáneamente, sin embargo, un setpoint a este nivel actúa restringiendo el potencial impacto en la demanda y la energía acorde con esta estrategia.

La estrategia de limitación de demanda instantánea es generalmente usada para grupos de control de cargas del tipo térmico y de servicio.

Las versiones de control local, directo y distribuido para esta estrategia son posibles.

7.- Limitación de la Demanda Promedio:

La estrategia que limita la demanda promedio especifica un nivel de demanda promedio o límite al uso de energía en una o más cargas, por lo general en intervalos de tiempo de 10 a 30 minutos.

Las cargas controladas se desconectan si la demanda promedio o la energía límite se excede durante el periodo de control.

Esta estrategia puede ser considerada una versión híbrida de la estrategia anterior porque usa la variable de activación (demanda promedio), que combina la medición de la demanda en una serie de intervalos de tiempo, no obstante, combinando el tiempo y la medición de demanda origina que la estrategia sea mucho más flexible que la estrategia anterior.

Empleando una variable de activación de demanda promedio, las cargas de cualquier capacidad se podrán operar en tanto su nivel de demanda y tiempo de operación durante el periodo de control, no excedan el límite de energía definido por la estrategia.

Como resultado de esta flexibilidad, la estrategia de limitación de demanda promedio se considera compatible con más cargas y generalmente se ve como una estrategia de carga múltiple.

En una aplicación de carga múltiple, la demanda total de los dispositivos controlados operan en su nivel controlado dentro del periodo de tiempo si al final del periodo de tiempo promedio este dentro del límite.

En alguna aplicación de esta estrategia, los niveles de demanda promedio se comparan con la demanda límite en intervalos frecuentes dentro del periodo de tiempo.

Si la demanda promedio actual se excede en el setpoint, cargas individuales serán desconectadas en un **orden de prioridad** predefinido hasta que la demanda promedio este dentro del rango aceptable.

En una aplicación de carga simple, solo se consideran a las cargas térmicas compatibles con esta estrategia. No parece práctico un control individual de cargas de ciclo fijo o de servicio. Las cargas de ciclo fijo usan niveles que exceden el límite y serán interrumpidas provocando que no completen su ciclo. Las cargas de servicio están sujetas a interrupciones similares.

Si bien esta estrategia es más flexible que algunas de las anteriormente descritas, opera limitando los niveles de demanda primeramente, no tiene la capacidad de encender cargas y tiene limitada la posibilidad de recorrer la demanda entre diferentes periodos de tiempo, en consecuencia, la estrategia de limitación de demanda promedio solo es compatible con curvas de carga objetivo que actuen para disminuir o recorrer los niveles de demanda y energía.

Esta estrategia se puede implementar frecuentemente en conjunto con sistemas de manejo de energía que usan técnicas de control local o distribuido.

No se conocen aplicaciones de control directo en esta estrategia.

8.- Manejo del Factor de Carga:

La estrategia de manejo del factor de carga es diferente a la estrategia anterior, ambas estrategias especifican una demanda promedio límite dentro de un intervalo de tiempo predefinido de 15 a 30 minutos. se pueden aplicar a cargas simples, a grupos de cargas o a buses de distribución, sin embargo, el manejo de factor de carga combina la demanda promedio con una variable de activación de calendarización. Esto crea un período de tiempo de demanda promedio límite que se deriva como función del consumo diario de energía del Consumidor y un factor de carga específico del Suministrador.

En la demanda promedio constantemente se restablecen los límites en base a cambios en el patrón de uso del Consumidor. Esto establece un límite en la **demanda promedio rolada** que continuamente trabaja para aproximar el factor de carga específico. (Idealmente el factor de carga tiende a uno).

Las aplicaciones típicas de esta estrategia marcan factores de carga para el promedio de consumo de energía en un período de 20 a 30 días, de esta manera el límite de demanda para un Consumidor particular se ajusta al patrón de uso actual.

Como en la estrategia anterior se interrumpe la potencia a las cargas controladas siempre que la demanda promedio o los niveles de energía excedan el límite. Esto motiva una tendencia a la demanda instantánea permitida durante el período de control flotando a lo largo de un amplio rango, permitiendo al Consumidor el uso de todas sus cargas al menos una vez en cualquier período de control.

Esta estrategia emplea también una **secuencia de prioridad** para conducir el apagado de cargas siempre que la demanda límite se exceda.

Ya que la demanda límite se ajusta individualmente a cada patrón de operación del Consumidor, el manejo de factor de carga se considera una estrategia de control local. La versión de control distribuido se puede estructurar para incorporar comunicación y control del Suministrador.

El algoritmo básico de la estrategia de manejo de factor de carga se estructura para limitar la demanda y la energía. En consecuencia, solo es compatible con curvas de carga objetivo que actúan para disminuir o recorrer los niveles de demanda y energía. Sin embargo, la respuesta del Consumidor a la estrategia puede consecuentemente incrementar las ventas totales de energía.

El incremento de los KWH usados podrá darse cuando la marca del factor de carga se pone por arriba del nivel actual, particularmente si el Consumidor adopta acciones que incluyen el reemplazo de cargas térmicas convencionales con aplicaciones de almacenaje que operan en periodos sin pico.

6.6 SELECCION DE ESTRATEGIAS Y CONSUMIDORES PARA EL CONTROL DE CARGA.

La eficiencia de cualquier estrategia de control de carga involucra un desperdicio entre el Suministrador y el Consumidor. Lo más cierto es que una estrategia obtiene en una carga particular o en un impacto de energía el cambio en el confort o estilo de vida impuesto a este último.

La disposición del Consumidor para participar en un programa de control de carga será menor conforme aumente el impacto en su confort y estilo de vida, el objetivo se encuentra en aquellas estrategias que balanceen las necesidades tanto del Consumidor como las del Suministrador.

Un entendimiento completo de las curvas de carga objetivo y el tipo de cargas del Consumidor ayudan al Suministrador a identificar y seleccionar las estrategias de control más apropiadas al área de servicio.

Muchas de las estrategias de control de carga se pueden eliminar de la consideración porque son compatibles con ciertas características de delimitación implícitas o explícitas de las curvas de carga objetivo. Las características de delimitación incluyen entre otras cosas la magnitud de la capacidad y la energía de impacto requerida, la temporización de impactos y los costos efectivos.

Las estrategias de control que reúnen estos requerimientos se pueden calificar más uniformemente basados en ciertas características de la población consumidora ya que forman el mercado eventual.

6.6.1 RELACION ENTRE LAS CURVAS OBJETIVO Y LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL DE CARGA.

Hay seis características de delimitación que difieren los aspectos de una curva de carga objetivo del Usuario, cada una de estas características puede tomar un valor o nivel diferente.

La TABLA 6-8 lista las seis características de delimitación en orden de prioridad que será considerado representativo o típico para la mayoría de los Usuarios, este orden cambia dependiendo de las circunstancias particulares del Suministrador.

TABLA 6-8

ATRIBUTOS DE LAS CURVAS DE CARGA OBJETIVO.

| <u>PRIORIDAD</u> | <u>CARACTERISTICAS DE DELIMITACION</u> |
|------------------|--|
| 1 | Impacto en la curva de carga. |
| 2 | Magnitud de la capacidad e impacto de energía. |
| 3 | Costos por unidad de capacidad e impacto de energía. |
| 4 | Flexibilidad y adaptabilidad. |
| 5 | Tiempo de implementación. |
| 6 | Filosofía del servicio al Consumidor. |

Impacto en la curva de carga.

El impacto en la curva de carga describe de que manera el sistema horario de carga se necesita incrementar, disminuir o recorrer para generar la curva de carga requerida (en la TABLA 6-2 se identifica el rango de curvas de carga objetivo).

La TABLA 6-6 identifica diferentes estrategias de control de carga con capacidad de lograr cada curva de carga objetivo, por ejemplo, si el objetivo del Usuario es reducir la demanda pico, las estrategias de control tales como la Limitación del Ciclo de Trabajo, interlock y señalización son capaces de lograr dicho objetivo.

Magnitud de la capacidad e impacto de la energía.

El impacto de la curva de carga no define completamente la curva de carga objetivo, la magnitud del cambio en la capacidad y energía que el Usuario requiere es también un componente explícito y esencial de dicha curva, por ejemplo:

Un objetivo para reducir el pico de demanda de verano en 5 MW, incorpora un componente de curva y uno de magnitud, además, la magnitud del impacto deseado puede afectar significativamente el tipo de control considerado más compatible con una curva de carga objetivo, ahora si la reducción es de 50 MW pudiera necesitar una estrategia de control muy diferente a la requerida para reducir 500 MW.

Las estrategias de control que no pueden producir el área de servicio o los impactos requeridos por el Consumidor deberán de aumentar de alguna manera para encontrar la curva de carga objetivo total y las que tienen más capacidad que la requerida se deberán modificar para mantenerlas dentro de los requerimientos de ejecución del Suministrador.

Costos-por-unidad de capacidad e impacto de energía.

Las estrategias de control con capacidad de producir curvas de carga e impactos de magnitud requeridas por el Usuario se deberán analizar para determinar si son rentables. Las típicas evaluaciones del costo efectivo generalmente establecen un valor umbral expresado como un costo-por-unidad de capacidad o energía diferida.

Las estrategias de control con característica de costos de productividad dentro de este umbral son juzgadas como candidatos rentables y potenciales para un programa del Usuario, además, las tres diferentes técnicas de control tendientes a producir impactos de carga efectivos que son aproximadamente proporcionales al costo inicial de su equipo, son:

- a) Estrategia con Control Local.- Generalmente representa la alternativa de menor costo inicial para un Suministrador por la participación de compra de los Consumidores, instalación y operación de sus equipos, sin embargo, esta estrategia pudiera no ser la de menor costo de todas si las inversiones de ambos se combinan.

La técnica de control local con frecuencia se considera la menos productiva debido a la incertidumbre en la reacción del Consumidor y debido a las consecuencias de modificación al control que este podría hacer durante cualquier llamado por el control.

- b) Estrategia de Control Directo.- Esta estrategia con frecuencia se considera la alternativa siguiente en menor costo, debido a la simplicidad del equipo y a la facilidad de instalación, sin embargo, los costos de contribución en el sistema de control directo típicamente no incluyen los costos de adaptación del Consumidor (no cubiertos por los incentivos de participación). Las contribuciones pasan por alto el costo potencial de la obsolescencia prematura que ocurrirá si el Suministrador cambia las curvas de carga objetivo.

La Técnica de Control Directo produce un cierto impacto en la curva, que depende de la carga controlada y sus características de diversidad, si bien, la productividad de carga bajo una Estrategia de Control Directo variará sustancialmente de Consumidor a Consumidor, la disponibilidad de la carga será controlada con certeza cada vez que la estrategia se ejecute.

- c) Estrategia de Control Distribuido.- Esta requiere de equipo más sofisticado y costoso, sin embargo, esta estrategia también proporciona dos capacidades que encabezan a la mayoría de impactos favorables de los costos-por-unidad de todas las estrategias siendo estas:

1. La capacidad para direccionar los múltiples buses de carga dada por estrategias de control distribuido con el potencial para tener mayores impactos en la capacidad y energía que otras estrategias.

2. La capacidad para adaptarse a cambios en las curvas de carga objetivo que proporcionaran estrategias de control distribuido con una mayor vida de uso y mayor flexibilidad operacional que otras estrategias.

Flexibilidad y adaptabilidad.

La evaluación convencional y los métodos de muestreo para determinar que estrategia de control se emplea para concluir con el concepto de costeabilidad, requiere de conocer características adicionales implícitas en la curva de carga, una de estas características es la flexibilidad y adaptabilidad de la estrategia de control para obtener la curva de carga objetivo alternativa.

• La necesidad de una estrategia de control flexible y adaptable será importante bajo dos circunstancias:

- (1) Areas de servicio con curvas de carga objetivo variables en diferentes épocas del año;
- (2) Areas de servicio donde las curvas de carga objetivo se espera que cambien en años futuros.

Bajo estas circunstancias, es continua la dificultad para determinar que curvas de carga objetivo se usarán; empleando la curva más común, podría resultar que la selección de la estrategia de control de carga sea obsoleta antes de concluir su implementación, pero si se emplea una curva de carga objetivo tentativa a futuro se sacrificarán los beneficios en el área de servicio a cambio de beneficios inciertos y se asume un gran riesgo si los recursos o cambios a cargo del Consumidor no se dieran como se estimó.

Una alternativa para seleccionar una estrategia de control es que se pueda fácilmente adaptar a los cambios en la curva de carga objetivo, esta tendencia permite un servicio que disponga de ambos beneficios a largo y corto plazo que podrán ser disponibles al control para ampliarse en la implementación sobre un periodo de tiempo más grande, más manejable y para obtener la mejor utilización de su inversión en el equipo de control de carga.

Algunas estrategias se pueden reestructurar cambiando los índices de cédula, los planes de incentivos con tarifas o educando al Consumidor para que se efectúen cambios en la curva de carga sin cambiar las partes del hardware de los sistemas de control.

Esta flexibilidad también implica el mejorar el uso operacional del control de carga, dando la capacidad potencial para operar un sistema en cualquier hora del día o época del año; al mejorar las capacidades operacionales se tendrá un efecto positivo en la costeabilidad del sistema ya que los programas de control directo con frecuencia son dependientes del hardware y éste podría ser incapaz de lograr otras curvas de carga objetivo que aquellos por los cuales fueron diseñados.

Tiempo de implementación.

Otro criterio que se puede usar para analizar las estrategias de control de carga, es el tiempo que se requiere para su implementación.

La estrategia de control se deberá seleccionar para producir impactos compatibles con la temporización requerida en la curva de carga objetivo.

Las estrategias de control local son típicamente las únicas compatibles con los periodos de implementación de cuatro años o menos. Estas estrategias tienen menos requerimientos de Hardware, instalación y operación que los servicios con técnicas de control directo o distribuido, ya que los Consumidores juegan un papel activo en la implementación; el Suministrador se responsabiliza primeramente en dar incentivos para motivarla y educar a los primeros, así mismo, es relativamente fácil para un Suministrador adoptar una tarifa para motivar el control local y que no haya incertidumbre de que el Consumidor tomara las acciones deseadas por el Suministrador.

Las estrategias de control distribuido y directo requieren por lo general tiempos de implementación prolongados para adaptar el Hardware, reclutar Consumidores y para llevar acabo la instalación.

Desde un punto logístico, estas estrategias no pueden ser compatibles con la curva de carga objetivo del Suministrador que buscan obtener impactos de carga dimensionables en menos de cuatro años.

El hecho está claramente relacionado con el número de unidades de control que el Suministrador se propone instalar en ese tiempo, la disponibilidad del equipo de control y la de los recursos de instalación.

Filosofía del servicio al Consumidor.

Las filosofías de servicio al Consumidor reflejan la visión administrativa del Suministrador (de como este y el Consumidor deberán interactuar).

La administración podría pretender que solo se tomen acciones que involucren al Consumidor, evitando acciones de control directo.

El Consumidor se queda con la capacidad para modificar el control combinandolo de ser necesario y conveniente mientras el Suministrador se queda con la certeza de que se genere el control. En contraste a las otras técnicas, el control directo enfatiza los beneficios al Suministrador y para el Consumidor solo se pueden adecuar en el momento en que este los enlista en el programa.

Las estrategias de control directo se pueden estructurar para hacer mayor la participación del Consumidor si se da la oportunidad al Suministrador de hacer cambios periódicamente de sus niveles de control.

6.6.2 MARCANDO CARACTERISTICAS DEL CONSUMIDOR CON LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL.

Las estrategias de control de carga se dividen en tres categorías que se clasifican con las características de uso del Consumidor y la propiedad de aplicación, específicamente:

- 1) Estrategias de propósito general
- 2) Estrategias convencionales
- 3) Estrategias de propósito especial

La TABLA 6-9 lista cada una de estas categorías e identifica la estrategia de control específica en cada categoría. También identifica los niveles de uso relativos del Consumidor que parecen más apropiados para cada grupo de estrategias.

Las estrategias de control de propósito general, son las menos complejas, no emplean algoritmos de control especializados o requerimientos de aplicaciones específicas y se consideran compatibles con todos los grupos de Consumidores.

Las estrategias de control convencionales emplean algoritmos que son específicos para las características de operación de una o más aplicaciones particulares, sin embargo, para la mayoría, estas estrategias se enfocan solo en una aplicación a la vez; consecuentemente los grupos de Consumidores más compatibles con esta categoría son aquellos con alta probabilidad de propiedad de aplicación - caracterizada por los grupos de uso moderado y alto.

Finalmente, las estrategias de control de propósito especial emplean los algoritmos de control más complejos y el equipo más costoso para aplicaciones de control múltiple, en consecuencia este tipo de estrategias son las más convenientes para grupos de grandes consumidores.

En el capítulo siguiente se pondrán en práctica de manera académica algunos de los conceptos planteados al aplicarlos a un ejemplo hipotético.

TABLA 6-9

ESTRATEGIA DE CONTROL Y COMPATIBILIDAD DE LOS GRUPOS DE CONSUMIDORES

| GRUPO DE ESTRATEGIAS | CARACTERISTICAS PRIMARIAS | ESTRATEGIA DE CONTROL APLICABLE | GRUPOS COMPATIBLES DE USO | | |
|----------------------|---|---|---------------------------|----------|------|
| | | | BAJO | MODERADO | ALTO |
| Proposito General | <ul style="list-style-type: none"> + Emplea tecnicas de control local. + Equipo de minimo costo. + Algoritmo de control simple, apropiado para la mayoria de acometidas. | Señaliza-cion | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| Convencio-nales | <ul style="list-style-type: none"> + Todas las tecnicas de control disponibles. + Requerimientos de control de Hardware: <ul style="list-style-type: none"> -- Costo variable. -- Una unidad por carga a controlar. -- Instalacion costosa. + Algoritmos de control por lo general complejos y sujetos a cargas simples. + Apropriada solo para cargas selectas. | Cedulado Limitacion del ciclo de trabajo Moviendo al Setpoint Interlock | | ⊙ | ⊙ |
| Proposito Especial | <ul style="list-style-type: none"> + Enfasis en las tecnicas local y distribuida. + Requerimientos de control de Hardware: <ul style="list-style-type: none"> -- Alto costo. -- Una unidad por cargas multiples. -- Instalacion costosa. + Algoritmos de control complejos pero independientes de cualquier carga simple. + Apropriada para la mayoria de acometidas. | Limitacion de Demanda Instantanea Limitacion de Demanda Promedio Manejo del Factor de carga | | | ⊙ |

Uso bajo = 599 kWh/Mes
 Uso moderado = 600 a 1199 kWh/Mes
 Uso alto = 1200 kWh o mas.

C A P I T U L O 7

APLICACIÓN DE LOS CONTROLADORES DE DEMANDA

7.1 ANTECEDENTES.

A la fecha la aplicación de los Controladores de Demanda en nuestro país ha sido muy limitada, esto se debe a que el Suministrador en cuestión de tarifas aun no aplica en los cargos por consumo y demanda de energía el costo real.

Ahora con la nueva política de ahorro y uso eficiente de la energía las compañías suministradoras han empezado a implementar tarifas del tipo marginalista, que obligan al Consumidor a restringir y modificar sus costumbres de consumo y demanda de la energía eléctrica.

Por lo cual, se inicia un proceso de implementación de nuevos sistemas para el manejo de energía (nuevos en el campo), lo que motivó el interés de desarrollar el anterior estudio y para complementar en este Capítulo se genera una aplicación académica a manera de ejemplo, con el fin de mostrar el potencial alcance de un Controlador de demanda de energía eléctrica.

7.2 EJEMPLO DE APLICACION.

A continuación se presenta un proceso de producción hipotético a manera de ejemplo para aplicar lo anteriormente expuesto.

El proceso es la fabricación de gabinetes para tableros industriales y muebles de oficina cuyos pasos de elaboración se presentan en seguida:

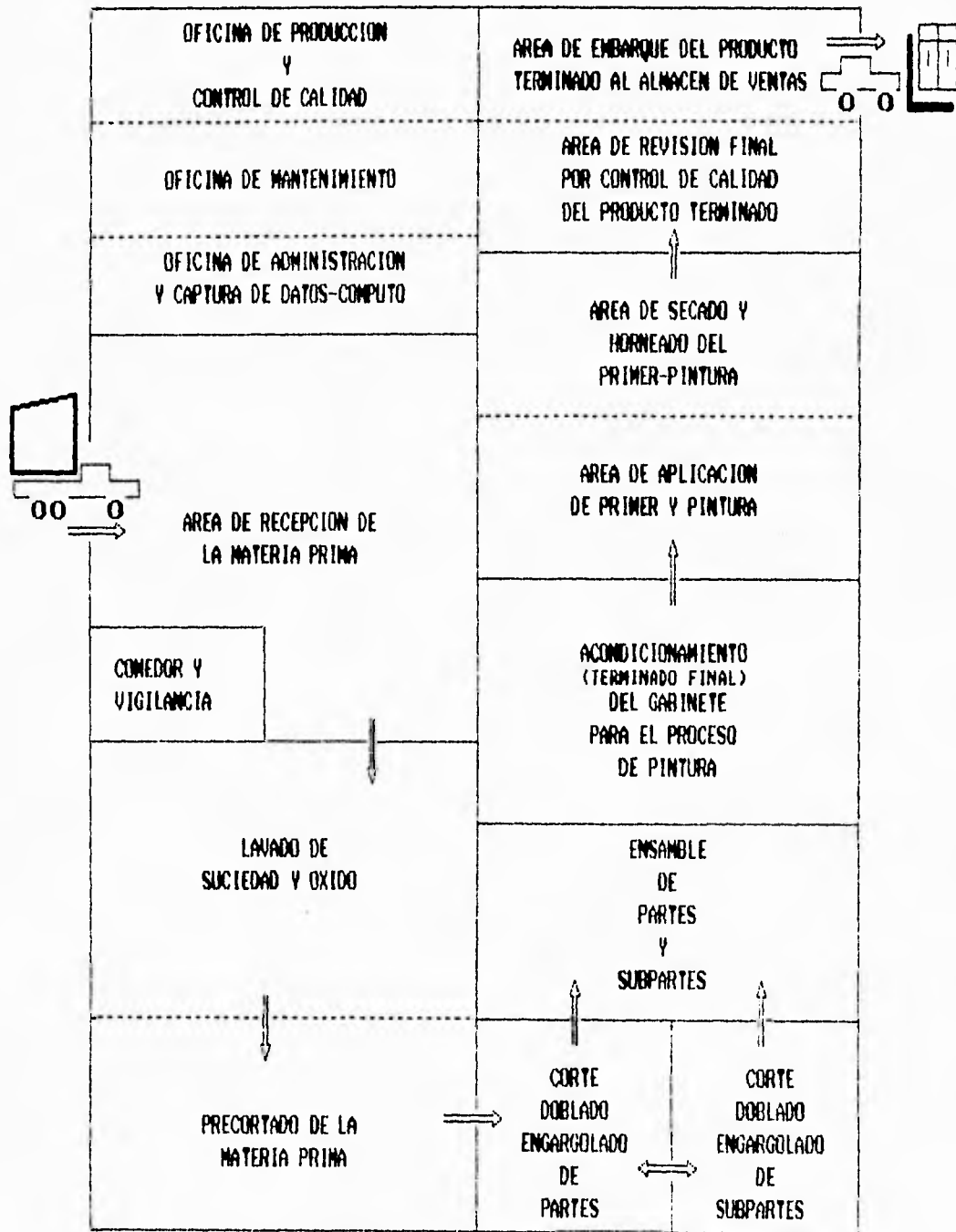


FIGURA 7-1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS DEPARTAMENTOS

- 1.- Entrada de materia prima (Láminas de acero).
- 2.- Acondicionamiento de la materia prima. Lavado de óxido y suciedad (producto de su estancia en la intemperie) y pre-cortado del material.
- 3.- Transporte de la materia prima acondicionada al centro de maquinación.
- 4.- Corte, doblado, engargolado y pre-ensamble de sub-partes y partes.
- 5.- Esmerilado de excedentes y ensamble de sub-partes al gabinete.
- 6.- Acondicionamiento para pintura y acabado final. Pulido del gabinete, aplicación de primer-pintura horneado y secado.
- 7.- Transporte del producto terminado al área de embarque.
- 8.- Salida del producto terminado al almacén de ventas.

Equipo empleado en cada paso del proceso que involucra demanda de energía eléctrica:

- Grua viajera - polipasto.
- Bomba de agua y compresor de aire a alta presión.
- Motores de transportadores.
- Compresor de aire a alta presión para herramientas neumáticas.
- Compresor de aire para las pistolas de primer y pintura, horno eléctrico y ventiladores de secado.
- Motores de transportadores.
- Grua viajera - polipasto.
- Cargas fuera del proceso.

Cargas instaladas en toda la fábrica:

-- En oficinas:

| | | |
|----------------------------------|-------|--------|
| 1.- Aire acondicionado. | | |
| -Calefacción No.1 | _____ | 200 KW |
| -Calefacción No.2 | _____ | 200 KW |
| -Calefacción No.3 | _____ | 300 KW |
| 2.- Equipo de oficina. | | |
| -Máquinas de escribir eléctricas | _____ | 20 KW |
| -Fotocopiadoras | _____ | 10 KW |
| -Computadoras | _____ | 40 KW |
| 3.- Iluminación. | | |
| -Iluminación No.1 | _____ | 300 KW |
| -Iluminación No.2 | _____ | 300 KW |
| -Iluminación No.3 | _____ | 300 KW |

-- En servicios generales:

| | | |
|--|-------|--------|
| 1.- Suministro de agua. | | |
| -Bomba de agua potable No.1 | _____ | 50 KW |
| -Bomba de agua potable No.2 | _____ | 50 KW |
| -Calentador de agua No.1 | _____ | 150 KW |
| -Calentador de agua No.2 | _____ | 150 KW |
| -Bomba de agua residual | _____ | 30 KW |
| 2.- Iluminación. | | |
| -Iluminación del exterior de la planta | _____ | 500 KW |
| -Iluminación de Almacén-ventas | _____ | 350 KW |
| 3.- Comedor. | | |
| -Iluminación del comedor | _____ | 10 KW |
| -Parrilla eléctrica | _____ | 30 KW |

-- En planta de producción.

| | | |
|---|-------|---------|
| 1.- Transporte. | | |
| -Grúa viajera-polipasto No.1 | _____ | 250 KW |
| -Grúa viajera-polipasto No.2 | _____ | 150 KW |
| -Motores de bandas transportadoras | _____ | 200 KW |
| 2.- Suministro de aire y agua a alta presión. | | |
| -Compresor de aire No.1 | _____ | 600 KW |
| -Compresor de aire No.2 | _____ | 600 KW |
| -Bomba de agua No.1 | _____ | 150 KW |
| -Bomba de agua No.2 | _____ | 150 KW |
| 3.- Suministro de agua a baja presión. | | |
| -Bomba de agua No.1 | _____ | 120 KW |
| -Bomba de agua No.2 | _____ | 120 KW |
| 4.- Área de pintura. | | |
| -Compresor de aire | _____ | 450 KW |
| -Bomba de pintura No.1 | _____ | 300 KW |
| -Bomba de pintura No.2 | _____ | 300 KW |
| -Horno de pintura No.1 | _____ | 500 KW |
| -Horno de pintura No.2 | _____ | 500 KW |
| 5.- Iluminación y ventilación. | | |
| -Iluminación recepción de material | _____ | 200 KW |
| -Iluminación lavado y pre-cortado | _____ | 300 KW |
| -Iluminación maquinación | _____ | 300 KW |
| -Iluminación ensamble | _____ | 300 KW |
| -Iluminación pintura | _____ | 400 KW |
| -Ventilación en toda la nave | _____ | 500 KW |
| 6.- Soldadura. | | |
| -Soldadoras y punteadoras eléctricas | _____ | 1000 KW |

Para iniciar el ejemplo es necesario conocer perfectamente el proceso productivo al cual se aplicará el Controlador, con la finalidad de no interferir mayormente en la eficiencia del mismo.

7.2.1 PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCION Y APLICACION DEL CONTROLADOR.

- 1). Se establecerá la Curva de carga que se tiene actualmente y se analizará porque se presentan los picos o valles de demanda, posteriormente se indicará la curva que se pretende.
- 2). Se clasificarán las cargas en tipo, dimension y aplicación en el proceso productivo bajo estudio.
- 3). Se hará un estudio del proceso, indicando los puntos prioritarios del mismo y los que no pueden ser alterados, a fin de obtener la curva de carga deseada. Para ello se hará un análisis de la estrategia de control que se aplicará, observando el conjunto de las mismas para determinar cual es la más apropiada y se determinará la técnica de control que se usará para implementar la desconexión y conexión de cargas.
- 4). Se aplicará todo el procedimiento observando que se puedan implementar las estrategias y técnicas de control con las características del Controlador seleccionado para obtener el resultado; si este no es el deseado, se volverán a aplicar el paso 3 hasta obtener la mejor respuesta, siempre teniendo en cuenta el no afectar significativamente el proceso productivo.

7.2.2 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

- 1). Ahora, se presenta la curva de demanda típica mensual, esta última es la que se pretende modificar; incrementando, disminuyendo o recorriendo la energía y/o la demanda.

Dentro del proceso existen cargas y sistemas que no pueden ser intervenidos en su operación, como es el caso de las bombas de pintura que si se apagan se pueden obstruir en su caudal al coagular la pintura en la tubería y en las mismas bombas, es por eso que es una carga no controlable.

También se tienen condiciones de prioridad sobre la operación de los compresores, ya que sin estos la producción en la planta es más que imposible debido a que la mayoría de las herramientas son neumáticas.

Los hornos de pintura son también cargas de servicio pero pueden ser controlables ya que si se presenta una condición de falta de energía tienen una cierta inercia térmica que les permite mantener la temperatura en condiciones aceptables por periodos cortos de tiempo, por esta situación se clasificarán como cargas térmicas.

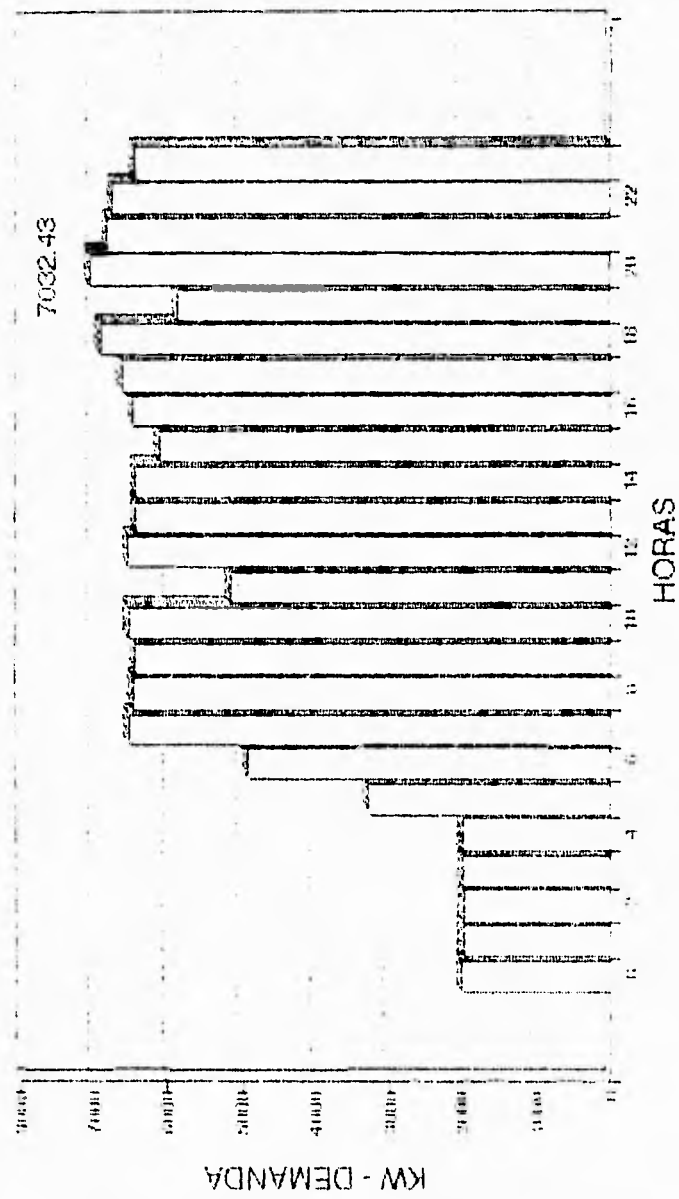
Para el resto de las cargas no es tan crítica su condición de control, por ejemplo, se tiene que para las grúas viajeras en un caso de emergencia se pueden emplear equipos de montacargas para sustituirlas mientras dura su paro.

Ahora analizando la curva actual del Consumidor bajo estudio (GRAFICA 7-1), se tienen las siguientes observaciones:

- a).- El proceso de la planta se da entre semana existiendo una reducción considerable en el fin de semana. Se podría pensar en extender las horas de trabajo a este periodo de baja demanda y consumo de energía. Pero por condición laboral y posible incremento en los costos de producción no se tomará en cuenta esta alternativa ya que el Usuario no está dispuesto a cambiar sus patrones de operación tan drásticamente.
 - b).- El proceso tiene dos turnos, cuyos horarios son:
1er. Turno de 7:00 - 15:00 Hrs.
Comida 11:00 - 12:00 Hrs.
2do. Turno de 15:00 - 23:00 Hrs.
Comida 19:00 - 20:00 Hrs.
- Por lo anterior, se tiene un pico de demanda al arranque de la planta y otros de similares características adyacentes a las horas de comida.
- c).- La curva nos muestra que se tiene un pre-arranque ya que la demanda inicia su incremento aproximadamente desde las 5:00 Hrs. Permaneciendo antes de eso a un nivel constante debido al alumbrado y bombas de pintura y otros servicios auxiliares.
 - d).- Los picos máximos de demanda se dan para el 1er. Turno a las 7:00 Hrs., 10:00 Hrs. y 12:00 Hrs., y para el 2do. Turno se presenta uno a las 18:00 Hrs.

DEMANDA DEL MES ANTES DEL CONTROL

GRAFICA 7-1



una hora antes de ir a comer, y el otro pico se da a las 20:00 Hrs. a la hora siguiente de que se retorna de comer, siendo estos mas grandes ya que se incremento la demanda base un poco por las condiciones de iluminacion.

e).- Se observa que los picos máximos de toda la curva (18:00 Hrs. y 20:00 Hrs.) coinciden con el horario que proporciona la Compañía suministradora como la de mayor costo, es decir, que el Suministrador considerara el periodo de 18:00 a 22:00 Hrs. el periodo de pico y por lo tanto el KW cuesta mucho mas, debido a esto es necesario eliminar ese pico de demanda en lo maximo.

f).- Se observa una reduccion en la demanda en el horario de comida, y posteriormente un incremento considerable en la demanda porque todo el personal al regresar de comer emplea su maquina correspondiente existiendo una alta coincidencia en la operacion de cargas.

g).- Se aceptó que el Consumidor sea juzgado bajo dos criterios muy simples:

1).- Las acciones de control son consideradas incompatibles con las cargas siempre que se elimina el servicio o cuando son tecnicamente incompatibles con las características de operacion de las cargas.

2).- Las acciones de control son juzgadas compatibles con la carga si apenas incrementan o disminuyen el nivel del servicio recibido por el Usuario, salvo excepcion del caso de las gruas viajeras.

En este caso el objetivo a alcanzar es recorrer los picos de demanda en ambos turnos a los periodos de valle (hora de comida) y hacer tender la demanda en lo posible a la demanda promedio manteniendo la energia consumida en un nivel bajo.

Es prioritario eliminar o atenuar la demanda maxima en el periodo de horas pico con el fin de reducir los cargos por demanda pico en la facturacion del Suministrador.

2). Ahora se clasificaran las cargas de toda la planta para analizar el motivo de los picos y/o valles en la curva anterior.

3). Al mismo tiempo, se hará un estudio del proceso, a fin de obtener la curva de carga deseada. Para ello, se hará un análisis de las técnicas y estrategias de control que se aplicarán.

GRAFICAS 7-2. CALEFACCION.

1.- Calefaccion en oficinas.- Estos sistemas de calefaccion operan uniformemente desde el inicio de las labores de oficina hasta el final. Unicamente se apagan en la hora de comida (esto no siempre ocurre por olvido o negligencia del personal responsable).

Se pretende que operen normalmente cuando el personal de oficina este laborando (por lo que se arrancarán a baja capacidad), posteriormente se estabilizarán a su operacion de servicio y durante las horas de comida se podrán apagar o reducir en su capacidad de operacion.

Tipo de carga: Controlable - Térmica. no interviene en el proceso, sin embargo, afecta el confort del Usuario en las oficinas.

Dimensión de la carga: $200 + 200 + 300 = 700$ KW

Acción de control: Modificar el termostato para reducir el nivel de operacion y temporizar su encendido/apagado en horarios de entrada, salida y comida del personal.

Impacto en la curva: Decremento y corrimiento de la demanda y la energia.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Set Point, que establece el ajuste del termostato en los calefactores de acuerdo a la temperatura que se desea establecer y Clock Time (Hora del Día), que indica el horario en que debe darse el servicio.

Estrategia de Control: Moviendo el Set-Point, que redefine el Set-Point de la carga controlada por parte del Usuario, para establecer un nuevo arranque, paro o rango de operacion, en respuesta al tiempo-de-uso, la demanda u otros incentivos. **Limitando el ciclo de trabajo,** durante periodos de alta demanda el controlador reduce el porcentaje de tiempo maximo en que operará la carga, y en periodos de baja demanda vuelve a activar el porcentaje de tiempo maximo de operacion de la carga a su valor original.

Cedulado, que define cuando la estrategia anterior se puede o no activar de acuerdo con la variable de activacion.

Nombre de gráfica: 01 CALEFACCIÓN.

GRAFICAS 7-3. EQUIPO DE OFICINA.

2.- Equipo de oficina.- Involucra sistemas de computo, calculadoras, maquinas de escribir, fotocopiadoras.

Tipo de carga: Controlable - Servicio, no interviene directamente en el proceso.

Dimensión de la carga: 20 + 10 = 30 KW

Acción de control: Proporcionar la señal o el control para que se cambie el tiempo de uso de cada Usuario, motivado por la ampliación del horario de comida consecuencia de escalonar al personal de oficina para su hora de comida.

Impacto en la curva: Decremento y corrimiento de la demanda y la energía.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Clock Time (Hora del Día), que define la hora del día donde se establece el inicio o final de la estrategia (horario de comida).

Estrategia de control: Señalización, que proporciona información de la disponibilidad de la capacidad y/o energía para que se efectue un ahorro en la energía con campañas de información que recuerden al personal el apagar sus equipos eléctricos de trabajo en su oficina si no se están usando en ese momento y durante el horario de comida, además, de que indica con una alarma visual y/o auditiva por medio del controlador el momento en que la variable de activación entra.

Nombre de gráfica: 02 EQUIPO DE OFICINA.

3.- Fuente para los sistemas de computo.

Tipo de carga: Controlable - Servicio, no interviene directamente en el proceso.

Dimensión de la carga: 40 KW

Acción de control: Modificar los horarios de trabajo para escalonar la hora de comida.

Impacto en la curva de carga: Corrimientos para hacer más uniforme la demanda y la energía durante el tiempo de uso.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Clock Time (Hora del Día), que indica el momento en que empieza o finaliza el horario de comida.

Estrategia de control: Señalización, que proporciona información referente solo a la disponibilidad de la capacidad y/o energía, además de que indica con una alarma visual y/o auditiva el momento en que la variable de activación la active.

Nombre de gráfica: 02 EQUIPO DE OFICINA.

GRAFICAS 7-4. ILUMINACION DE OFICINA.

4.- Iluminación de oficinas.- La iluminación permanece energizada desde el inicio de las labores hasta el final.

Se pretende optimizar el patrón de encendido-apagado.

Tipo de carga: Controlable - Servicio, no interviene directamente en el proceso.

Dimensión de la carga: 200 + 200 + 300 = 700 KW

Acción de control: Apagar las lámparas durante las horas de buena iluminación natural y en el momento de ir a comer (tener en cuenta que se amplió el horario de comida por lo que también habrá corrimientos), reduciendo con esto el nivel de servicio.

Impacto en la curva: Reducción y corrimientos en la demanda y energía.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Clock Time (Hora del Día), indicará el momento de inicio o fin de periodo de labores y horario de comida.

Estrategia de control: Señalización, que indica de la disponibilidad de la capacidad y/o energía para que se efectúe un ahorro en la energía con campañas de información que recuerden al personal el apagar la iluminación en su oficina si no es necesaria, es decir, esto de acuerdo con el nivel de iluminación natural y el horario de comida, además de que indica con una alarma visual y/o auditiva el momento en que la variable de activación entra.

Cedulado, que define el momento de energizar la carga al inicio de labores y apagarla al final de la misma.

Nombre de gráfica: 03 ILUMINACIÓN DE OFICINA.

GRAFICAS 7-5. COMEDOR.

5.- Iluminación en el comedor.- El comedor solo utiliza la iluminación en el horario de comida (11:00 hrs. y 19:00 hrs.).

Se pretende escalonar al personal en su hora de comida por lo que se ampliará el horario de comedor (10:00 - 12:00 hrs. y 17:00 - 19:00 hrs.) y como consecuencia se empleará más tiempo la iluminación.

Tipo de carga: Controlable - Ciclo fijo, independiente del proceso.

Dimensión de la carga: 10 KW

Acción de control: Proporcionar la señal para establecer el tiempo de uso.

Impacto en la curva: Incremento de la demanda y la energía debido a que el horario de comida se amplió.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Clock Time (Hora del Día), especifica la hora de inicio o fin de la estrategia.

Estrategia de control: Cedulado, que define cuando la carga se puede o no usar.

Nombre de gráfica: 04 COMEDOR.

6.- Parrilla eléctrica.- Se emplea en la cocina y su operación es constante, regulada por un termostato para mantener la temperatura deseada.

Se pretende evitar que el personal deje energizada la carga fuera del horario de servicio.

Tipo de carga: Controlable - Servicio, independiente al proceso.

Dimensión de la carga: 30 KW

Acción de control: Modificar el tiempo de uso, con incrementos debido al aumento del horario de comida.

Impacto en la curva: Incremento de la demanda y la energía por mayor tiempo de uso.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Hora del Día, que proporciona el momento de inicio o final de la estrategia.

Estrategia de control: Cedulado, que define cuando la carga puede o no ser operada, esto es, el inicio y final del encendido de la parrilla por el horario del comedor.

Nombre de gráfica: 04 COMEDOR.

GRAFICAS 7-6. TRANSPORTE.

7.- Gruas viajeras (polipastos).- Se tiene la opción de que en el momento que falla una grúa se sustituye momentáneamente con equipo de montacargas debido al tipo de material que manejan.

Tipo de carga: Controlable - Servicio, equipo auxiliar al proceso.

Dimensión de la carga: 250 + 150 = 400 KW

Acción de control: Se aumenta el tiempo de uso, como consecuencia del escalonamiento del horario de comida, sin embargo, si la demanda tiende a alcanzar la demanda máxima, esta carga se desconectará (empleándose como equipo auxiliar, montacargas).

Impacto en la curva: Decremento y corrimiento de la demanda y la energía como consecuencia del incremento en el tiempo de uso.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Hora del Día, que define la hora específica del inicio o fin de la estrategia (en este caso será durante las horas pico de 18:00 - 22:00 Hrs.).

Carga promedio, que determina la demanda sobre un periodo de tiempo de 15 minutos.

Estrategia de control: Limitando la demanda promedio, define una demanda promedio o límite de energía en un periodo de tiempo de 15 minutos. Cuando el uso en cualquier periodo de tiempo, excede la demanda límite, una o más de las cargas sujetas a control se apagan, para ello se presenta un esquema de jerarquía o prioridad con lo que se determina el orden en que las cargas se apagaran. En este caso, de acuerdo con la tendencia de la demanda máxima se desactivará una u otra grúa según la dimensión de carga a desconectar para cumplirla.

Señalización. proporciona información de la disponibilidad de la capacidad y/o energía durante las horas pico, activando o desactivando la estrategia anterior.

Cedulado. define cuando la primer estrategia será activa o no.

Nombre de gráfica: **05 TRANSPORTE.**

8.- Motores de transportadores.- Estos se emplean desde que arranca la planta su producción, parando únicamente cuando el proceso lo requiere.

Tipo de carga: **NO** Controlable - Servicio, interviene directamente en el proceso.

Dimensión de la carga: 200 KW

Acción de control: Ninguna.

Impacto en la curva: Ninguno.

Técnica de control: Ninguna.

Variable de activación: Ninguna.

Estrategia de control: Ninguna.

Nombre de gráfica: **05 TRANSPORTE.**

GRAFICAS 7-7. ALTA PRESION.

9.- Compresores de aire.- Estos equipos suministran el aire a presión para poder operar máquinas y herramientas en el acabado de ensambles, lavado y pintado de los productos.

Cuentan con tanques de almacenamiento para regular la demanda de aire cuando es excesiva (grandes demandas instantáneas por fugas o coincidencia de la carga en su demanda), además cuentan con un control electro-neumático que mantiene la presión estable y constante. Por lo que los compresores están en condición arranque-paro frecuentemente, manteniéndose dentro de un rango preestablecido por el Consumidor de presión máxima/mínima.

Se pretende que se modifiquen los niveles de demanda y consumo sin que se altere el suministro de aire a la planta.

Tipo de carga: Controlable - Térmica, interviene directamente en el proceso.

Dimensión de la carga: 600 + 600 + 450 = 1650 KW

Acción de control: Modificar el rango de ajuste en la presión máxima/mínima para permitir un funcionamiento de los compresores más regular, es decir, que se disminuye con esta acción la frecuencia de arranques y paros aprovechando la presión que se mantiene en los tanques de almacenamiento.

Impacto en la curva: Decremento de la demanda, incremento de la energía y corrimiento de demanda y energía.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Set Point, que establece el ajuste en el rango de presión máxima y mínima. Hora del día, que indica la hora del día de inicio o final de una estrategia.

Estrategia de Control: Moviendo el Set-Point, que redefine el punto de ajuste para el arranque y paro de los compresores con base al control de presión y de acuerdo con la demanda de aire, esto provoca que los compresores funcionen más tiempo, como consecuencia se aumenta el consumo de energía pero se reduce la tendencia hacia la demanda máxima.

Limitando el ciclo de trabajo, el controlador modificará el porcentaje de tiempo máximo en que opere la carga para reducir los niveles de demanda y consumo en los periodos de pico, en tanto que vuelve a activar el porcentaje original de tiempo máximo de operación de la carga en los periodos fuera de pico. Estos cambios en ciclo de trabajo se darán con referencia en el nivel original de set point de presión de aire y la presión después de este cambio, para evitar alteraciones significativas en el suministro de aire.

Cedulado, establece la hora de activación o no-activación de la anterior estrategia.

Nombre de gráfica: 06 ALTA PRESION.

10.- Bombas de agua de alta presión, se emplean en el lavado de las láminas que llegan con suciedad y óxido, producto de su larga estancia a la intemperie.

Tipo de carga: NO Controlable - Servicio, equipo auxiliar del proceso.

Dimensión de la carga: 150 + 150 = 300 KW

Acción de control: Ninguna.

Impacto en la curva: Ninguno.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Ninguna.

Estrategia de control: Ninguna.

Nombre de gráfica: 06 ALTA PRESION.

GRAFICAS 7-8. BAJA PRESION.

11.- Bombas de agua para el suministro de agua para el enfriamiento de las punteadoras y soldadoras y otros servicios, estas se energizan con la condición de nivel no importando la hora del día.

Se pretende que se energicen durante los periodos fuera de pico de la demanda y el consumo.

Tipo de carga: Controlable - Termica. servicio que interviene directamente en el proceso.

Dimensión de la carga: 120 + 120 = 240 KW

Acción de control: Modificar el tiempo de uso, ya que se tiene un tanque de almacenamiento.

Impacto en la curva: Corrimiento de la demanda y la energía a periodos fuera del pico.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Hora del Día, proporciona el horario de operación de las bombas. Set Point, determina cuando y cuanto operará la carga en base a la señal generada por el control de nivel de agua en el tanque de almacenamiento.

Estrategia de control: Cedulado, define cuando las cargas pueden ser o no operadas, dependiendo de la hora del día.

Moviendo el Set-Point, redefine el set point (nivel medio en el tanque) de la carga en sus indicaciones de nivel, esto es, que mientras se tenga el tanque a un nivel por arriba del medio solo una carga podrá operar, si la demanda de agua es mayor y el nivel baja por debajo de la mitad, entonces se pueden accionar las dos bombas dependiendo de la hora del día (en horario de pico no se podrán actuar las dos bombas a la vez).

Nombre de gráfica: 07 BAJA PRESION.

GRAFICAS 7-9. HORNOS.

12.- Hornos de pintura.- Estos se energizan antes de iniciar el primer turno (6:00 hrs.), con el propósito de que estén a punto en el momento de arranque de la planta. Su funcionamiento es controlado por termostatos y temporizadores electrónicos.

Se pretende aumentar un poco más la temperatura (sin afectar la calidad del producto) para que se tenga más tiempo sin energizar debido a la inercia térmica, esto con el fin de recorrer la demanda cuando sea necesario por periodos de tiempo muy cortos.

Tipo de carga: Controlable - Térmica, interviene directamente en el proceso.

Dimensión de la carga: 500 + 500 = 1000 KW

Acción de control: Modificar el control de temperatura y temporización para que se tenga menos tiempo el producto dentro del horno.

Impacto en la curva: Corrimiento en la demanda e incremento en la energía.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Hora del Día, que define el inicio o terminación de los ciclos de operación de la carga.

Moviendo el Set Point, modifica el control de temperatura para que sea mayor.

Estrategia de control: Cedulado, que establece el horario de activación de las dos estrategias siguientes.

Limitando el ciclo de trabajo, aumenta el porcentaje de tiempo en que las cargas están activas, para disminuir la frecuencia de encendidos/apagados.

Moviendo el set point, ya que se cuenta con una inercia térmica en el horno, se aprovechará al incrementar la temperatura en los hornos modificando el set point del control de temperatura.

Nombre de gráfica: 08 HORNOS.

GRAFICAS 7-10. PINTURA.

13.- Bombas de pinturas.- No se pueden controlar debido a que si llegasen a parar, la pintura se puede coagular y atascarlas, además de que existiera siempre la posibilidad de tapar la tubería.

Tipo de carga: NO Controlable - Servicio, interviene directamente en el proceso.

Dimensión de la carga: 300 + 300 = 600 KW

Acción de control: Ninguna.

Impacto en la curva: Ninguno.

Técnica de control: Ninguna.

Variable de activación: Ninguna.

Nombre de gráfica: 09 PINTURA.

GRAFICAS 7-11. SOLDADURA.

14.- Plantas de soldadura eléctrica.- Estas cargas se mantienen en operación de acuerdo con las necesidades de producción, por lo que no se pueden controlar.

Tipo de carga: NO Controlable - Servicio, parte directa del proceso.

Dimensión de la carga: 1000 KW

Acción de control: Ninguna.

Impacto en la curva: Ninguno.

Técnica de control: Ninguna.

Variable de activación: Ninguna.

Estrategia de control: Ninguna.

Nombre de gráfica: 10 SOLDADURA.

GRAFICAS 7-12. ILUMINACION Y VENTILACION

15.- Iluminación en el interior de la nave, debido a las condiciones de iluminación natural muy variable es poco controlable por depender de las condiciones ambientales.

Tipo de carga: NO Controlable - Servicio, interviene en el proceso.

Dimensión de la carga: 200 + 300 + 300 + 300 + 400 = 1500 KW

Acción de control: Ninguna.

Impacto en la curva: Ninguno.

Técnica de control: Ninguna.

Variable de activación: Ninguna.

Estrategia de control: Ninguna.

Nombre de gráfica: 11 ILUMINACION Y VENTILACION.

16.- Ventiladores y extractores de la nave.- Estos motores se mantienen operando desde el momento en que se comienza la producción hasta que finaliza. Su operación es a intervalos temporizados de paro/arranque.

Se pretende disminuir la parte activa del ciclo de trabajo. Esto se hará únicamente en el horario fuera de las horas de calor (7:00 - 10:00 y de 18:00 - 23:00).

Tipo de carga: Controlable - Ciclo fijo, independiente del proceso, sin embargo puede afectar el confort del Usuario.

Dimensión de la carga: 500 KW

Acción de control: Modificar el ajuste de los temporizadores que energizan las cargas.

Impacto en la curva: Decremento de la demanda y la energía.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Hora del Día, que establece la hora en que estará activa la estrategia de control del set point.

Estrategia de control: Cedulado, permitira que el control de ciclo de trabajo este activo o no, es decir, que lo activará en el horario de poco calor.

Limitando el ciclo de trabajo, que redefine el tiempo máximo en que operará la carga en un intervalo de tiempo específico dado por la estrategia de cedulado, es decir, se reducirá el tiempo de encendido de los motores durante las horas de poco calor y se restablecerá la operación normal durante las horas de calor.

Nombre de gráfica: 11 ILUMINACION Y VENTILACION.

GRAFICAS 7-13. AGUA.

17.- Calentadores de agua.- Este sistema cuenta con un deposito de agua caliente, su operación esta controlada por los termostatos de los calentadores. Su mayor demanda se da al finalizar el turno ya que se emplea el agua caliente para el aseo personal, perdiendose parte del calor en la distribución.

Se pretende que uno de los calentadores permanezca apagado durante las horas de baja demanda de agua caliente y que se active una hora antes del periodo de alta demanda de agua, reduciendo la demanda de energía al incrementar (aumento del consumo de energía) la temperatura, para que permanezcan más tiempo los calentadores apagados en las horas de demanda pico.

Tipo de carga: Controlable - Termica, no interviene en proceso, sin embargo, si no se conecta a tiempo puede afectar el confort del Usuario.

Dimensión de la carga: $150 + 150 = 300 \text{ KW}$

Acción de control: Modificar el termostato para ajustar su encendido/apagado para reducir y recorrer la demanda y la energía, tomando en cuenta que se tienen dos calentadores conectados a un depósito de agua caliente y que solo se usan en mayor demanda durante los horarios de comida, inicio y fin de turno.

Impacto en la curva: Decremento y corrimiento de la demanda y la energía.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Set Point, que establece el ajuste del termostato en los calentadores de acuerdo a la temperatura que se desea. Hora del día, conecta la carga en el horario en que debe darse el servicio.

Estrategia de Control: Moviendo el Set-Point, que redefine el Set-Point de la carga controlada para que se tenga una temperatura un poco mayor y se energice en menos ocasiones (menor demanda) debido al deposito de almacenamiento; con esto se logra correr la carga en el tiempo a los periodos fuera de pico, se incrementará la energía consumida debido a que operará durante más tiempo, pero se demandará menor energía en los momentos de energización de la carga.

Cedulado, que define cuando la carga sera operada, es decir, el horario de activación, este será una hora antes de cada fin de turno y horarios de comida.

Nombre de gráfica: 12 AGUA.

18.- Bombas de agua.- Necesarias para el suministro de agua potable a toda la planta a través de un depósito en altura, que contiene un sistema de control de nivel.

Se pretende modificar la condición de nivel-bajo de dicho control para que la operación de las bombas se realice en los momentos de bajo consumo y demanda.

Tipo de carga: Controlable - Térmica, servicio auxiliar al proceso.

Dimensión de la carga: 50 + 50 = 100 KW

Acción de control: Modificar el horario de operación y modificar el control de nivel, esto es posible porque se tiene un tanque de almacenamiento.

Impacto en la curva: Corrimiento de la demanda y la energía.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Hora del Día, que establece los horarios en que se puede efectuar el llenado del tanque de almacenamiento. Set Point, que se establece por medio del control de nivel.

Estrategia de control: Cedulado, que define la hora del día y el tiempo durante el cual se podrán activar las bombas.

Moviendo el Set-Point, se modificarán los niveles del depósito de agua de modo que las bombas se conecten con mayor frecuencia y su demanda sea menor; en consecuencia el control de nivel se modificará en su nivel bajo (moviendo este punto un poco más hacia arriba), con esto se tendrá menor consumo de energía pero mayor demanda ya que se actuará más veces en un período de tiempo, con este recurso se logra que el nivel de agua este siempre con tendencia al nivel superior para que cuando ocurra un nivel de pico en la demanda y el consumo esta carga se desactive.

Nombre de gráfica: 12 AGUA.

19.- Bomba de agua residual.- Desaloja el agua negra y de desperdicio de un tanque por lo que contiene un control de nivel, es una carga poco controlable ya que su patrón de operación es indefinido.

Tipo de carga: NO Controlable - Servicio, no interviene directamente en el proceso.

Dimensión de la carga: 30 KW

Acción de control: Ninguna.

Impacto en la curva: Ninguno.

Técnica de control: Ninguna.

Variable de activación: Ninguna.

Estrategia de control: Ninguna.

Nombre de gráfica: 12 AGUA.

GRAFICAS 7-14. ILUMINACION EXTERIOR.

20.- Iluminación exterior y en almacén.- El sistema de iluminación exterior es encendido por el personal de vigilancia en la tarde y apagado en la mañana. Permaneciendo en operación durante parte de la tarde, toda la noche y parte de la mañana. La iluminación en el almacén se desconecta en la noche dejando únicamente luz de vigilancia y se energiza en el periodo laborable.

Se pretende que se encienda y apague la iluminación siempre a una hora de manera automática para evitar algún olvido por parte del personal responsable.

Tipo de carga: Controlable - Ciclo fijo, no interviene directamente en el proceso, sin embargo pudiera afectar la eficiencia del mismo sino se maneja adecuadamente.

Dimensión de la carga: 300 + 350 = 650 KW

Acción de control: Hacer mas eficiente el encendido y apagado de la iluminación, reduciendo con ello posibles incrementos en la demanda y energía en las horas de penumbra (amanecer y anochecer).

Impacto en la curva: Decrementar la demanda y energía.

Técnica de control: Local

Variable de activación: Hora del Día, apaga o enciende el alumbrado de acuerdo con la hora del día.

Estrategia de control: Cedulado, que define cuando la carga puede ser o no conectada.

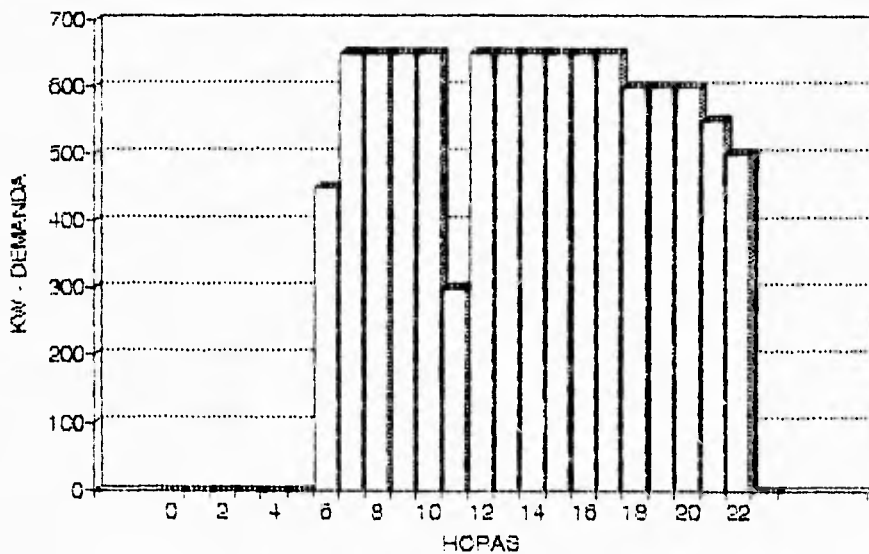
Nombre de gráfica: 13 ILUMINACION EXTERIOR

A continuación se muestran las gráficas antes del control y después de aplicar la correspondiente acción de control en una carga o grupo de cargas de acuerdo a la clasificación de las mismas.

Las gráficas son el resultado de considerar a las cargas correspondientes en sus respectivos centros de carga, además las curvas son las resultantes de la demanda en el transcurso del mes, estas gráficas son el promedio de las curvas de carga diaria; esto se hace porque en el fin de semana no hay producción, sin embargo, se tiene demanda y consumo de energía por las cargas que permanecen en operación durante este periodo, es por eso que se toma en cuenta la curva mensual de demanda que será la que finalmente se facture.

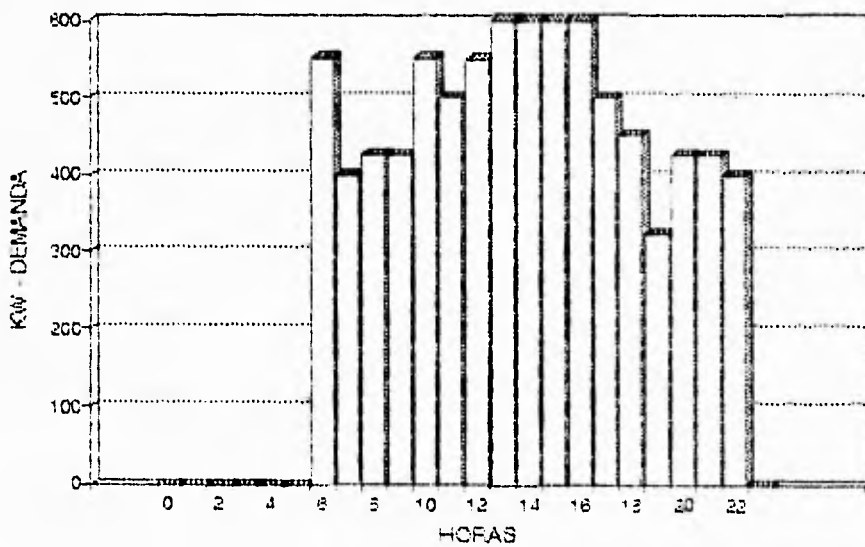
CURVA ANTES DEL CONTROL - CALEFACCION

GRAFICA 7-2A



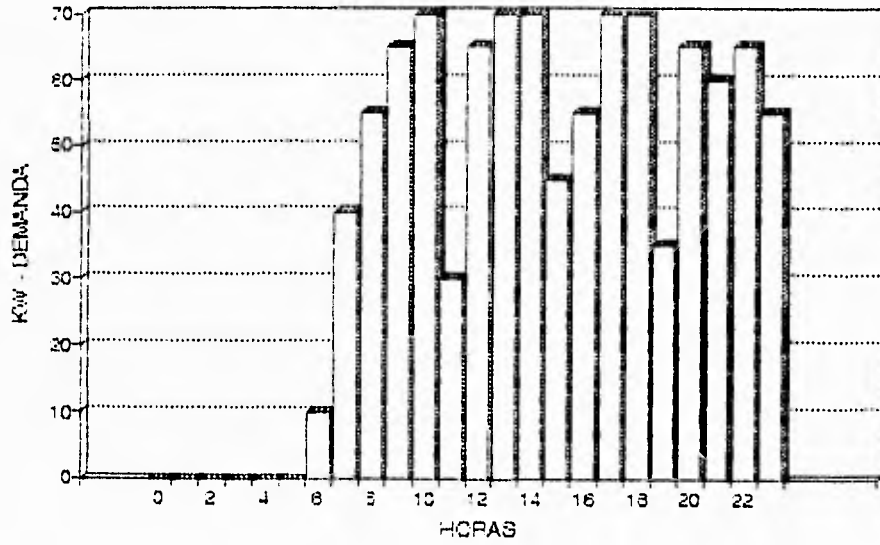
CURVA DESPUES DEL CONTROL - CALEFACCION

GRAFICA 7-2B



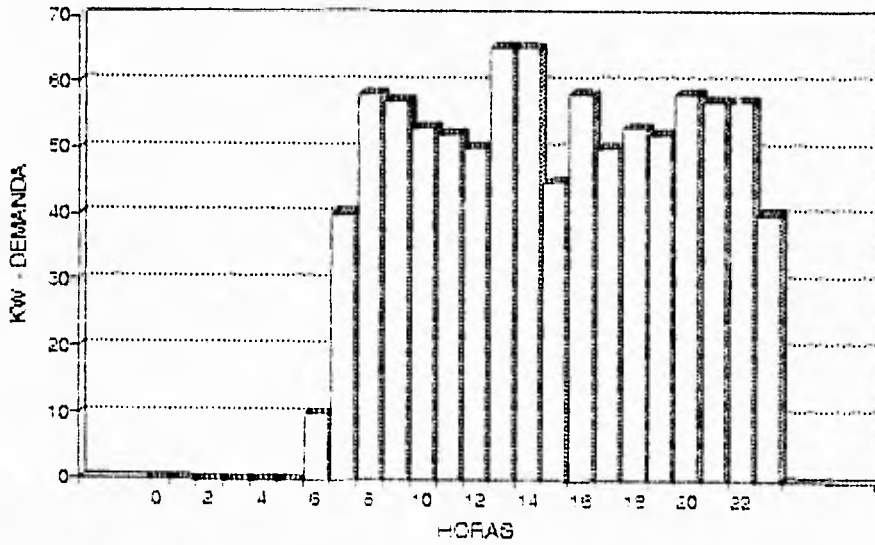
CURVA ANTES DEL CONTROL - EQUIPO OFNA.

GRAFICA 7-2A



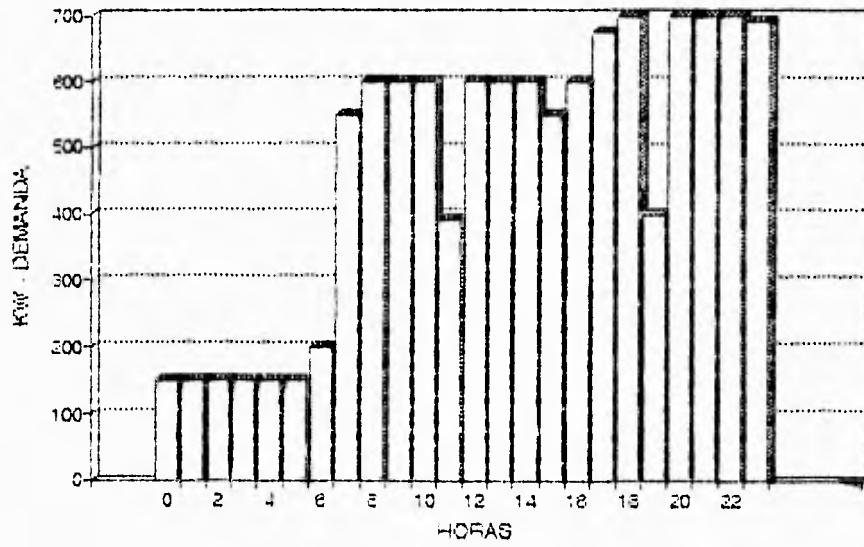
CURVA DESPUES DEL CONTROL - EQUIPO OFNA

GRAFICA 7-2B



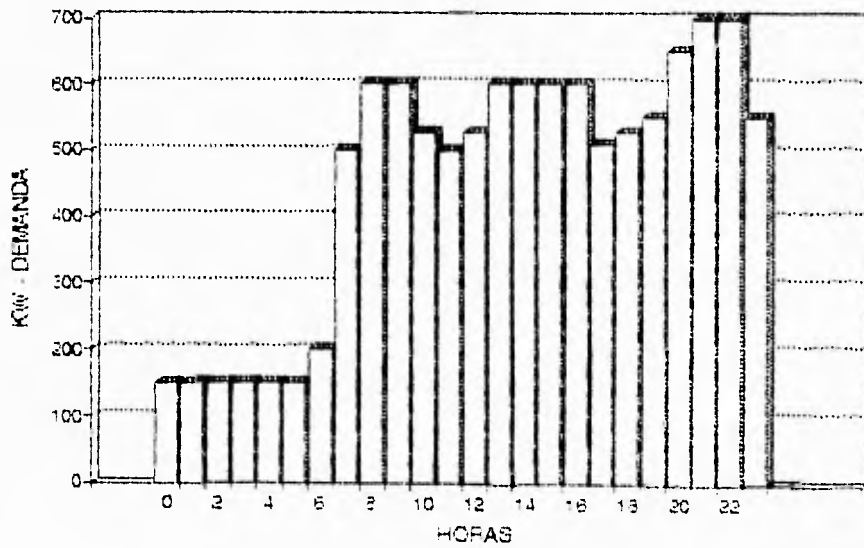
CURVA ANTES DEL CONTROL - ILUMIN. OFNA.

GRAFICA 7-4A



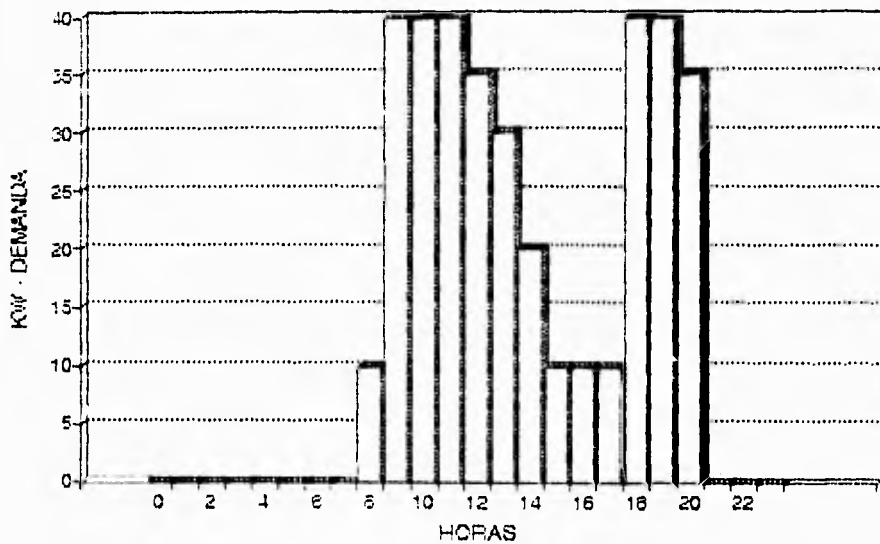
CURVA DESPUES DEL CONTROL - ILUMIN. OFNA

GRAFICA 7-4B



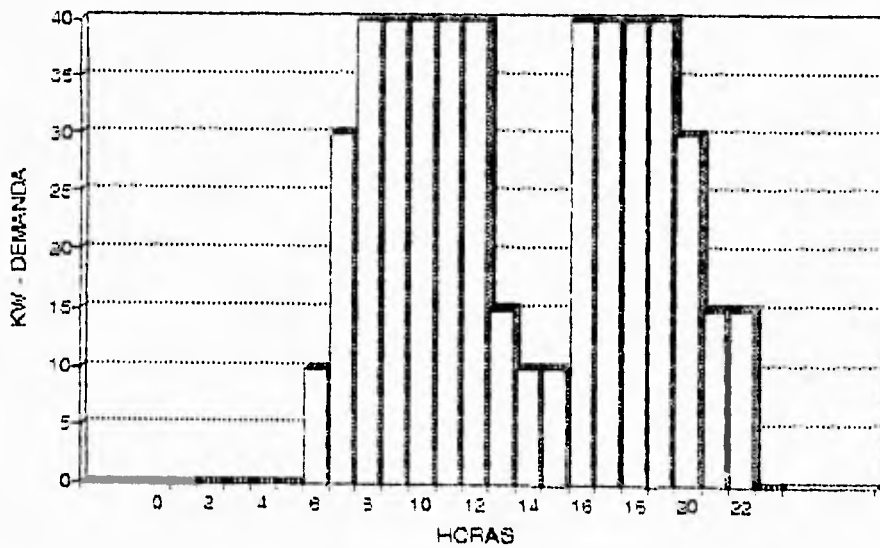
CURVA ANTES DEL CONTROL - COMEDOR

GRAFICA 7-5A



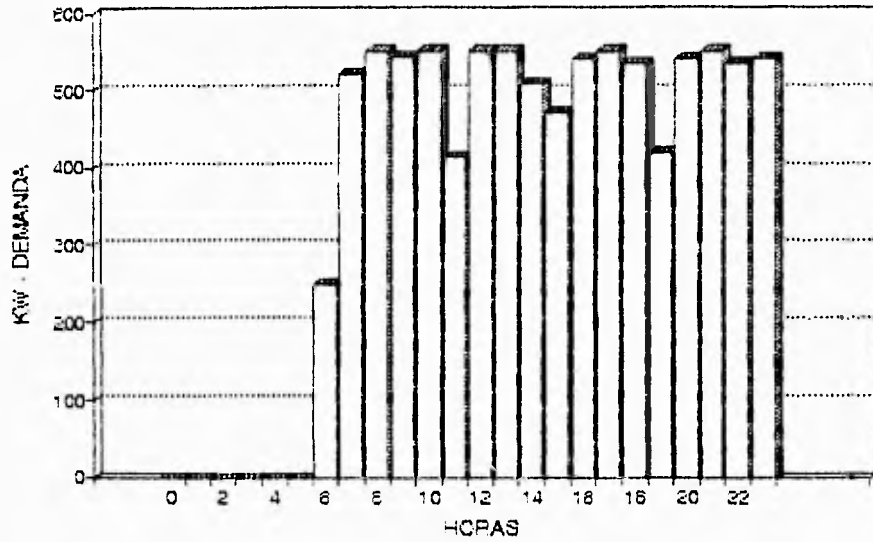
CURVA DESPUES DEL CONTROL - COMEDOR

GRAFICA 7-5B



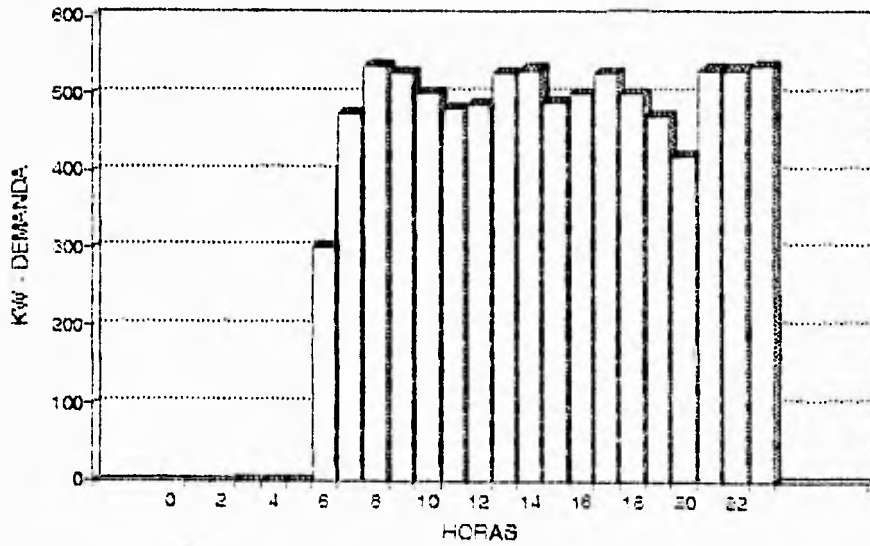
CURVA ANTES DEL CONTROL - TRANSPORTE

GRAFICA 7-6A



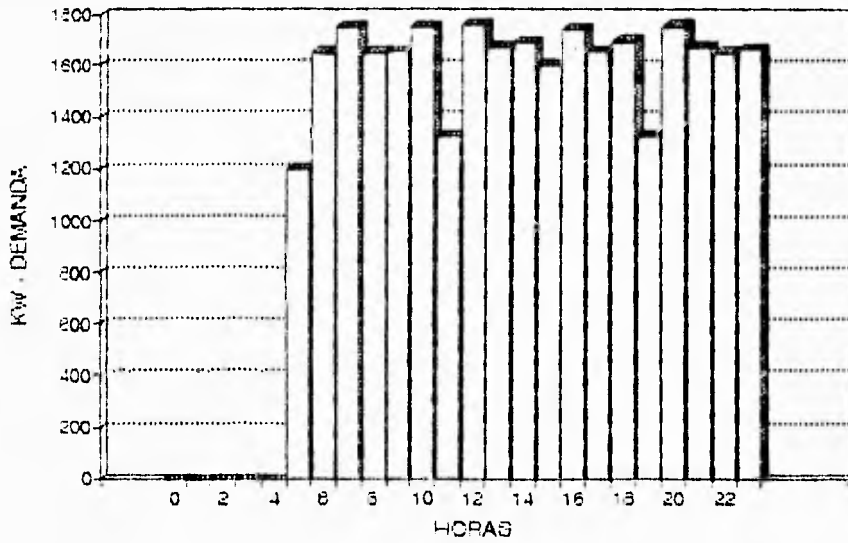
CURVA DESPUES DEL CONTROL - TRANSPORTE

GRAFICA 7-6B



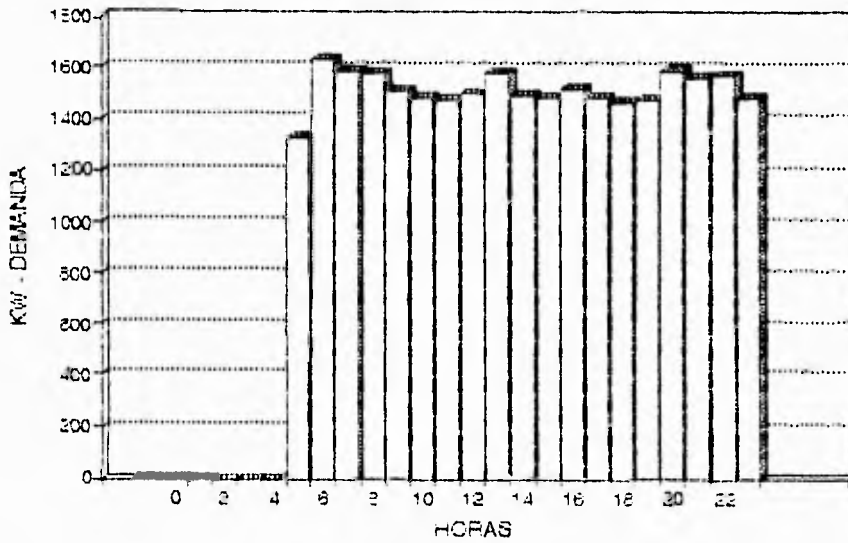
CURVA ANTES DEL CONTROL - ALTA PRESION

GRAFICA 7-7A



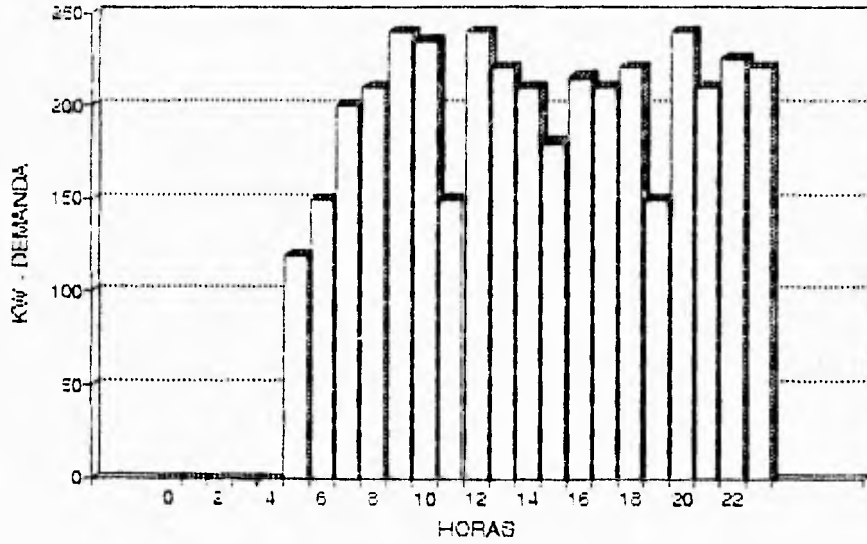
CURVA DESPUES DE CONTROL - ALTA PRESION

GRAFICA 7-7B



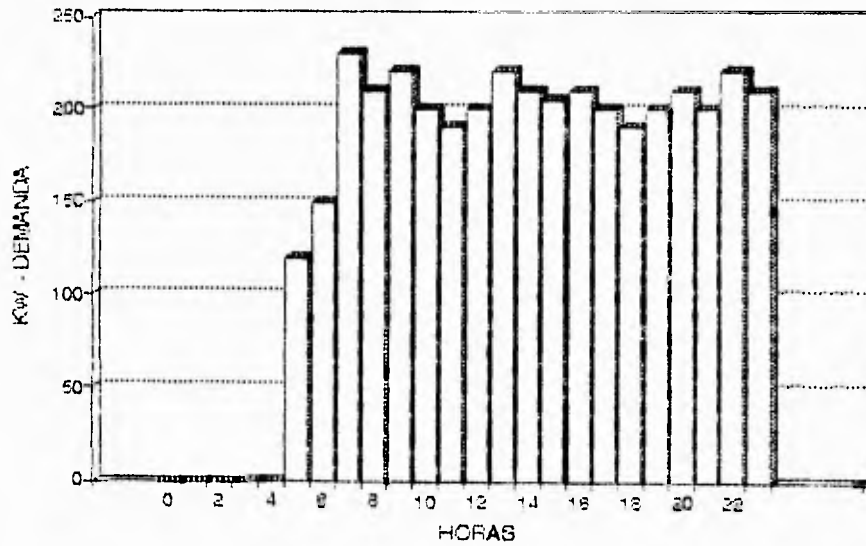
CURVA ANTES DEL CONTROL - BAJA PRESION

GRAFICA 7-8A



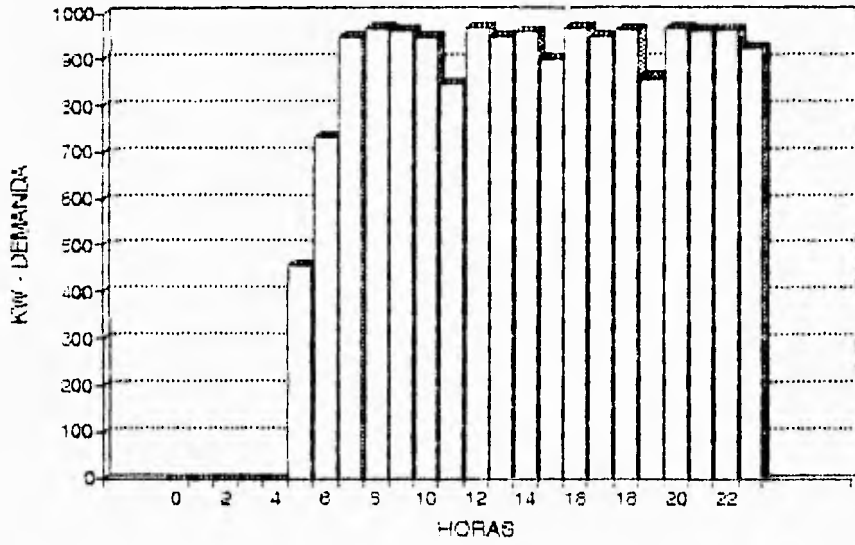
CURVA DESPUES DE CONTROL - BAJA PRESION

GRAFICA 7-8B



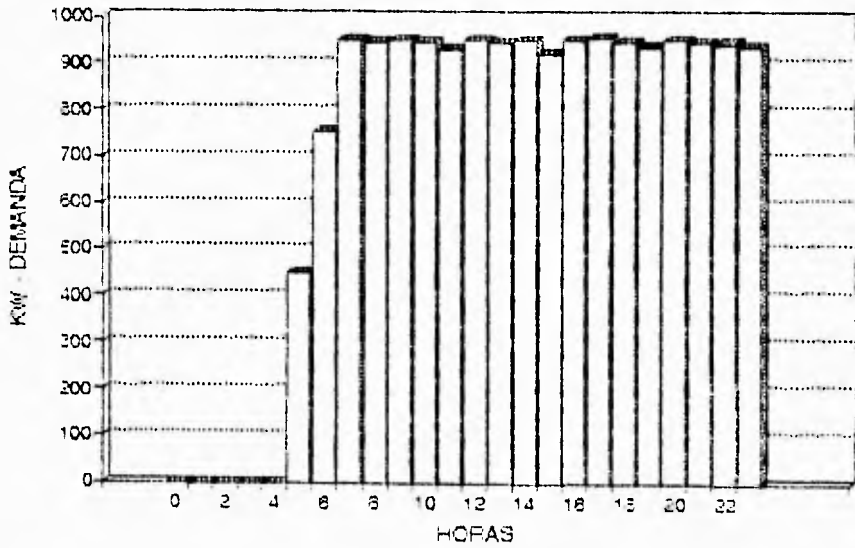
CURVA ANTES DEL CONTROL - HORNOS

GRAFICA 7-9A



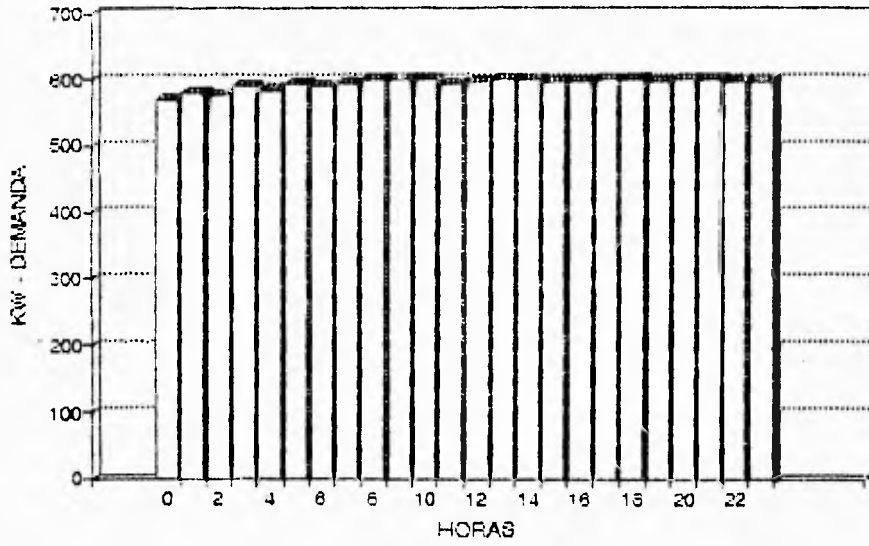
CURVA DESPUES DEL CONTROL - HORNOS

GRAFICA 7-9B



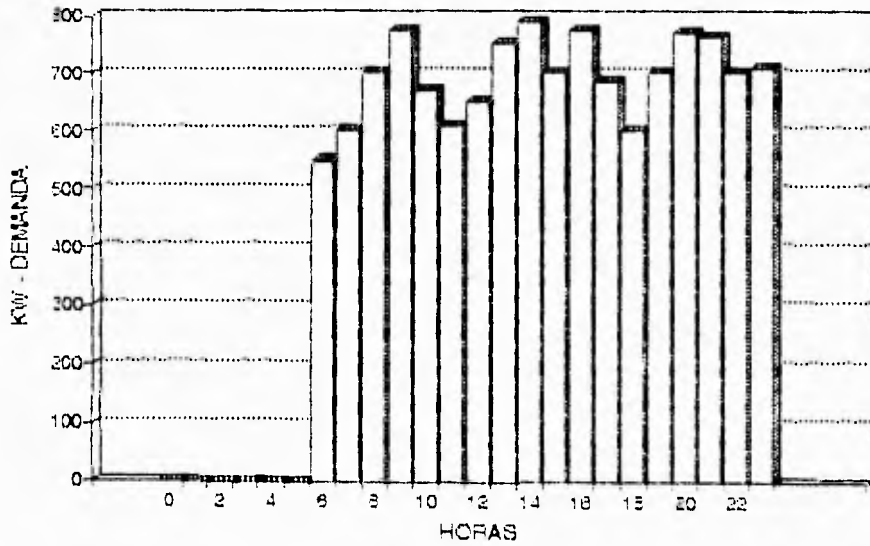
CURVA ANTES Y DESPUES DE CTRL - PINTURA

GRAFICA 7-10



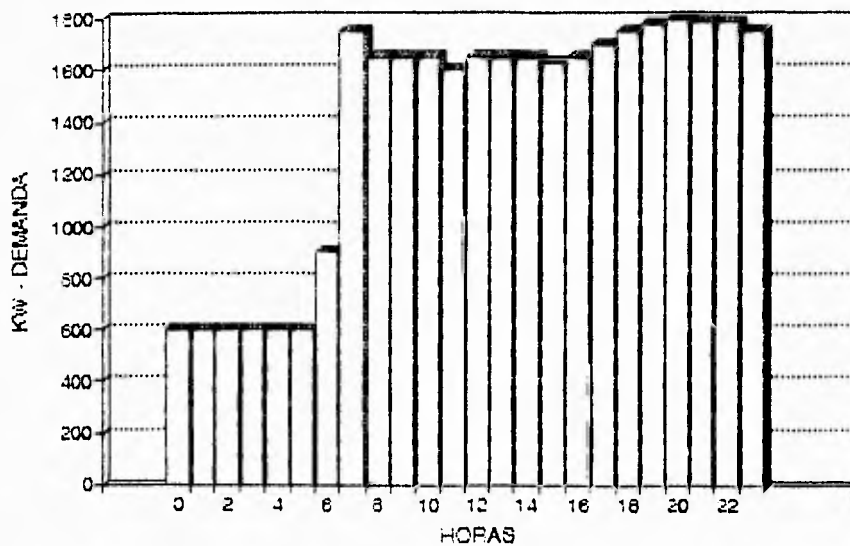
CURVA ANTES Y DESPUES CTRL - SOLDADURA

GRAFICA 7-11



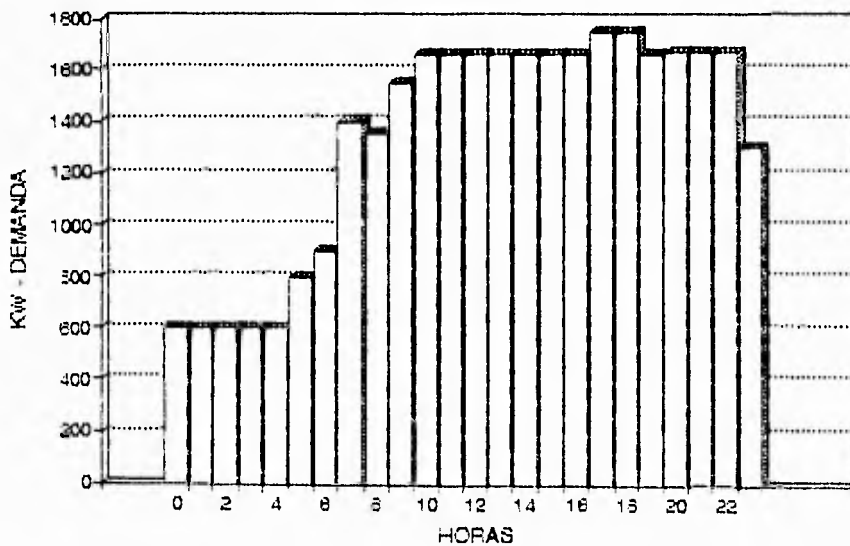
CURVA ANTES DEL CONTROL - ILUM. Y VENT.

GRAFICA 7-12A



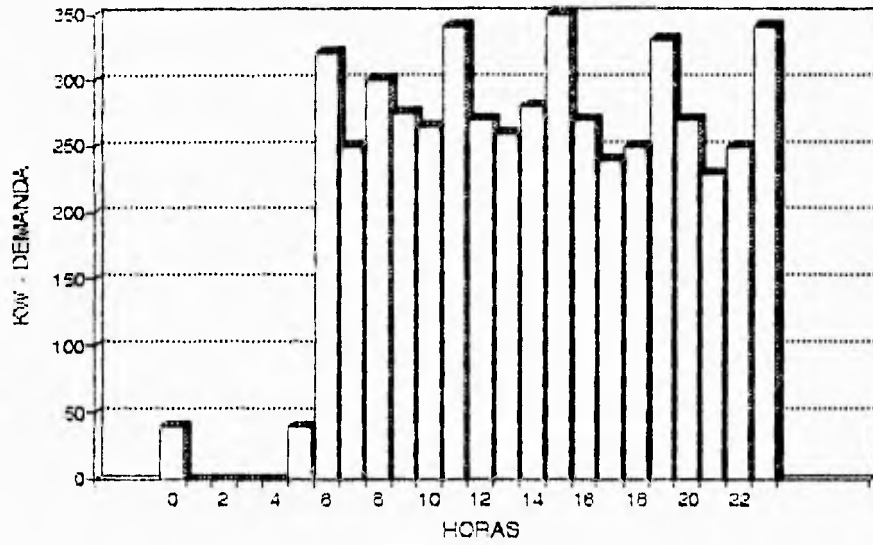
CURVA DESPUES DEL CONTROL - ILUM Y VENT

GRAFICA 7-12B



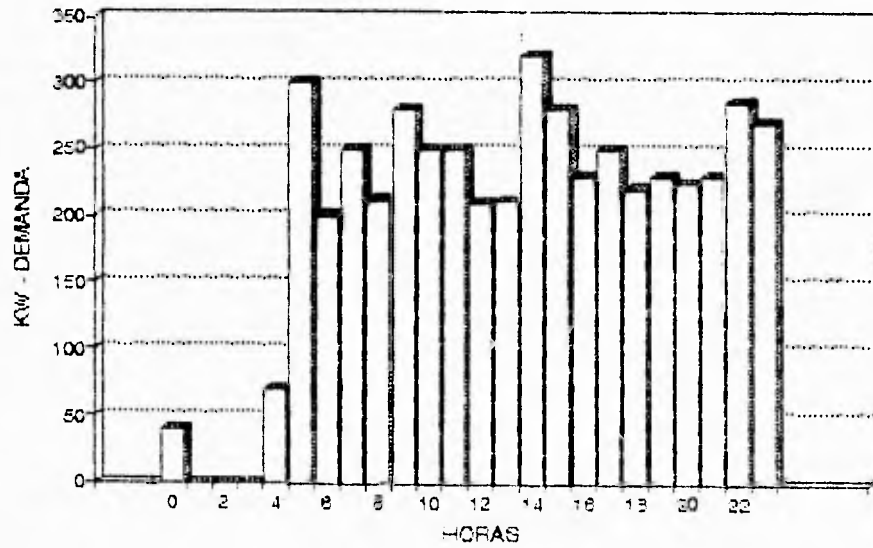
CURVA ANTES DEL CONTROL - AGUA

GRAFICA 7-13A



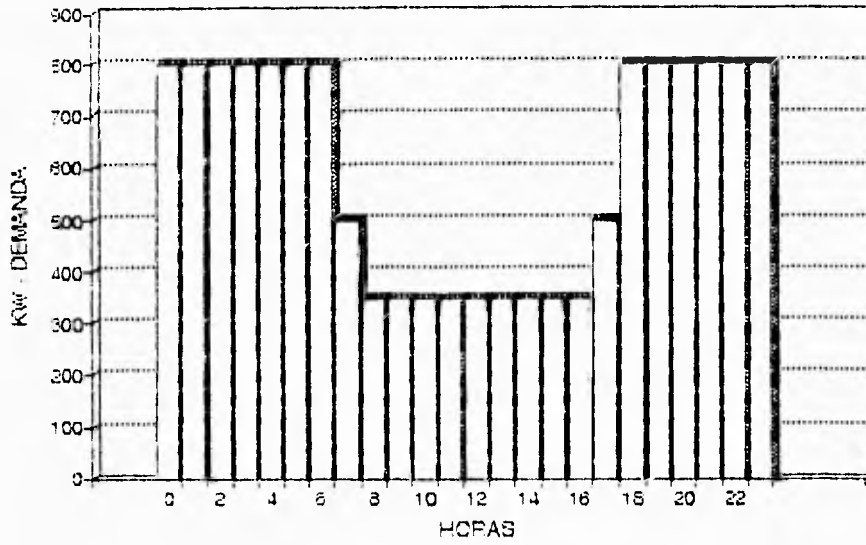
CURVA DESPUES DEL CONTROL - AGUA

GRAFICA 7-13B



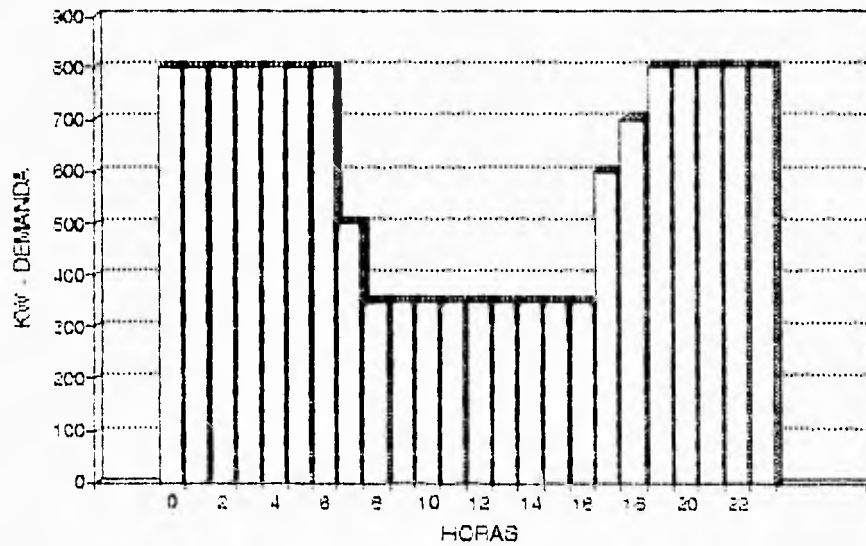
CURVA ANTES DEL CONTROL - ILUMIN. EXT.

GRAFICA 7-14A



CURVA DESPUES DEL CONTROL - ILUMIN EXT

GRAFICA 7-14B



4) Como ultimo paso del proceso, se aplica el procedimiento observando el resultado, si este no es el deseado se volvera a aplicar el paso 3, hasta obtener la mejor respuesta. Siempre teniendo en cuenta el no afectar significativamente el proceso productivo. Con lo que se obtiene la GRAFICA 7-15 que es la curva resultante del proceso al aplicar las correspondientes acciones de control.

7.2.3 ANALISIS DEL PROCESO.

Ahora se analizara el resultado, al comparar la curva de demanda del mes antes del control (GRAFICA 7-1) con la curva de demanda del mes despues del control (GRAFICA 7-15):

1.- Impacto en la curva de carga.

En la curva de carga objetivo se logro un mejoramiento en el Factor de carga de 0.75 antes del control a 0.79 despues de efectuar las acciones de control, para ello se cubrieron los valles con los picos generados logrando además reducir el valor de la demanda máxima (como se observa en las graficas).

Se considero el impacto en la curva de carga observando de que manera el sistema horario de carga se necesita incrementar, disminuir o recorrer para generar la curva de carga requerida.

2.- Magnitud de la capacidad e impacto de la energia.

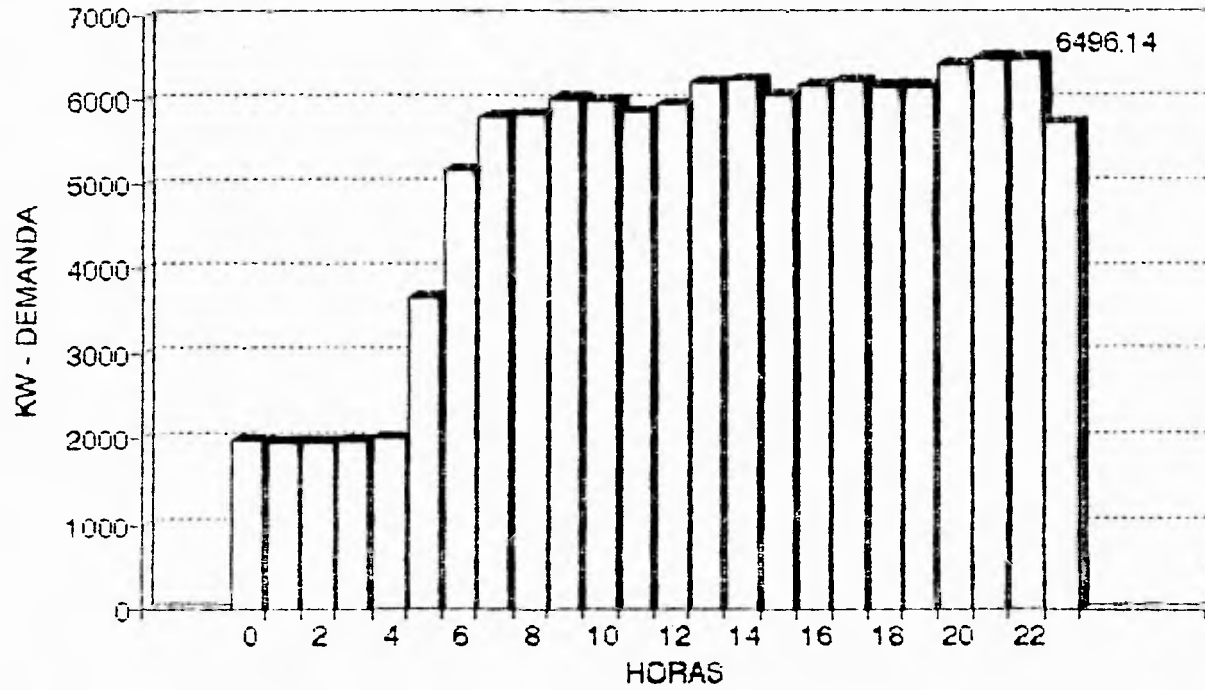
El impacto de la curva de carga solo, no define completamente la curva de carga objetivo. La magnitud del cambio en la capacidad y energia de la carga que el usuario requiere es un componente explicito y esencial de la curva de carga objetivo para determinar las tendencias de cambio en el momento de efectuar la acción de control.

Analizando la curva de carga resultante despues del proceso se tienen las siguientes características:

- a).- Se atenuo el pico de demanda maxima en el horario de punta, ya que no fue posible eliminarlo debido a que al pretender hacerlo se altera significativamente el proceso.
- b).- Se disminuyó la demanda promedio, buscando tener el consumo en su nivel minimo empleando dispositivos de ahorro de energia.

DEMANDA DEL MES DESPUES DEL CONTROL

GRAFICA 7-15



c).- Como producto de la ampliación en el horario de comida se cubrieron los valles en la curva de demanda al escalonar el horario de comida del personal correspondiente lográndose un mejor Factor de carga.

d).- Haciendo un análisis comparativo de la facturación en la demanda y consumo antes y después del control se tiene lo siguiente:

Tomando los cargos de la Tarifa 12 - Horaria del año 1989, en donde el consumo en KWH y la demanda máxima se determinan en base a lo grabado en la cinta magnética de la medición de pulsos durante un mes.

| <u>DEMANDA</u> antes del control | | <u>DEMANDA</u> después del control | |
|-------------------------------------|----------|---------------------------------------|----------|
| Demanda | < KW > | Demanda | < KW > |
| En punta : | 7032.431 | En punta : | 6496.141 |
| En base : | 6602.713 | En base : | 6237.004 |

| <u>CONSUMO</u> antes del control | | <u>CONSUMO</u> después del control | |
|-------------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------|
| Consumo | < KWH > | Consumo | < KWH > |
| En punta : | 998.828.571 | En punta : | 952.307.143 |
| En base : | 2'823.107.143 | En base : | 2'725.872.857 |

Como la demanda en punta es mayor que la demanda en base, se considera la demanda base de facturación (DBF) igual a la demanda en punta (No se aplica la fórmula).

$$\text{Importe por DBF(antes)} = (17.102.23 \text{ \$/KW}) * (7032.431 \text{ KW}) \\ = \$ 120'270.252.40$$

$$\text{Importe por DBF(después)} = (17.102.23 \text{ \$/KW}) * (6496.141 \text{ KW}) \\ = \$ 111'098.497.50$$

$$\text{Importe por Consumo(antes)} = \\ (53.67 \text{ \$/KWH}) * (2'823.107.143 \text{ KWH}) + (96.53 \text{ \$/KWH}) * \\ (998.828.571 \text{ KWH}) = \$ 247'933.082.30$$

Importe por Consumo(después) =
(53.67 \$/KWH) * (2'725.872.857 KWH) + (96.53 \$/KWH) *
(952,307.143 KWH) = \$ 238'223.804.70

Importe total(antes) = \$ 368'203.334.70

Importe total(después) = \$ 349'322.302.20

Ahorro en un mes:

!!! \$ 18'881,032.50 !!!

En el caso del ejemplo, se tienen cargas con magnitudes significativas, sin embargo, dada la naturaleza de su aplicación son parte de las cargas que contribuyen al impacto en la curva de carga sin llegar a tener importancia específica en el aspecto energía. Se pretende que las acciones de control atenuen los cambios pronunciados de demanda y consumo.

3.- Costos-por-unidad de capacidad e impacto de energía.

En nuestro caso se emplean únicamente estrategias de control local que representan la alternativa de menor costo inicial para el Suministrador por la participación de compra del Usuario, instalación y operación de sus equipos que en este caso ya están dispuestos en su mayoría, es decir, cuentan con el medidor de demanda máxima y en el momento que lo requieran se proporciona la señal de sincronía con el Suministrador para aplicar el equipo controlador que se seleccione.

4.- Flexibilidad y adaptabilidad.

La necesidad de una estrategia de control flexible y adaptable será importante bajo dos circunstancias:

- (a) Áreas de servicio con curvas de carga objetivo variables en diferentes épocas del año; en el ejemplo no es necesaria esta consideración, puesto que las épocas del año no varían tan drásticamente como en otras regiones del país (cambios en las condiciones climatológicas invierno - verano).
- (b) Áreas de servicio donde las curvas de carga objetivo, se espera que cambien en años futuros. Bajo esta circunstancia, es continua la dificultad para determinar que curva de carga objetivo se usará; por lo que es recomendable generar un rango de curvas objetivo que sean compatibles con lo que se pretende.

5.- Tiempo de implementación.

Otro criterio que se usa para analizar las estrategias de control de carga potenciales, es el tiempo que se requiere para su implementación.

Las estrategias de control local son típicamente las únicas compatibles con los períodos de implementación de cuatro años o menos. Estas estrategias tienen menos requerimientos de hardware, instalación y operación que los servicios con otras técnicas de control.

En el ejemplo se cuenta con la instalación y el equipo solo falta aplicarlo de manera adecuada.

De acuerdo con los costos de los equipos mostrados en el Capítulo 5 y considerando el ahorro por demanda y consumo el equipo a emplear se puede amortizar a corto plazo.

7.2.4 SELECCION DEL CONTROLADOR DE DEMANDA.

Solo resta seleccionar el controlador que se adapte a las condiciones de manejo de cargas de acuerdo con las técnicas y estrategias de control empleadas.

Analizando las características de los equipos descritos en el Capítulo 5, se ha llegado a la determinación de emplear el Modelo 6 en la versión MOD - 6/3. El cual cumple con las condiciones de manejo de carga requeridas para las estrategias y técnicas de control planteadas anteriormente.

En este ejemplo se emplearon los centros de carga para la conexión de los relevadores de control que sirven como enlace entre el controlador y las cargas.

Las entradas de medición son aisladas ópticamente del monitor lógico. Las salidas están provistas de relevadores que manejan: la señal de demanda máxima excedida, alcance inminente del nivel de demanda, carga disponible/reducción de carga.

Después de hecha la selección del controlador, solo resta hacer las modificaciones pertinentes a la instalación del Usuario, previendo el no hacer grandes cambios para no incrementar la inversión, es decir, solo adaptar el equipo al sistema original.

CONCLUSIONES GENERALES

Finalmente se presenta una serie de conclusiones y observaciones que se considera importante mencionar para culminar con este estudio.

En un contexto de corto plazo y en la medida en que el sector satisface los requerimientos planteados por el resto de la economía, se corre el riesgo de llegar a conclusiones que minimizan la problemática del sector. Lo fundamental es plantear también el análisis con una perspectiva de largo plazo que permita apreciar verdaderamente una problemática cuyas consecuencias en sus vertientes estructurales no se manifiestan totalmente en esta etapa de crisis.

En la actualidad se cuenta con un Sector Energetico que mantiene bases suficientes para ser proyectado al futuro, apoyando la estrategia de modernización que se pretende en el Programa Nacional de Ahorro y Uso Eficiente de Energia, aun cuando se restringieron las inversiones en exploración y desarrollo de campos petroleros, en capacidad de refinación y almacenamiento, así como en instalaciones de generación, transmisión y distribución de electricidad, y en el mantenimiento del conjunto de estas instalaciones.

Analizando el contexto a corto plazo se esta planteando la necesidad de establecer en el área electrica el uso racionado de la energia con la implementacion de tarifas "marginalistas" que motiven al Usuario a tener un consumo y demanda eficiente. Para ello se requiere llevar adelante cambios de habitos y procesos de racionalizacion que permitan romper inercias que solo responden ha costumbres improductivas y alcanzar en consecuencia esquemas de trabajo más productivos.

Se observa un rezago en el crecimiento de la oferta energética con respecto al comportamiento de la demanda y las expectativas inmediatas de reactivación económica interna: la productividad significa, una mayor oportunidad de mantener el abasto de energía en la cantidad y calidad requeridas, a través de gastos de mantenimiento, recuperación y modernización de los equipos, maquinarias y sistemas de generación, suministro y consumo existentes. En otros términos, buscar ampliar la disponibilidad de energía (ahorrando energía y manejando carga para liberar capacidad instalada), y no sólo el incremento (vía expansión) de la capacidad instalada.

La Compañía suministradora debe contar con una capacidad instalada que garantice el servicio de energía constante al Usuario, absorbiendo los picos de demanda con plantas generadoras en las que el costo por KWH generado es elevado y el costo de inversión inicial es bajo (operando con un factor de planta bajo), y la demanda base se cubra con plantas generadoras que tienen un costo por KWH generado bajo y un costo de inversión inicial alto (operadas con un factor de planta elevado). Esto hace que los costos de operación se incrementen significativamente en las horas pico y en las de base disminuyan.

Por lo tanto, si la curva de demanda en un día es tal que presenta un bajo factor de carga, provocará que el sistema de suministro y consumo trabaje ineficientemente repercutiendo en los costos, ya que gran parte de la capacidad instalada estará desperdiciada la mayor parte del tiempo.

Esto explica que el Suministrador en algunas tarifas (normalmente dirigidas a los grandes Consumidores), apliquen cargos más elevados por la energía consumida en periodos de demanda pico con el fin de desalentar el consumo en dichos periodos. Teniendo en cuenta que las medidas que se tomen para cumplir con estas políticas energéticas no deben afectar la capacidad de producción de bienes y servicios del sector industrial, sino que debe motivar a este sector para que modifique los procesos de producción de tal manera que los sistemas de suministro y consumo operen de modo más eficiente y en consecuencia los costos del servicio de energía eléctrica disminuyan.

Además, es importante establecer perfectamente la diferencia entre lo que es "ahorrar energía" y lo que es "el uso eficiente de la energía", en primer término se tienen sistemas que ahorran la energía cuya característica principal es desconectar/conectar la carga de acuerdo en el parámetro de accionamiento del dispositivo de control sin interactuar con el resultado del proceso productivo por lo que lo afecta

significativamente, en tanto que el uso eficiente no necesariamente ahorra energía sino que controla la conexión y desconexión de la carga de acuerdo con un patrón de carga en los momentos adecuados y por el tiempo necesario obteniéndose un ahorro económico que se ve reflejado en los cargos de la facturación por parte del Suministrador.

Ahora analizando la perspectiva de largo plazo, se debe enfocar el aspecto diversificación de las fuentes primarias de energía, porque es importante tener en cuenta que la principal fuente de energía a la fecha ha sido el petróleo, que es un recurso no renovable. En México se debe tener una mayor visión a futuro poniendo en marcha programas de racionalización y almacenamiento de las reservas para las primeras décadas del siglo XXI, ya que se comprueba un mayor crecimiento en la demanda de energía que en la capacidad instalada. Se podría seguramente haber desarrollado un sistema eléctrico convenientemente diversificado, que hiciera uso de los recursos disponibles en la medida mas adecuada para el país, pero en este respecto se debe reconocer que por lo general se ha hecho lo que se puede, no lo que se quiere y mucho menos lo que se debe.

Volviendo al tema del uso eficiente de la energía, se tiene que, motivado por la aplicación de nuevas tarifas el mercado de los dispositivos que ahorran y sirven de herramienta para el uso eficiente de la energía ha crecido, sin embargo, aún la información general de estos no es del conocimiento de los potenciales Usuarios.

El propósito primario de los dispositivos manejadores de energía entre los que se encuentran los Controladores de Demanda, es minimizar la cuenta del servicio eléctrico de tal manera que con ese ahorro se amortice su costo de inversión inicial a corto plazo. Para hacer una adecuada selección y aplicación de los Controladores de Demanda, es necesario tener perfecto conocimiento de la estructura de las diferentes tarifas y contratos que ofrece el Suministrador a los Consumidores, dependiendo de las condiciones de su carga. En materia de control de carga tener el conocimiento de que técnicas y estrategias de control se tienen para poder determinar a que Usuarios resulta factible la aplicación de estos sistemas, teniendo muy especial interés en no afectar significativamente el proceso productivo del Usuario; así mismo, saber que características tiene un Controlador de demanda de energía eléctrica y como ha evolucionado el sistema de medición para adaptarse a las necesidades de acuerdo con las tarifas que se han ido innovando. Lo último en la moda de medición es la "ventana rotada", en la que el sistema de medición determina con mayor precisión los picos de demanda presentes en la curva de demanda del Consumidor.

La mayoría de la actividad en el manejo de cargas para reducir el pico de Demanda del sistema tiene su enfoque histórico en controlar acondicionadores de aire, calentadores de agua y otras cargas térmicas, cuyas características son las más compatibles con las técnicas y estrategias de control.

Las Compañías que se encargan de comercializar estos equipos encontrarán en México un campo propicio ya que se está iniciando el cambio en las tarifas y por ello la posibilidad de uso de dichos equipos. Para ello, se realiza un estudio de factibilidad que indicara la posibilidad de aplicar este equipo, el costo de aplicarlo y la amortización a corto, mediano o largo plazo. Aunque en la investigación realizada se encontró que en muchos de los casos no se tiene conocimiento de como se realiza la facturación por parte del Suministrador mucho menos se tiene información de las posibles aplicaciones de sistemas manejadores de energía. Por lo que sería sano establecer un sistema de orientación por parte del Suministrador con el fin de poner en el conocimiento de los Consumidores la existencia de dichos equipos y su potencial para que los impactos en su curva de carga sean los proyectados.

En este trabajo se realizó un ejemplo académico de aplicación del Controlador de Demanda en donde se establece que para poder aplicarlo adecuadamente es necesario realizar un estudio de factibilidad teniendo en cuenta los siguientes pasos: En primer término, se plantearon las características de carga que se tienen en el proceso a modificar (curva de carga actual) y después que curva de carga se pretende (curva de carga objetivo) con el conocimiento previo de que estrategias, técnicas y acciones de control se llevarán a cabo teniendo atención especial en no afectar el proceso productivo. En segundo término se establecieron las características de instalación, es decir, de acuerdo con las condiciones actuales en la instalación que tanto se modificó esta, dato que es importante en la suma de los costos de inversión inicial. Finalmente después de realizar el estudio, se seleccionó el Controlador de demanda con las características de aplicación requeridas en el campo, y después de aplicarlo se analizaron los resultados, realizando un cuadro comparativo en las curvas de carga antes y después de la aplicación para determinar la afección en la eficiencia del uso y demanda de la energía, teniéndose un ahorro económico tal que puede amortizar el costo de inversión inicial a corto plazo, por lo que si es factible la aplicación de este dispositivo en dicho caso.

Es de notar que en el ejemplo puramente academico se pretendio la mayor aplicacion de las tecnicas, estrategias y ademas diversificar las variables de activacion que son las que nos dan la informacion de como estan las cargas dentro del sistema y que impacto tendra su control en la curva de carga. Al final del ejemplo se hizo un estimativo economico del ahorro que se logra con la aplicacion del Controlador, teniendo muy presente que el Usuario al que se le aplico dicho estudio estuvo de acuerdo en modificar ciertas condiciones de su proceso.

Por ultimo, la tecnica aplicada en Mexico es la de control local, ya que el Suministrador no actua en el control de la demanda directamente, lo hacen de manera indirecta al presionar al Consumidor con la disposicion de las tarifas horarias. El proyecto debera tener un tiempo de implementacion lo mas corto posible y adaptarse a la instalacion que ya se tiene para que no se eleve demasiado la inversion inicial, y se pretendera que las modificaciones en el futuro sean las menos posibles o ninguna.

Cabe mencionar que la aplicacion de la estrategia de control se da en funcion de los resultados que se tienen en el estudio de factibilidad donde se toman muy en cuenta los siguientes puntos:

*** Impacto en la curva de carga, donde el factor de carga debera tender a ser igual a la unidad.

*** Magnitud de la capacidad e impacto de energia, donde se estableceran las acciones de control de acuerdo con la demanda y consumo en el momento de tomar accion y teniendo en cuenta la dimension de las cargas que seran controladas, sin afectar el proceso productivo de manera significativa.

*** Costos por unidad de impacto en la demanda y la energia, esto dependera de la tecnica que se emplee, en Mexico solo se emplea la tecnica de control local, por lo que representa la alternativa de menor costo para el Suministrador y como consecuencia la mayor para el Consumidor ya que es este el que tendra que invertir en el equipo para controlar la carga y en las modificaciones que se pretendan en la planta productiva.

*** Flexibilidad y adaptabilidad, para estos conceptos se tiene que pensar a futuro, ya que se espera que las curvas de carga objetivo cambien, ademas se debera tener en cuenta la condicion de la temporada del año (época de calores y frios) que son diferentes dependiendo de la region del pais. Por lo tanto, las estrategias deberan adaptarse sin grandes cambios en el hardware del sistema, solo se pretendera modificar el software del mismo.

*** Tiempo de implementación, este punto es importante debido a que esta en constante evolución el sistema de tarifas y por lo tanto el Suministrador de esta manera motiva la implementación de control local que es relativamente corto en su tiempo de puesta en marcha.

*** Finalmente se tiene una filosofía de servicio al Consumidor, donde el Suministrador tendrá en cuenta que es el Usuario el que esta realizando las inversiones para modificar sus curvas de carga, y por lo tanto no será sano que cambie las tarifas constantemente.

A P E N D I C E

CONCEPTOS Y DEFINICIONES - SISTEMAS DE CONTROL Y AHORRO DE ENERGIA

- 1) **CAPACIDAD INSTALADA.**- Es la suma del potencial instalado para efectuar un trabajo, medido en unidades de potencia, obtenidas en los datos de placa de los generadores.
- 2) **CAPACIDAD EN OPERACION.**- Es la suma de las potencias registradas en las centrales generadoras que se encuentran operando en un momento dado, y cuya unidad de medida es el KiloWatt (KW).
- 3) **CAPACIDAD PARA TIRAR CARGA.**- Es la máxima carga desconectada expresada en KVA o KW, que un sistema manejador de carga puede desconectar o "tirar" bajo condiciones específicas.
- 4) **CARGA.**- Es la cantidad de potencia eléctrica entregada o requerida en uno o mas puntos de un sistema. Cargas originadas principalmente en el equipo de consumo del Usuario.
- 5) **CARGA BASE.**- Carga mínima normal de un sistema; es la carga que opera generalmente 24 hrs. al día.
- 6) **CARGA CONECTADA.**- Es la suma de las capacidades o índices de consumo de potencia eléctrica de aparatos conectados a un sistema suministrador bajo consideración.
- 7) **CARGA CONTROLABLE.**- Cargas a las que se les puede regular la energía que usan, en respuesta a los requerimientos de manejo de energía.
- 8) **CARGA INTERRUMPIBLE (Utilización de potencia eléctrica).**-
 - i) (Comercial e industrial). Son aquellas cargas que por contrato se pueden interrumpir en el momento de deficiencia de capacidad en el sistema del Suministrador.

ii) (Manejo de carga). Son aquellas cargas que de acuerdo con el usuario se pueden interrumpir en el momento de deficiencia de capacidad en el sistema suministrador, de transmisión o distribución para mejorar el factor de carga del sistema, reducir el pico de demanda y/o modificar adecuadamente la forma de la curva de carga vs. tiempo.

9) **CARGOS.**- Costos cobrados por el Suministrador al Consumidor por concepto del servicio eléctrico prestado.

9a) **CARGOS POR AJUSTE DEL FACTOR DE POTENCIA.**- Cantidad a ser pagada periódicamente por el Consumidor, que se refiere al peor caso de factor de potencia de un periodo especificado.

9b) **CARGOS POR AJUSTE DE SUMINISTRO.**- Cantidad pagada periódicamente por un usuario que se relaciona directamente al costo de suministro que deberá pagar durante el periodo.

9c) **CARGOS DE CONEXION.**- Cantidad a ser pagada por el Usuario, en un pago único o en partes por concepto de conexión y suministro.

9d) **CARGOS POR DEMANDA.**- Es la parte de los cargos por el servicio eléctrico, en base a la capacidad eléctrica consumida (kW o KVA) de acuerdo a la tarifa contratada.

9e) **CARGOS POR DEMANDA PICO.**- Cargo de demanda mensural basado en el pico de demanda del mes en curso o basado en el pico de demanda de un periodo breve.

9f) **CARGOS POR ENERGIA.**- Es la parte de los cargos por el servicio eléctrico, en base a la energía eléctrica (KWh) consumida o contratada.

9g) **CARGOS POR SERVICIO.**- Cantidad pagada por el Consumidor en un pago único o periódicamente como reembolso por los servicios prestados. El cargo cubre instalación, operación y mantenimiento como costos fijos.

9h) **CARGOS POR USO.**- Cantidad a ser pagada periódicamente por el Usuario por concepto de servicio eléctrico, en base a los costos fijos por medición, lectura, recibo, factu, exceptuando retardo o consumo de energía.

10) **CICLANDO EL SERVICIO (DUTY CYCLING).**- Es el proceso de ir apagando el equipo eléctrico por periodos de tiempo predeterminados durante las horas de operación del fin de reducir el consumo y la demanda.

11) **CONSTANTE DE DEMANDA.**- Es el valor de la cantidad máxima por cada pulso eléctrico dividido entre el intervalo de demanda, expresado en Amperios, Voltios u otras unidades.

12) **CONSTANTE DE PULSO.**- Es un valor específico, en kWh por pulso determinado para cada equipo de medición en particular.

13) **CONSUMO.**- Cantidad de energía usada. El consumo eléctrico se mide normalmente en kilowatt por hora (kWh).

14) **CONTROL DE DEMANDA ESTIMATIVO O PREDICTIVO.**- Es un algoritmo de control de demanda, donde la demanda se calcula en base al antecedente de un intervalo de demanda, índice de incremento de uso (pendiente) y el tiempo que se mantiene (el índice de incremento en dicho intervalo. La técnica de control predictivo requiere pulsos del kilowatt/horímetro y señales de intervalo de demanda para sincronización.

15) **CONTROL DE LA CURVA DE DEMANDA IDEAL.**- Es un algoritmo de control de demanda que emplea las señales kWh e intervalo de demanda proporcionadas por el equipo de medición. En el sistema se almacena un patrón ideal de uso de energía como un **offset** inicial y un índice de pulso. El sistema opera comparando los pulsos totales correspondientes a los kWh recibidos del sistema y los generados por el sistema para un valor predeterminado.

16) **CONTROL DE DEMANDA INSTANTANEA.**- Es un algoritmo de control de demanda que usa una señal proporcional a la demanda instantánea. Esta señal se compara contra los límites de demanda. Cuando la demanda instantánea excede el límite de control superior o es menor que el límite de control inferior, se lleva acabo la acción de control.

17) **CONTROLADOR DE CARGA.**- Es un dispositivo o sistema del Usuario que monitorea la energía eléctrica y/o la demanda, regulándolas.

18) **CONTROLADOR DE DEMANDA.**- Es un dispositivo o sistema que monitorea la demanda de potencia eléctrica ejerciendo un control sobre esta cuando alcanza una demanda máxima preestablecida.

19) **COSTO DE ACUERDO A LA TEMPORADA.**- Costo del servicio durante las temporadas del año, basado en costos de suministro del servicio normalmente durante el verano y el invierno (temporadas de calor y frío respectivamente).

20) **COSTO DE PENALIZACION.**- Es el costo por el servicio extra (de acuerdo al contrato) que el Usuario solicita, es decir, el costo adicional por servir ese exceso de energía eléctrica.

21) **COSTO EN TEMPORADA DE PICO.**- Es el precio del servicio eléctrico que refleja los diferentes costos para servicios de temporada de pico.

FALLA DE ORIGEN

22) **CURVA DE CARGA.**- Es una curva que muestra la potencia administrada (kW), graficada contra el tiempo en que ocurre. Se ilustra la variación de la magnitud de la carga durante ese periodo.

23) **DEMANDA.**- La demanda de una instalación eléctrica es la carga en las terminales receptoras, tomada en un tiempo medio en un intervalo determinado.

23a) **DEMANDA ANUAL MAXIMA.**- CARGA PICO ANUAL. De todas las cargas consideradas es la mayor. Ocurre durante un intervalo de demanda preestablecido en un año.

23b) **DEMANDA COINCIDENTE.**- Es la suma de dos o más demandas que ocurren en el mismo intervalo de demanda.

23c) **DEMANDA CONTRATADA.**- Es la demanda convenida entre el Suministrador y el Consumidor, que sirve como base para facturar el consumo de este último.

23d) **DEMANDA INSTANTANEA PICO.**- Es la máxima demanda en el instante de mayor carga, generalmente se determina de las lecturas en medidores.

23e) **DEMANDA INTEGRADA.**- Es la demanda generalizada determinada por un medidor de integración de demanda o por la integración de una curva de carga, es decir, es la suma total de la demanda instantánea (que varía continuamente) durante un intervalo de demanda específico.

23f) **DEMANDA LIMITE, DEMANDA ESTABLECIDA.**- Es un nivel determinado previamente de demanda que se usa como un punto de referencia en cualquier sistema de control de energía para evitar la máxima demanda permitida.

23g) **DEMANDA MAXIMA.**- Es la suma de demandas simultáneas en una hora determinada del día, que incluye todo el sistema de energía eléctrica. Se conoce como demanda máxima de una carga o la demanda instantánea mayor que se observe en esa carga en un periodo de trabajo brevemente establecido.

23h) **DEMANDA NO COINCIDENTE.**- Es la suma de dos o más demandas individuales, que no ocurren en el mismo intervalo de demanda. Son significativas particularmente cuando se consideran las demandas dentro de un periodo de tiempo limitado, por ejemplo, un día, una semana, un mes, una temporada de calor o frío, etc., que generalmente va más allá de un año.

23i) **DEMANDA PICO.**- Es la demanda que ocurre durante el periodo contratado.

FALLA DE ORIGEN

23) DEMANDA PROMEDIO.- Es la demanda en un sistema eléctrico o en alguna de sus partes en cualquier intervalo de tiempo, se determina dividiendo el número total de Kilowatt-Hora entre el número de unidades de tiempo (hr.) en dicho intervalo.

24) DISFARO POR DEMANDA LIMITE.- Es una parte del manejo directo de carga, es el proceso para desconectar automáticamente el servicio al usuario mediante un interruptor desconectando la carga interrumpible en el nivel de utilización del servicio, cuando la potencia eléctrica de este, o parte de su carga, excede un nivel específico durante más de un periodo de tiempo base, todo esto bajo el consentimiento del usuario.

25) DISTRIBUIR PICO.- Es la división o repartición de las cargas pico sobre los intervalos de demanda avanzadas.

26) DIVERSIDAD.- Es la característica de tener variedad de cargas eléctricas, por lo cual, generalmente ocurre la demanda máxima en diferentes ocasiones.

26a) DIVERSIDAD DE CARGA.- Es la diferencia que se tiene entre la suma de la carga mayor de entre dos o más cargas y la carga máxima combinada o coincidente, generalmente medido en kW.

26b) DIVERSIDAD DE DEMANDA.- Es aquella característica de las cargas eléctricas donde las demandas máximas individuales ocurren en diferentes tiempos.

27) ENERGIA FUERA DE PICO (ENERGY OFF-PEAK).- Energía suministrada durante períodos de demanda relativamente baja o en períodos de base.

28) ENERGIA EN PERIODO DE PICO (ENERGY ON-PEAK).- Energía suministrada durante períodos que presentan una demanda relativamente alta o en períodos de pico.

29) FACTOR DE CARGA.- Es la razón de la carga (en kW) en un período durante un período definido, entre la carga pico o máxima ocurrida en ese período.

30) FACTOR DE DEMANDA.- El factor de demanda (FD), en un intervalo de tiempo (T) de una carga, es la relación entre la demanda máxima y su carga total instalada. $FD = D/M$.

31) FACTOR DE DIVERSIDAD.- Es el factor de la suma de las demandas máximas no coincidentes de dos o más cargas y la su demanda máxima coincidente para el mismo período.

FALLA DE CARGA

32) **FACTOR DE PLANTA.**- Es el porcentaje de tiempo que una planta eléctrica funciona durante el año. matemáticamente este factor se define como:

$F_p = \text{Generación bruta anual} / \text{Capacidad instalada anual}$

33) **FACTOR DE UTILIZACION.**- Es la razón de la máxima demanda de un sistema o parte de él, entre su capacidad nominal.

34) **FACTURACION DE LA ENERGÍA EN PERIODOS DE PICO.**- Es un método, donde el precio de la energía durante periodos de pico se basa en el costo de la energía producida durante ese periodo.

35) **FIN DEL INTERVALO DE DEMANDA.**- El fin del intervalo de demanda en operaciones es indicado por el medidor del servicio mediante un pulso.

36) **INDICES DE DEMANDA.**- Son algunos métodos de cargo para el servicio eléctrico que se basan en el índice de uso, o son función de él, o se basan en la dimensión de la instalación del usuario, o la máxima demanda durante un periodo de tiempo dado.

36a) **INDICE CONSTANTE DE DEMANDA.**- Es un cargo por servicio eléctrico basado en el consumo de energía de los dispositivos de la instalación del usuario.

37) **INTERVALO DE DEMANDA.**- Es el tiempo de duración sobre el cual se basa la medición de demanda. típicamente es de 15, 15 o 60 minutos.

38) **LIMITADOR DE DEMANDA.**- Es un dispositivo eléctrico/electrónico, mecánico o electromecánico que monitorea la demanda del Usuario y dirige que la demanda sea limitada de manera que no exceda un valor máximo seleccionado o programado.

39) **MANEJO DE CARGA.**- Es el control del uso por parte de los cargas del Usuario de manera que se recorren los tiempos de uso de potencia y energía eléctrica.

39a) **MANEJO DE DEMANDA DEL CONSUMIDOR.**- Implementación por el Usuario (en respuesta al suministrador) de programas de control de demanda.

39b) **MANEJO DIRECTO DE CARGA.**- Es la función del sistema de distribución de potencia que controla cargas intermitentes del usuario, o selecciona las aplicaciones de una o más servicios centralizados, operando en grupos, clases de carga, o por períodos de tiempo. Caracterizada por el control remoto de cargas intermitentes. Es función llamado **MANEJO DE CARGA ACTIVO.**

FALLA DE ORIGEN

39c) MANEJO INDIRECTO DE CARGA.- Es la función del sistema de distribución de potencia que implementa incentivos económicos para inducir a que el consumidor ajuste (autosaturando) sus sistemas de carga). Caracterizada por el control local de cargas en respuesta a incentivos económicos aplicados. También llamado MANEJO DE CARGA PASIVO.

39d) MANEJO DEL SISTEMA DE CARGA.- Es la función del equipo (hardware) y programación (software) que implementa el manejo de carga directo y/o indirecto, coordinado con otras funciones de manejo de energía en un sistema eléctrico.

40) MEDICION DE DEMANDA.- Se le dan varias denominaciones a este término. Depende del método de medición: MEDICION DE DEMANDA EN INTERVALO FLOTANTE, MEDICION DE DEMANDA EN INTERVALO FLOTADO, MEDICION DE DEMANDA EN INTERVALO DESLIZANTE, MEDICION DE DEMANDA EN INTERVALO FIJO.

40a) MEDICION DE DEMANDA EN INTERVALO DE BLOQUE.- MEDICION DE DEMANDA EN INTERVALO FIJO. Es una medición de demanda, donde el tiempo de duración entre lecturas sucesivas es igual al intervalo de demanda normalmente de 15 minutos.

40b) MEDICION DE DEMANDA EN INTERVALO DESLIZANTE.- Es una medición de demanda donde la duración entre lecturas sucesivas es menor que el intervalo de demanda y donde este se está incrementando en el tiempo, de tal modo que la demanda en ese intervalo es la suma de los incrementos de demanda.

40c) MEDICION DE DEMANDA EN INTERVALO DE RESPUESTA LENTA.- MEDICION DE DEMANDA EN INTERVALO CONTINUO. Es una medición de demanda, donde las lecturas de demanda se toman continuamente de las mediciones de demanda termicas o mecánicas que tienen una respuesta lenta.

41) PERIODO DE CONTROL.- Es la parte del tiempo disponible por una acción de control.

42) PICO DE INVIERNO.- Es la mayor demanda en un sistema eléctrico durante cualquier intervalo de demanda dado en invierno o temporada de frío.

43) PICO DE VERANO.- Es la mayor carga en un sistema eléctrico durante cualquier intervalo de demanda dado en el verano, o en la temporada de calor.

44) REGISTRO DE DEMANDA PICO.- es un registro que graba la demanda máxima durante los periodos de pico.

FALLA DE GRUPO

45) **ROLAR LAS INTERRUPTIONES.**- Es el proceso de introducir deliberadamente cargas previamente seleccionadas de un sistema de potencia como una solución del manejo de energía de rutina a través de la supervisión del sistema de transmisión y subestaciones, en el bus de una subestación o en un alimentador de distribución, basados en un patrón comportado secuencialmente, con el fin de copiar la demanda entre el suministro limitado temporalmente.

46) **SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION).**- Es un sistema que realiza funciones de Control Supervisorio y Adquisición de Datos.

47) **SERVICIO ROLADO.**- Es el uso y acceso compartido de servicios adyacentes del servicio prestado por un suministrador de potencia eléctrica.

48) **SISTEMA DE TRANSDUCCION DE LA CINTA MAGNETICA.**- Es un sistema diseñado para la lectura de los púlsos de información de las cintas de las grabadoras de los medidores, procesando los datos, generalmente en cintas de varios canales, con entrada directa a una computadora digital, para la conversión a unidades de Ingeniería y para el uso en combinación con la lectura en los medidores de respaldo.

49) **TIPOS DE PERIODO.**- Son los periodos de tiempo en los que se presentan los picos y bajas de demanda respectivamente, durante los cuales el consumidor paga los precios de su consumo en horas de periodo pico y fuera de él, de acuerdo a su consumo.

50) **TIRAR CARGA.**- Es el proceso deliberado de retirar cargas preseleccionadas de un sistema de potencia. También se define como el proceso de desconectar cargas preseleccionadas mediante controladores de carga o demanda.

50a) **TIRAR CARGA NO RUTINARIA EN SISTEMA DE DISTRIBUCION.**- Son las cargas removibles del usuario, interruptibles, de emergencia, base para mantener el sistema, cubren las bajas períodos de generación.

50b) **TIRAR CARGA RUTINARIA EN SISTEMA DE DISTRIBUCION.**- Es la rutina de interrupción de cargas interruptibles o no necesarias en el nivel de suministro del consumidor para reducir poco de demanda y restablecer estas cargas para incrementar los niveles de la demanda.

50c) **TIRAR CARGA EN SISTEMA DE TRANSMISION.**- Es la desconexión de cargas seleccionadas de manera en el bus de una subestación o en el alimentador de distribución, en base a la desconexión de parámetros, los como el mantenimiento de la frecuencia más allá del normal.

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

ACUERDO que autoriza el ajuste y reestructuración de las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Hacienda y Crédito Público.—Secretaría Particular 101.

ACUERDO que autoriza el ajuste y reestructuración de las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica.

Con fundamento en los artículos 12 fracción VI, 30, 31, 32 y 33 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y, en ejercicio de las atribuciones que a esta Secretaría le confieren los artículos 16, 18 y 31 fracción XV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; y

CONSIDERANDO

Que mediante escrito fechado el día 15 de diciembre del presente año, el C. ingeniero Fernando Hiriart Balderrama, actuando con el carácter de Director General de la Comisión Federal de Electricidad y de representante legal de las empresas en liquidación denominadas: Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A., y sus Asociadas, Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca, S. A., Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S. A., y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S. A., solicitó a esta Secretaría, por conducto de la de Energía, Minas e Industria Paraestatal, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, el ajuste de las tarifas que rigen la venta de energía eléctrica en el país, con el fin, según manifestó, de compensar parcialmente los incrementos en los costos internos y externos y el consiguiente deterioro en el precio real de la electricidad, atender la creciente demanda del mercado eléctrico; y estar en aptitud de continuar la realización de inversiones en obras nuevas, para garantizar el oportuno suministro de energía, acorde con el desarrollo del país y asegurar la buena marcha del sector eléctrico, el que, de conformidad con lo consignado en la solicitud, continúa realizando acciones específicas en materia de productividad de mano de obra y organización interna, así como de incremento en la eficiencia de la utilización de combustibles; y sigue atendiendo por otra parte, en forma especial, la diversificación de las fuentes de generación de energía eléctrica distintas de los hidrocarburos, para reducir proporcionalmente el consumo de los mismos.

TESIS SIN PAGINACION

COMPLETA LA INFORMACION

Expresó el solicitante que como resultado de las disposiciones tarifarias, expedidas por esta Secretaría mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de 31 de diciembre de 1985, se logró mejorar la relación deficitaria existente con anterioridad, entre el precio medio de venta de energía eléctrica y el costo de producción. Que sin embargo en el transcurso de 1986, la inflación en el sector, ha sido mayor a la supuesta en los estudios efectuados al respecto, sobre todo en los renglones de insumos y especialmente de materiales y equipo; y que por otra parte, según lo previsto en el convenio de rehabilitación financiera, celebrado el 20 de agosto del presente año entre el Gobierno Federal y la Comisión Federal de Electricidad, mediante el cual, el primero asumió parte de los adeudos contraídos por dicho Organismo, éste se obligó a cubrir al propio Gobierno, una suma equivalente al ahorro por concepto de los intereses con cargo a resultados, que con anterioridad debía erogar, durante el mismo plazo en que la entidad estaba obligada a pagar el pasivo en cuestión, por lo que si bien ha evolucionado favorablemente su situación financiera requiere indudablemente albergarse recursos propios adicionales que contribuyan a la realización de los objetivos mencionados.

Que de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, compete a esta Secretaría, escuchando a las de Programación y Presupuesto y de Comercio y Fomento Industrial, con la participación de la de Energía, Minas e Industria Paraestatal y a propuesta de la Comisión Federal de Electricidad, fijar las tarifas eléctricas, así como su ajuste o reestructuración; por lo cual, es pertinente que esta Dependencia se aloque al estudio y resolución de la solicitud indicada.

Que al respecto, se constató que el solicitante tiene acreditada ante esta Secretaría, la personalidad con la que promueve, en su carácter de Director General de la Comisión Federal de Electricidad, y según lo previsto en el artículo 12 fracción VI de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, obtuvo de su Junta de Gobierno, la aprobación de las bases, criterios y propuestas de adecuación tarifaria, sometidas a consideración de dicho Organismo; circunstancia que se acreditó con la certificación respectiva expedida y acompañada a la solicitud sus balances generales, estados, proyecciones y programas financieros, así como estudios diversos para fundamentar su propuesta.

Que esta Secretaría, por la importancia que para el país representa la prestación del servicio público de energía eléctrica y para el mejor desempeño de las funciones que le competen, realiza en forma continua, estudios y análisis sobre la materia; y que tanto de los elementos de juicio que posee, como de una acuciosa revisión de los datos apartados por la Comisión Federal de Electricidad, se desprende que, tal como lo indica el peticionario y por las causas que señala, la relación de por sí deficitaria entre el costo medio de producción y el precio medio de venta de energía eléctrica, no logró la recuperación esperada durante el año en curso; por lo que, se justifica la solicitud de ajuste de cuentas formulada, a fin de lograr a mediano plazo un adecuado equilibrio entre los ingresos propios del Organismo y los diversos conceptos que necesariamente debe erogar, para fines de saneamiento financiero.

Que para la mejor fundamentación del presente Acuerdo, se destacan a continuación los principales datos y resultados del análisis efectuado, el cual incluye la información disponible hasta la fecha de formulación del presente.

— Los subsidios otorgados por el Gobierno Federal a los usuarios del servicio eléctrico tendrán un monto estimado de cuatrocientos ochenta millones de pesos, en 1986. Por razones sociales, se han canalizado principalmente, hacia los consumidores en tarifas residenciales, de bombeo para riego agrícola y molinos de nixtamal.

— El 88% del total de usuarios del sector, se rige por las tarifas domésticas, cuyo importe representa el 23% del total en pesos de las ventas. El precio del suministro sigue mostrando una evolución inferior a la casi totalidad de los comprendidos en el índice de precios al consumidor. La relación precio/costo de estas tarifas, de 0.41 en 1985 pasará a ser del orden de 0.53 al finalizar 1986. Por la situación deficitaria de estas tarifas, durante 1986 el Gobierno Federal ha otorgado subsidios estimados en 282,000 millones de pesos, al conjunto de consumidores en servicios domésticos.

— El 34% de los usuarios de estas tarifas, consumen 50 kwh por mes o menos. En ese rango, mientras en 1962 se requerían 14.5 horas del salario mínimo promedio nacional para cubrir la facturación respectiva, para el mes de diciembre de 1986 bastan aproximadamente 3.4 horas. Por otra parte, el consumo medio mensual de energía eléctrica en México, para el sector residencial, es de 111 kwh por mes, lo que, combinado con la estructura de la tarifa, origina que la captación de ingresos sea muy baja comparada con el costo de producción y venta.

De acuerdo con la información examinada, la incidencia del costo de energía eléctrica en el gasto familiar es reducida, en comparación con los diversos renglones que constituyen este.

En efecto, la factura de energía eléctrica, en relación con el salario mínimo promedio nacional en diciembre de 1985, representa el 1.50% y el 3.80% del ingreso mensual, respectivamente, para consumos de 50 KWH y 100 KWH/mes.

En 1986, se logró una recuperación en la relación del precio medio en los servicios industriales, la cual es preciso conservar, con el objetivo de lograr que los recursos provenientes de la aplicación de estas tarifas, contribuyan a cubrir las necesidades financieras y las de ampliación del servicio público, por lo que se justifican ajustes.

Conviene apuntar que de acuerdo con las estimaciones hechas, la incidencia del costo de la energía eléctrica en el valor bruto total de la producción de las actividades industriales, es de aproximadamente uno por ciento, destacando que, de las 256 clases de actividad económica consideradas de acuerdo con la información disponible —Censo Industrial de 1986— sólo 20 representarían una incidencia superior al diez por ciento.

Las tarifas industriales vigentes en el sistema eléctrico nacional, son en algunos casos hasta 2.8 veces más bajas para factores de carga de 0.55, que las de varios equipos estadounidenses, considerando la paridad técnica; y de 3.5 veces en relación con la paridad libre.

En las tarifas 2 y 3, se encuentran incluidos del orden de un millón y medio de usuarios del sector. Se aplican en un porcentaje apreciable a pequeños comercios e industrias y la estructura vigente favorece a los usuarios de bajos consumos. La relación precio/costo, registra una recuperación que debe conservarse, por los motivos y con las finalidades antes indicadas. Para 1986, dicha relación se estima en 0.93 y 0.25, respectivamente; y los subsidios que otorgó el Gobierno Federal a los consumidores correspondientes, ascienden a la cifra de 17 mil millones de pesos.

La tarifa 4, servicio de energía eléctrica para molinos de nixtamal y tortillerías es, después de la tarifa 3, la que presenta la relación precio/costo más baja. Al concluir 1986, esta relación será de sólo 0.31.

Es significativo que durante 1986, el consumo medio mensual, por los usuarios de esta tarifa, fue de 488 KWH al mes; y la facturación correspondiente ascendió en ese lapso a \$1,889 aproximadamente. La participación de la energía eléctrica se estima, para 1986, entre 0.29% y 0.39% en el precio del kilogramo de masa y de entre 0.10 y 0.25% en el de tortillas, de buena se infiere que el rubro de electricidad es un elemento de escasa importancia relativa en los costos de los establecimientos respectivos.

— La tarifa 5, para alumbrado público presenta una baja relación precio/costo, estimándose en 0.61 para 1986.

La estructura de la tarifa 6, aplicable al servicio público para bombeo de aguas potables o negras, apoya a los pequeños sistemas municipales, los cuales por lo general, tienen un bajo factor de carga.

Es deseable por los motivos ya indicados, que en estas dos tarifas se mantenga la recuperación lograda en la relación entre precio y costo de la energía.

— La tarifa 9, para servicio agrícola, ha tenido un déficit pronunciado desde 1972, por haberse establecido precios muy inferiores a los costos de suministro; y además un sustancial nivel de subsidios implícitos y explícitos que ha otorgado el Gobierno Federal a los consumidores correspondientes, por lo que en 1985, los usuarios han pagado sólo el 32% en promedio, del precio de venta autorizado, de acuerdo con la tarifa vigente a la fecha. Adicionalmente, los pagos que hacen los usuarios de esta tarifa, se encuentran exentos del impuesto al valor agregado. Presenta la relación precio/costo más baja, estimándose para 1986 en sólo 0.45.

Según los datos analizados, el 4% de la superficie dedicada al cultivo de los básicos, se irriga mediante bombeo a base de electricidad; y la participación de dicha energía en el costo de los indicados productos, en el ciclo otoño-invierno 1985/1986, fue de 4.06% para el trigo y 6.5% para el maíz.

Que por otra parte, continúan lográndose mejoras en productividad de los combustibles, entre otros motivos por el incremento de la capacidad de las unidades termoelectricas nuevas que han entrado en operación; asimismo, la capacidad instalada para generar energía eléctrica se incrementó a un ritmo promedio de 8.9% anual en los últimos quince años y han continuado los programas de expansión del sector eléctrico, diversificándose el uso de energéticos primarios, requiriéndose inversiones mayores a fin de reducir proporcionalmente, el consumo de hidrocarburos y a mediano plazo, el costo de operación.

Que se observa del programa de obras e inversiones del sector eléctrico, que el mismo se ha desarrollado con el propósito de satisfacer la demanda de energía eléctrica esperada, manteniéndose los indispensables márgenes de reserva de potencia y energía, que permitan dar el servicio en condiciones adecuadas de confiabilidad, tomándose en cuenta sobre el particular, que el mercado eléctrico creció 16.5% entre 1982 y 1985; y que las proyecciones de demanda, muestran una tasa probable de crecimiento, de 6.5% de promedio anual, para el período de 1985-1993; por lo que acorde con los principios establecidos en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, han de adoptarse las medidas necesarias para lograr disponibilidad de recursos destinados a la inversión, sin comprometer la estabilidad financiera de la Comisión Federal de Electricidad.

Que tal como lo menciona el solicitante, en el convenio de rehabilitación financiera celebrado el 29 de agosto del presente año entre el Gobierno Federal y la Comisión Federal de Electricidad, ésta se comprometió a pagar al primero, una suma equivalente al ahorro de intereses con cargo a resultados, que obtuviere como consecuencia de la asunción de pasivos, previniéndose que tales cantidades se determinarán anualmente, destinándose los ingresos respectivos, para complementar las aportaciones patrimoniales al Organismo, para inversiones en nuevas obras de infraestructura eléctrica.

Que por los motivos mencionados es de concluirse que procede el ajuste tarifario solicitado, en vista del rezago en los precios de venta de la energía, originado por la inflación; por existir diferencia notoria entre el precio medio de venta y el costo medio de producción; así como para la obtención en parte, de los recursos necesarios para el desarrollo del sector eléctrico; y evitar se preste el servicio, en condiciones deficitarias con el riesgo de revertir procesos, que conducirían al uso excesivo de créditos internos y externos; y a la absorción por el Gobierno Federal, de subsidios crecientes, por lo que, en armonía con lo estatuido en el Plan Nacional de Desarrollo expedido por el titular del Poder Ejecutivo Federal y en los Programas de Aliento y Crecimiento y de Energéticos, han de adoptarse medidas para asegurar la continuidad del servicio y la indispensable expansión del sector eléctrico, con base en una sana política tarifaria, flexible y realista, que permita a mediano plazo la autosuficiencia de los suministradores, así como una más adecuada distribución de los ingresos del sector público.

Que para el efecto, se plantean adecuaciones distintas en las tarifas, en función de las condiciones específicas que guarda la relación entre precio medio y costo medio actuales de aquéllas, y de los apoyos que el Gobierno Federal decidió otorgar a diferentes grupos de usuarios, proporcionándose también ajustes mensuales en función de la evolución de las condiciones económicas que concurren.

Que asimismo en los repetidos estudios, se proponen, al igual que en planteamientos anteriores, cuotas progresivas para los servicios domésticos, de acuerdo con los consumos medios mensuales, estableciéndose por razones sociales, cuotas menores para el pequeño consumo; aplicándose en cambio cuotas más elevadas para consumos mayores.

Que en los propios estudios, además de la adecuación de cuotas, se propone la de algunas estructuras tarifarias, estimándose por esta Secretaría que:

Respecto de los consumidores en servicios domésticos, es de reconocerse la influencia del clima en el uso de la energía eléctrica, por lo cual se justifica establecer con más precisión las condiciones que actualmente y en forma genérica se determinan en la Tarifa 1-A, para fines de aplicación de la misma.

De los estudios correspondientes se desprende que los umbrales de consumo durante el verano, ascienden a 200, 300 y 500 KWH al mes para el 83% de los consumidores de las zonas en que respectivamente la temperatura media durante dos meses o más del verano, asciende a 25, 28 y 30 grados centígrados como mínimo, por lo cual se estima conveniente, efectuar zonificaciones, reestructurándose la Tarifa 1.-A; y creándose dos nuevas de acuerdo con las citadas temperaturas.

Que por lo anterior, procede introducir en las estructuras tarifarias, las modificaciones que se proponen.

Que la Comisión Intersecretarial de Precios y Tarifas de los Bienes y Servicios de la Administración Pública Federal, constituida por Acuerdo del titular del Poder Ejecutivo Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 9 de diciembre de 1983, con el objeto de estudiar y analizar las necesidades, y los diversos factores que deben tomarse en cuenta por esta Dependencia para la revisión y el establecimiento de los precios y tarifas de los bienes y servicios de la Administración Pública Federal, en dictamen emitido con fecha 19 del presente, estima conveniente se autoricen los ajustes y modificaciones tarifarias solicitados, para fines de reordenación económica de los suministradores y asegurar la buena marcha del sector eléctrico.

Que para el efecto, dicho dictamen contiene recomendaciones relativas a cultivar con la política actual de financiamiento del sector eléctrico nacionalizado, comprendiéndose aportaciones del Gobierno Federal para asegurar la oportuna expansión de aquél y satisfacer la demanda; enfatizándose también la necesidad de continuar aplicando las políticas de productividad trazadas para el propio sector; destacándose las consistentes en los programas de productividad de mano de obra y combustibles, para mejorar en la eficiencia de conversión de energía, ya que son los dos componentes de la estructura de costos sobre los que puede actuarse en forma directa, a través de un control riguroso de la tasa de crecimiento del personal de nuevo ingreso y la asignación eficiente de los recursos de generación disponibles, así como el aumento de los índices de disponibilidad de las plantas termoeléctricas y la incorporación de nuevas unidades generadoras, de mayor capacidad, que permitan ahorros de escala en costos de inversión y una mayor eficiencia en la operación.

Que en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, los estudios presentados por el solicitante fueron revisados por esta Secretaría, escuchando a las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Programación y Presupuesto; y con la intervención de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paralelata, concluyéndose que las cuotas de venta de energía eléctrica vigentes a la fecha, son insuficientes para atender los requerimientos del sector eléctrico y que procede adecuarlas, modificándose paralelamente las estructuras tarifarias que así lo ameritan con base en núcleos operativos y a fin de lograr en forma gradual y a mediano plazo el incremento de los recursos propios del sector eléctrico en la cuantía necesaria para la reordenación de las finanzas públicas y contribuir al sano financiamiento del desarrollo, fortaleciéndose los ingresos del sector paralelata, a través de una política realista de precios y tarifas; sin gravar excesivamente al consumo.

Que en armonía con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y en los Programas de Aliento y Crecimiento y de Energéticos, expedidos por el titular del Poder Ejecutivo Federal, procede reiterar que:

— La política de precios y tarifas de los bienes y servicios que ofrece el sector público constituye un instrumento del Estado para promover el desarrollo en un contexto de mayor eficiencia y equidad. La ejecución de esta política se orientará, como lo ha hecho durante los últimos cuatro años, a propiciar la conformación de una estructura de precios relativos consistentes con la estrategia económica y social de esta Administración; reducir las transferencias y racionalizar los subsidios para fortalecer el ahorro del sector público; defender el consumo básico de la población, en especial de los sectores de menores ingresos; e inducir nuevos patrones de consumo, en función del nivel de desarrollo del país, de la disponibilidad de recursos y de los requerimientos de los sectores mayoritarios. Todo ello buscando que no se acumulen nuevos rezagos y contribuyendo a la rehabilitación financiera del sector paralelata.

Es necesario, que las unidades productivas, hagan uso más eficiente y racional de la energía.

— Como parte integral del esfuerzo de ahorro del sector público se han adoptado una serie de decisiones sobre la política de precios y tarifas del sector público, que significan abandonar los esquemas rígidos que habían conducido a la descapitalización de los organismos y empresas públicas, para adoptar un enfoque que otorgue a cada bien o servicio un precio acorde a su costo real.

— Que para evitar rezagos futuros y corregir a mediano plazo los ocurridos, procede autorizar ajustes; debiendo considerarse, para reducir el impacto a los usuarios, su implantación en forma paulatina.

Por otra parte, con el propósito de promover el poder adquisitivo de los usuarios residentes, se definen aumentos incrementales diferenciales, estableciéndose tres grupos distintos de tarifas.

Que es propósito del Gobierno Federal, propiciar la desconcentración territorial y especialmente, la de la industria.

Que para ese efecto y tal como lo recomendó la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, se conceden incentivos a los usuarios de las Tarifas 8 y 12 cuyas industrias se encuentren establecidas o se establezcan en las ciudades — incluidas en los Programas para Fomento Industrial — que se indican en el presente.

Que con la propuesta de ajuste y modificación tarifarias, se tiende a una equitativa distribución social de los costos generales de producción; al racional consumo de energía eléctrica y al objetivo de lograr en forma gradual, la obtención de los recursos propios necesarios para la inversión, que requiere el desarrollo del servicio público de energía eléctrica;

por lo cual, a juicio de esta Secretaría, el estudio que sustenta la propuesta del sector eléctrico, con las modalidades abodadas, se cñen a las normas y principios estatuidos en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y se justifica en razón de las obligaciones financieras y de los factores ya enunciados; y máxime que los ingresos derivados de la venta de energía eléctrica, sólo compensarán parcialmente los costos de producción.

He tenido a bien dictar el siguiente:

Aruerilo que autoriza el ajuste, modificación y reestructuración de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica.

PRIMERO. Se autorizan a la Comisión Federal de Electricidad y a las empresas en liquidación denominadas Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A., Compañía de Luz y Fuerza de Tachuca, S. A., Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S. A., y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S. A., a quienes en lo sucesivo se les denominará genéricamente "el Suministrador", el ajuste, modificación y reestructuración de las tarifas generales para el suministro y venta de energía eléctrica, establecidas en el Acuerdo de esta Secretaría, publicado en el Diario Oficial de la Federación de 31 de diciembre de 1985, en los términos siguientes:

TARIFA No. 1
Servicio Doméstico

1. APLICACION.
Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, departamento en condominio o vivienda.

Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

Cargos por la energía consumida.

\$17.76 (diecisiete pesos setenta y seis centavos). Por cada uno de los primeros 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$23.89 (veintitrés pesos ochenta y nueve centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$29.72 (veintinueve pesos setenta y tres centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$33.61 (treinta y tres pesos sesenta y un centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$37.16 (treinta y siete pesos dieciséis centavos). Por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.

\$40.17 (cuarenta pesos diecisiete centavos). Por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

3. MÍNIMO MENSUAL.

El equivalente a 8 (ocho) kilowatts-hora.

4. DEPÓSITO DE GARANTÍA.

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 2 (dos) a los consumos mensuales que se indican, según los casos:

a) 60 (ochenta) kilowatts-hora para los servicios suministrados con 1 (un) hilo de corriente.

b) 400 (cuatrocientos) kilowatts-hora para los servicios suministrados con 2 (dos) hilos de corriente.

c) 500 (quinientos) kilowatts-hora para los servicios suministrados con 3 (tres) hilos de corriente.

TARIFA 1-A

Servicio Doméstico para Localidades con Temperatura
Media Mínima en Verano de 25 Grados Centígrados.

1. APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, departamento en condominio o vivienda, en localidades cuya temperatura media mensual en verano, durante dos meses consecutivos o más, sea de 25 grados centígrados como mínimo, conforme a las observaciones termométricas registradas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos. Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa general.

2. PERÍODO DE APLICACION.

El suministrador aplicará las cuotas del punto 3 (tres) en el período que comprenda los seis meses consecutivos más cálidos del año, los cuales serán fijados por el suministrador, de acuerdo con las citadas observaciones termométricas. Las cuotas del punto 4 (cuatro) serán aplicadas por el suministrador en los períodos restantes del año.

3. CUOTAS MENSUALES PARA LA TEMPORADA DE VERANO.

\$14.21 (catorce pesos veintidós centavos). Por cada uno de los primeros 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$19.11 (diecinueve pesos once centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$23.78 (veintitrés pesos setenta y ocho centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$26.89 (veintiséis pesos ochenta y nueve centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$29.72 (veintinueve pesos setenta y tres centavos). Por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.

\$40.17 (cuarenta pesos diecisiete centavos). Por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

4. CUOTAS MENSUALES FUERA DE LA TEMPORADA DE VERANO.

Las cuotas serán las establecidas para la Tarifa número 1 (uno).

5. MÍNIMO MENSUAL.

El equivalente a 8 (ocho) kilowatts-hora.

6. DEPÓSITO DE GARANTÍA.

Se aplicará lo previsto para la Tarifa número 1 (uno).

TARIFA 1-B

Servicio Doméstico para Localidades con Temperatura
Media Mínima en Verano de 28 Grados Centígrados

1. APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, departamento en condominio o vivienda, en localidades cuya temperatura media mensual en verano, durante dos meses consecutivos o más, sea de 28 grados centígrados como mínimo, conforme a las observaciones termométricas registradas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos. Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa general.

2. PERÍODO DE APLICACION.

El suministrador aplicará las cuotas del punto 3 (tres) en el período que comprenda los seis meses consecutivos más cálidos del año, los cuales serán fijados por el suministrador, de acuerdo con las citadas observaciones termométricas. Las cuotas del punto 4 (cuatro) serán aplicadas por el suministrador en los períodos restantes del año.

3. CUOTAS MENSUALES PARA LA TEMPORADA DE VERANO.

Cargos por la energía consumida.

\$14.21 (catorce pesos veintidós centavos). Por cada uno de los primeros 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$19.11 (diecinueve pesos once centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$23.78 (veintitrés pesos setenta y ocho centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$26.89 (veintiséis pesos ochenta y nueve centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$29.72 (veintinueve pesos setenta y tres centavos). Por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.

\$32.13 (treinta y dos pesos trece centavos). Por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.

\$40.17 (cuarenta pesos diecisiete centavos). Por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

4. CUOTAS MENSUALES FUERA DE LA TEMPORADA DE VERANO.

Las cuotas serán las establecidas para la tarifa número 1 (uno).

5. MÍNIMO MENSUAL.

El equivalente a 8 (ocho) kilowatts-hora.

6. DEPÓSITO DE GARANTÍA.

Se aplicará lo previsto para la Tarifa número 1 (uno).

TARIFA 1-C
Servicio Doméstico para Localidades con Temperatura
Media Mínima en Verano de 30 Grados Centígrados.

1. APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda, en localidades cuya temperatura media mensual en verano, durante dos meses consecutivos o más, sea de 30 grados centígrados como mínimo, conforme a las observaciones termométricas registradas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicarse ninguna otra tarifa general.

2. PERIODO DE APLICACION.

El suministrador aplicará las cuotas del punto 3 (tres) en el periodo que comprenda los seis meses consecutivos más cálidos del año, los cuales serán fijados por el suministrador, de acuerdo con las citadas observaciones termométricas. Las cuotas del punto 4 (cuatro) serán aplicadas por el suministrador en los periodos restantes del año.

3. CUOTAS MENSUALES PARA LA TEMPORADA DE VERANO.

Cargos por la energía consumida.

\$14.21 (catorce pesos veintinueve centavos). Por cada uno de los primeros 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$19.11 (diecinueve pesos once centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$23.78 (veintitres pesos setenta y ocho centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$26.89 (veintiséis pesos ochenta y nueve centavos). Por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$29.72 (veintinueve pesos setenta y dos centavos). Por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.

\$32.13 (treinta y dos pesos trece centavos). Por cada uno de los siguientes 300 (trescientos) kilowatts-hora.

\$46.17 (cuarenta y seis pesos diecisiete centavos). Por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

4. CUOTAS MENSUALES FUERA DE LA TEMPORADA DE VERANO.

Las cuotas serán las establecidas para la tarifa número 1 (uno).

5. MINIMO MENSUAL.

El equivalente a 8 (ocho) kilowatts-hora.

6. DEPOSITO DE GARANTIA.

Se aplicará lo previsto para la Tarifa número 1 (uno).

TARIFA No. 2
Servicio General hasta 25 KW de demanda

1. APLICACION.

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

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.**2.1 Carga fija**

\$14.74 (quince pesos catorce pesos setenta y cuatro centavos).

Cargos adicionales por la energía consumida.

\$28.79 (treinta y ocho pesos setenta y nueve centavos) por cada uno de los primeros 50 (cincuenta) kilowatts-hora.

\$48.51 (cuarenta y ocho pesos cincuenta y un centavos) por cada uno de los siguientes 50 (cincuenta) kilowatts-hora.

\$54.23 (cincuenta y cuatro pesos veintitres centavos) por cada kilowatts-hora adicional a los anteriores.

3. MINIMO MENSUAL.

Cuando el usuario no haga uso del servicio cubrirá como mínimo el cargo fijo a que se refiere el punto 2 (dos) de esta tarifa.

4. DEMANDA POR CONTRATAR.

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se considerará como kilowatt completo.

Cuando el usuario exceda la demanda de 25 (veinticinco) kilowatts, deberá solicitar al suministrador aplique la tarifa No. 3 (tres). De no hacerlo, a la tercera medición consecutiva en que exceda la demanda de 25 (veinticinco) kilowatts, será reclasificado por el suministrador, notificándole al usuario.

5. DEPOSITO DE GARANTIA.

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 2.2 (dos punto dos) a los consumos mensuales que se indican según los casos:

a) 40 (cuarenta) kilowatts-hora para los servicios suministrados 1 (un) hilo de corriente.

b) 400 (cuatrocientos) kilowatts-hora para los servicios suministrados con 2 (dos) hilos de corriente.

c) 600 (seiscientos) kilowatts-hora para los servicios suministrados con tres (tres) hilos de corriente.

TARIFA No. 3
Servicio General para más de 25 Kw. de Demanda

1. APLICACION.

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

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.**2.1 Carga por demanda máxima.**

\$5,524.49 (cinco mil quinientos veinticuatro pesos cuarenta y nueve centavos) por cada kilowatt de demanda máxima media.

2.2 Carga adicional por la energía consumida.

\$27.47 (veintisiete pesos cuarenta y siete centavos) por cada kilowatt-hora.

3. MINIMO MENSUAL.

El importe que resulte de aplicar 8 (ocho) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima.

4. DEMANDA POR CONTRATAR.

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

5. DEMANDA MAXIMA MEDIA.

La demanda máxima media se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo de facturación.

6. DEPOSITO DE GARANTIA.

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a que se refiere el inciso 2.1 (dos punto uno) a la demanda contratada.

TARIFA No. 4**Servicio para Molinos de Nixtamal y Tortillerías****1. APLICACION.**

Esta tarifa sólo se aplicará para el servicio en baja tensión o molinos de nixtamal y/o tortillerías oficialmente autorizados. Se permitirá, por alumbrado en los locales de los mismos, hasta un máximo de 40 (cuarenta) watts por cada kilowatt de capacidad instalada en motores o, cuando no haya éstos o sean de reducida capacidad, hasta un máximo de 200 (doscientos) watts.

2. CUOTA APLICABLE MENSUALMENTE.

Carga por la energía consumida.
 \$19.07 (diecinueve pesos siete centavos) por cada kilowatt-hora.

3. MINIMO MENSUAL.

El importe que resulte de aplicar 40 (cuarenta) veces el cargo por kilowatt-hora.

4. DEMANDA POR CONTRATAR.

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

5. DEPOSITO DE GARANTIA.

4 (cuatro) veces el mínimo mensual.

TARIFA No. 5
Servicio para Alumbrado Público

1. APLICACION.
Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio a semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calle, plazas, parques y jardines públicos.
2. HORARIO.
Del amanecer al amanecer del día siguiente, excepto el servicio a semáforos; o el que se establezca en los convenios que en cada caso suscriban las partes contratantes.
3. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.
 - 3.1. Cargo por la energía consumida en los servicios suministrados en alta tensión: \$24.57 (veinticuatro pesos cincuenta y siete centavos) por cada kilowatt-hora.
 - 3.2. Cargo por la energía consumida en los servicios suministrados en baja tensión: \$29.27 (veintinueve pesos veintisiete centavos) por cada kilowatt-hora.
4. MINIMO MENSUAL.
La cantidad que resulte de aplicar las cuotas correspondientes al consumo equivalente a 4 (cuatro) horas diarias del servicio de la demanda contratada.
5. CONSUMO DE ENERGIA.
Normalmente se medirán los consumos de energía, aunque en los contratos respectivos se establecerán el o los procedimientos para determinar el consumo de energía, de acuerdo con las características en que se efectúe el suministro de servicio y de conformidad con las normas aplicables.
6. DEMANDA POR CONTRATAR.
La demanda por contratar responderá al 100% (cien por ciento) de la carga conectada. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.
7. REPOSICION DE LAMPARAS.
El prestador del servicio, deberá reponer las lámparas, los aparatos y materiales accesorios que requiera la operación de las mismas. Tratándose de alumbrado público, cuando el suministrador esté de acuerdo en tomar a su cargo la reposición de las lámparas y dispositivos necesarios, se fijará en los contratos la forma para el cobro de los gastos que origine este servicio adicional al del suministro de energía.
8. DEPOSITO DE GARANTIA.
4 (cuatro) veces el mínimo mensual aplicable.

TARIFA NO. 6
Servicio para Bombeo de Aguas Potables o Negras,
de Servicio Público

1. APLICACION.
Esta tarifa se aplicará al suministro de energía eléctrica para servicio público de bombas de aguas potables o negras.
2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.
 - 2.1. Cargo fijo, independiente de la energía consumida: \$3,743.88 (cinco mil setecientos cuarenta y cuatro pesos ochenta y ocho centavos).
 - 2.2. Cargo adicional por la energía consumida: \$28.86 (veintiocho pesos ochenta y seis centavos) por cada kilowatt-hora.
3. MINIMO MENSUAL.
Cuando el usuario no haga uso del servicio, cubrirá como mínimo el cargo a que se refiere el inciso 2.1 (dos punto uno).
4. DEMANDA POR CONTRATAR.
La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor de 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.
5. DEPOSITO DE GARANTIA.
4 (cuatro) veces el mínimo mensual aplicable.
6. SERVICIO EN ALTA TENSION.
Los usuarios podrán contratar sus servicios en tarifas 8 (ocho) o 12 (doce), cuando las características de su instalación lo permitan.

TARIFA No. 7
Servicio Temporal

1. APLICACION.
Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía temporalmente a cualquier uso, exclusivamente donde y cuando sea igual al de las instalaciones del suministrador lo permitan y éste tenga líneas de distribución adecuadas para dar el servicio.
2. HORARIO.
Lo convenido en cada caso entre el suministrador y el usuario, el que no deberá hacer uso del servicio fuera del horario estipulado.
3. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.
 - 3.1. Cargo por demanda: \$1,669.74 (ciento noventa y seis pesos sesenta y nueve centavos) por cada kilowatt de demanda.
 - 3.2. Cargo adicional por la energía consumida: \$116.76 (ciento dieciséis pesos setenta y seis centavos) por cada kilowatt-hora.
4. CONTRATACION DEL SERVICIO Y DETERMINACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.
Los contratos se celebrarán por el número de días consecutivos por los que el usuario quiera disponer del servicio.
Ningún servicio temporal podrá tener una vigencia mayor de 30 (treinta) días excepto en los casos de personas o negociaciones que utilicen máquinas de pulir, engravar, y lavar pisos, pintar y soldar, etc., cuya vigencia puede ser por un plazo mayor. El cómputo de la demanda y el consumo se hará de acuerdo con la carga de aparatos instalados y el número de horas que se use el servicio, el que en ningún caso será menor de 4 (cuatro) horas diarias, teniendo el suministrador derecho de verificar en cualquier tiempo la carga individual y el consumo de cada uno de los aparatos instalados.
5. FACTURACION Y PAGOS.
Las cuentas se formularán aplicando el cargo por demanda y los cargos por energía, a la demanda y consumo estimados por el suministrador.
Los pagos se harán por adelantado y conforme a dichas cuentas. En caso de que el suministrador mida los consumos y la demanda, podrá hacer una liquidación final a la terminación del contrato respectivo. En este último caso se hará pago por adelantado y el usuario depositará como garantía una cantidad igual al doble de la que resulte de aplicar los cargos por demanda y energía a la demanda y consumo estimados.

TARIFA No. 8
Servicio General en Alta Tensión

1. APLICACION.
Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía en alta tensión a cualquier uso, con una demanda inicial de 20 (veinte) kilowatts o más.
2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.
 - 2.1. Cargo por demanda máxima: \$3,864.04 (tres mil ochocientos sesenta y cuatro pesos cuatro centavos) por cada kilowatt de demanda máxima instalada.
 - 2.2. Cargo adicional por la energía consumida: \$19.33 (diecinueve pesos treinta y tres centavos) por cada kilowatt-hora.
- Para la aplicación de las cuotas a que se refiere este apartado, deberá tomarse en cuenta lo establecido en el punto quinto resolutivo del presente acuerdo.
3. MINIMO MENSUAL.
El importe que resulte de aplicar 10 (diez) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima a que se refiere el inciso 2.1 (dos punto uno).
4. DEMANDA POR CONTRATAR.
La demanda por contratar, la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de 20 (veinte) kilowatts ni de la capacidad de mayor motor o aparato instalado.
En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada, la capacidad de dicha subestación a un factor de 85 (ochenta y cinco por ciento).
Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

5. DEMANDA MÁXIMA MEDIDA

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el período de facturación.

6. DEPOSITO DE GARANTIA.

2. (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a la demanda contratada.

TARIFA No. 9

Servicio para bombeo de agua para riego agrícola

1. APLICACION.

Esta tarifa se aplicará exclusivamente a los servicios en alta o baja tensión, que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentre instalado el equipo de bombeo.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

Cargos por la energía consumida.

\$14.84 (catorce pesos ochenta y cuatro centavos) por cada uno de los primeros 5,000 (cinco mil) kilowatts-hora.

\$17.74 (diecisiete pesos setenta y cuatro centavos) por cada uno de los siguientes 10,000 (diez mil) kilowatts-hora.

\$19.58 (diecinueve pesos cincuenta y ocho centavos) por cada uno de los siguientes 20,000 (veinte mil) kilowatts-hora.

\$21.74 (veintiún pesos sesenta y cuatro centavos) por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

3. TENSION Y CAPACIDAD DE SUMINISTRO.

El suministrador sólo está obligado a proporcionar el servicio a la tensión y capacidad disponibles en el punto de entrega.

4. DEMANDA POR CONTRATAR.

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

5. DEPOSITO DE GARANTIA.

\$633.73 (seiscientos noventa y tres pesos sesenta y tres centavos), por cada kilowatt de demanda contratada.

TARIFA No. 10

Servicio en Alta Tensión para Revenda

1. APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en alta tensión para revenderla al público.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

2.1 Cargo por demanda máxima.

\$495.44 (cuatrocientos noventa y cinco pesos cuarenta y cuatro centavos) por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2 Cargos adicionales por la energía consumida.

\$18.99 (dieciocho pesos noventa y nueve centavos) por cada uno de los primeros 90 (noventa) kilowatt-horas por cada kilowatt de demanda máxima medida.

\$16.77 (dieciséis pesos setenta y siete centavos) por cada uno de los siguientes 180 (ciento ochenta) kilowatt-horas por cada kilowatt de demanda máxima medida.

\$14.60 (catorce pesos sesenta centavos) por cada kilowatt adicional a los anteriores.

3. MINIMO MENSUAL.

El importe que resulte de aplicar 10 (diez) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima.

4. DEMANDA POR CONTRATAR.

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario; cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

3. DEMANDA MÁXIMA MEDIDA.

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el período de facturación.

6. DEPOSITO DE GARANTIA

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a la demanda contratada.

TARIFA No. 12

Servicio General Para Tensiones de 66 KV o superiores

1. APLICACION.

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrada a tensiones de 66 (sesenta) y seis kilowatts o superiores.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

2.1 Cargo por demanda máxima.

\$1,915.07 (tres mil novecientos quince pesos siete centavos) por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2 Cargo adicional por la energía consumida.

\$15.79 (quince pesos setenta y nueve centavos) por cada kilowatt-hora.

Para la aplicación de las cuotas a que se refiere este apartado, deberá tomarse en cuenta lo establecido en el punto quinto resolutivo.

3. MINIMO MENSUAL.

El importe que resulte de aplicar 20 (veinte) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima.

4. DEMANDA POR CONTRATAR.

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor de 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado. En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga conectada, exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada, la capacidad de dicha subestación, a un factor de potencia de 85% (ochenta y cinco por ciento). Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

5. DEMANDA MÁXIMA MEDIDA

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el período de facturación.

6. DEPOSITO DE GARANTIA.

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a la demanda contratada.

SEGUNDO. Para la aplicación e interpretación de las tarifas, regirán en lo conducente las disposiciones complementarias expedidas en resolución dictada por el entonces Secretario de Comercio el 30 de julio de 1982, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de agosto del mismo año. Las controversias que se susciten se decidirán por la respectiva autoridad a la que compete la materia, conforme a lo previsto en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y demás disposiciones aplicables.

TERCERO. Durante la vigencia del presente Acuerdo, se aplicaran en forma acumulativa, sobre las cuotas y en los casos respectivos, los cargos que se autorizan, los factores de ajuste que se precisan a continuación, a partir del día 1 de febrero de 1987; y en lo sucesivo a partir del día 1 de cada mes.

PODER EJECUTIVO

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

ACUERDO que autoriza el ajuste de las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica; así como una tarifa horaria especial opcional aplicable a servicios que se suministran en Tarifa 12.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

ACUERDO que autoriza el ajuste de las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica; así como una tarifa horaria especial opcional, aplicable a servicios que se suministran en Tarifa 12.

Con fundamento en los artículos 12 fracción VI, 30, 31, 32 y 33 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y, en ejercicio de las atribuciones que a esta Secretaría le confieren los artículos 16, 18 y 31 fracción XV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; y

CONSIDERANDO

Que mediante escrito fechado el día 9 del presente, el C. Ingeniero Fernando Hiriart Balderrama, actuando con el carácter de Director General de la Comisión Federal de Electricidad y de representante legal de las empresas en liquidación denominadas: Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., y sus Asociadas, Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca, S.A., Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S.A., y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S.A., solicitó a esta Secretaría, por conducto de la de Energía, Minas e Industria Parastatal, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, el ajuste de las tarifas que rigen la venta de energía eléctrica en el país, con el fin, según manifestó, de compensar parcialmente los incrementos en los costos internos y externos y el consiguiente deterioro en el precio real de la electricidad, atender la creciente demanda del mercado eléctrico; y estar en aptitud de continuar la realización de inversiones en obras nuevas, para garantizar el oportuno suministro de energía, acorde con el desarrollo del país y asegurar la buena marcha del sector eléctrico, el que, de conformidad con lo consignado en la solicitud, continúa realizando acciones específicas en materia de productividad de mano de obra y organización interna, así como de incremento en la eficiencia de la utilización de combustibles; y sigue atendiendo por otra parte, en forma especial, la diversificación de las fuentes de generación de

energía eléctrica distintas de los hidrocarburos, para reducir proporcionalmente el consumo de los mismos.

Expresó el solicitante que como resultado de las disposiciones tarifarias, expedidas por esta Secretaría mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de 31 de diciembre de 1986, se logró mejorar la relación deficitaria existente con anterioridad, entre el precio medio de venta de energía eléctrica y el costo de producción. Que sin embargo en el transcurso del presente año, la inflación en el sector, ha sido mayor a la supuesta en los estudios efectuados al respecto, sobre todo en los renglones de insumos y especialmente de materiales y equipo, por lo que no se alcanzaron las metas fijadas; y que por otra parte, según lo previsto en el convenio de rehabilitación financiera, celebrado el 20 de agosto de 1986 entre el Gobierno Federal y la Comisión Federal de Electricidad, mediante el cual, el primero, asumió parte de los adeudos contraídos por dicho Organismo, éste se obligó a cubrir el propio Gobierno, una suma equivalente al aborro por concepto de los intereses con cargo a resultados, que con anterioridad debía erogar, durante el mismo plazo en que la entidad estaba obligada a pagar el pasivo en cuestión, por lo que si bien ha evolucionado favorablemente su situación financiera requiere ineludiblemente allegarse recursos propios adicionales que contribuyan a la realización de los objetivos mencionados.

Que de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, compete a esta Secretaría, escuchando a las de Programación y Presupuesto y de Comercio y Fomento Industrial, con la participación de la de Energía, Minas e Industria Parastatal y a propuesta de la Comisión Federal de Electricidad, fijar las tarifas eléctricas, así como su ajuste o reestructuración; por lo cual, es pertinente que esta Dependencia se aboque al estudio y resolución de la solicitud indicada.

Que al respecto, se constató que el solicitante tiene acreditada ante esta Secretaría, la personalidad con la que promueve; que en su carácter de Director General de la Comisión Federal de Electricidad y según lo previsto en el artículo 12 fracción VI de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, obtuvo de su Junta de Gobierno, la aprobación de las bases, criterios y propuestas de adecuación tarifaria, sometidas a consideración de dicho Organismo; circunstancia que se acreditó con la certifica-

ción respectiva expedida, y acompañando la evidencia sus balances generales, estados, presupuestos y programas financieros, se presentaron dichos diversos para fundamentar su propuesta.

Que esta Secretaría, por la importancia que para el país representa la prestación del servicio público de energía eléctrica y para el mejor desempeño de las funciones que le competen, realiza en forma continua, estudios y análisis sobre la materia; y que todo de los elementos de juicio que posee, como de una acuciosa revisión de los datos aportados por la Comisión Federal de Electricidad, se desprende que, tal como lo indica el peticionario y por las causas que señala, la relación de por sí deficitaria entre el costo medio de producción y el precio medio de venta de energía eléctrica, no logró la recuperación esperada durante el año en curso; por lo que se justificó la solicitud de ajuste de cuotas formulada, a fin de lograr a mediano plazo, un adecuado equilibrio entre los ingresos propios del Organismo y los diversos conceptos que necesariamente debe erogar, para fines de saneamiento-financiero.

Que para la mejor fundamentación del presente Acuerdo, se destacan a continuación los principales datos y resultados del análisis efectuado, el cual incluye la información disponible hasta la fecha de formulación del presente.

— Los subsidios otorgados por el Gobierno Federal a los usuarios del servicio eléctrico tendrán un monto estimado de 1956 mil millones de pesos, en 1987. Por razones sociales, se han canalizado principalmente, hacia los consumidores en tarifas residenciales, de bonifico para riego agrícola y molinos de nixtamal.

— El 88% del total de usuarios del sector, se rige por las tarifas domésticas, cuyo importe representa el 19% del total en pesos de las ventas. El precio del suministro sigue mostrando una evolución inferior a la casi totalidad de los comprendidos en el índice de precios al consumidor. La relación precio/costo de estas tarifas, de 0.39 en 1986, pasa a ser del orden de 0.32 a la fecha del presente. Por la situación deficitaria de estas tarifas, durante 1987 el Gobierno Federal habrá de otorgar subsidios estimados en 1110 mil millones de pesos, al conjunto de consumidores en servicios domésticos.

— El 36% de los usuarios de estas tarifas, consumen 50 kWh por mes o menos. En ese rango, mientras en 1982 se requerían 14.5 horas del salario mínimo promedio nacional para cubrir la facturación respectiva, a la fecha del presente bastan aproximadamente 2.3 horas. Por otra parte, el consumo medio mensual de energía eléctrica en México, por el sector residencial, es de 309 kWh por mes, lo que con-

tribuye a que el costo de esta tarifa, origine que la captación de ingresos sea muy baja comparada con el costo de producción y venta.

— De acuerdo con la información suministrada, la incidencia del costo de la energía eléctrica en el gasto familiar, es reducida, en comparación con los diversos renglones que constituyen éste.

En efecto, la factura de energía eléctrica, en relación con el salario mínimo promedio nacional al presente, representa el 1.07% y 2.70% del ingreso mensual, respectivamente para consumos de 50 kWh y 100 kWh/mes.

En 1987, se deterioró la relación del precio medio en los servicios industriales, la cual se precisa corregir, con el objeto de lograr que los recursos provenientes de la aplicación de estas tarifas, coadyuven a cubrir las necesidades financieras y las de ampliación del servicio público, por lo que se justifican ajustes.

Conviene apuntar que de acuerdo con estimaciones hechas, la incidencia del costo de la energía eléctrica en el valor bruto total de la producción de las actividades industriales, es de aproximadamente un por ciento; destacando que, de las 256 clases de actividad económica consideradas de acuerdo con la información disponible —Censo Industrial de 1976— solo veinte representan una incidencia superior al dos por ciento.

— Las tarifas industriales vigentes en el sistema eléctrico nacional, son en algunos casos hasta cinco y seis veces más bajas para factores de carga de 0.60 que las de varias empresas estadounidenses, considerando la paridad libre al mes de noviembre último.

— En las tarifas 2 y 3, se encuentran incluidos del orden de 10.5 por ciento de usuarios del sector. Se aplican en un porcentaje importante a pequeños comercios e industrias y la estructura vigente favorece a los usuarios de bajos consumos. La relación precio/costo, registra una pequeña recuperación que debe conservarse por los motivos y con las limitaciones antes indicadas. Para 1987, dicha relación se estimó en .47 y .76, respectivamente; y los subsidios que otorgó el Gobierno Federal a los encumbrados correspondientes, ascienden a la cifra de 250 mil millones de pesos.

— La tarifa 4, servicio de energía eléctrica para molinos de nixtamal y molterías es, después de la tarifa 9, la que presenta la relación precio/costo más baja. Al presente esta relación es de sólo 0.24.

Es significativo que durante el lapso transcurrido de 1987, el consumo medio mensual por los usuarios de esta tarifa, fue de 468 kWh al mes; y la facturación correspondiente ascendió en ese lapso a \$ 11 180.00 aproximadamente. La participación de la energía eléctrica

se estimó, para 1987 entre 0.56 y 0.62 por ciento en el precio del kilogramo de masa y de entre 0.41 por ciento y 0.16 por ciento en el de tortillas, de lo cual se infiere que el rubro de electricidad es un elemento de escasa importancia relativa en los costos de los establecimientos respectivos.

— La tarifa 5, para alumbrado público presenta una baja relación precio/costo, estimándose en 0.48 al presente.

La estructura de la tarifa 6, aplicable al servicio público para bombeo de aguas potables o negras, aplica a los pequeños sistemas municipales, los cuales por lo general, tienen un bajo factor de carga.

Es deseable por los motivos ya indicados, que en estas dos tarifas se mantenga la recuperación lograda en la relación entre precio y costo de la energía.

— La tarifa 9, para servicio agrícola, ha tenido un déficit pronunciado desde 1972, por haberse establecido precios muy inferiores a los costos de suministro; y además ha sido motivo de subsidios implícitos y explícitos que ha otorgado el Gobierno Federal a los consumidores correspondientes, por lo que en el lapso transcurrido de 1987 los usuarios han pagado sólo el 29.5 por ciento en promedio, del precio de venta autorizado de acuerdo con la tarifa vigente a la fecha. Adicionalmente, los pagos que hacen los usuarios de esta tarifa, se encuentran exentos del impuesto al valor agregado. Presenta la relación pago costo más baja, estimándose al presente en sólo 0.14.

Según los datos analizados, el 4 por ciento de la superficie dedicada al cultivo de los básicos, se irriga mediante bombeo a base de electricidad; y la incidencia de dicha energía en el precio de garantía de los productos indicados, en el ciclo otoño-invierno 1986-1987 fue de 3.6 por ciento para el trigo y 4.8 por ciento para el maíz.

Que por otra parte, la capacidad instalada para generar energía eléctrica se incrementó a un ritmo promedio de 8.2 por ciento anual en los últimos quince años y han continuado los programas de expansión del sector eléctrico, diversificándose el uso de energéticos primarios, requiriéndose inversiones mayores a fin de reducir proporcionalmente el consumo de hidrocarburos y a mediano plazo el costo de operación; y que para este efecto, según se aprecia de los datos examinados, continúan lográndose mejoras en la productividad de los combustibles, entre otros motivos por el incremento de la capacidad de las unidades termoelectrificadas nuevas que han entrado en operación.

Que se observa del programa de obras e inversiones del sector eléctrico, que el mismo se ha desarrollado con el propósito de satisfacer

la demanda de energía eléctrica esperada, manteniéndose los indispensables márgenes de reserva de potencia y energía, que permitan dar el servicio en condiciones adecuadas de confiabilidad, tomándose en cuenta sobre el particular, que el mercado eléctrico creció 22 por ciento entre 1982 y 1986; y que las proyecciones de demanda, muestran una tasa probable de crecimiento, de 6.5 por ciento de promedio anual, para el período de 1987-1999; por lo que acorde con los principios establecidos en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, han de adoptarse las medidas necesarias para lograr disponibilidad de recursos destinados a la inversión, sin comprometer la estabilidad financiera de la Comisión Federal de Electricidad.

Que como lo menciona el solicitante, en el convenio de rehabilitación financiera celebrado el 20 de agosto de 1986 entre el Gobierno Federal y la Comisión Federal de Electricidad, ésta se comprometió a pagar al primero, una suma equivalente al ahorro de intereses con cargo a resultados, que obtuviera como consecuencia de la asunción de pasivos, previniéndose que tales cantidades se determinarán anualmente, destinándose los ingresos respectivos, para complementar las aportaciones patrimoniales al Organismo, para inversiones en nuevas obras de infraestructura eléctrica, tal como se establece en el artículo 46 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, precepto en el cual se precisan las bases para la fijación del importe de los pagos, que con el carácter de aprovechamientos, debe efectuar anualmente el Organismo al Gobierno Federal.

Que por los motivos mencionados es de concluirse que procede el ajuste tarifario solicitado, en vista del rezago en los precios de venta de energía, originado por la inflación; por existir diferencia notoria entre el precio medio de venta y el costo medio de producción; así como para la obtención en parte, de los recursos necesarios para el desarrollo del sector eléctrico; y evitar se preste el servicio, en condiciones deficitarias con el riesgo de revertir procesos, que conducirían al uso excesivo de créditos internos y externos; y a la absorción por el Gobierno Federal, de subsidios crecientes, por lo que, en armonía con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo expedido por el titular del Poder Ejecutivo Federal y en los Programas de Aliento y Crecimiento y de Energéticos, han de adoptarse medidas para asegurar la continuidad del servicio y la indispensable expansión del sector eléctrico, con base en una sana política tarifaria, flexible y realista, que permita a mediano plazo la autosuficiencia de los suministradores, así como

una más adecuada distribución de los ingresos del sector público.

Que para el efecto, se plantean adecuaciones distintas en las tarifas, en función de las condiciones específicas que guarda la relación entre precio medio y costo medio actuales de aquéllas; y de los apoyos que el Gobierno Federal decidió otorgar a diferentes grupos de usuarios.

Que asimismo en los repetidos estudios se proponen, al igual que en planteamientos anteriores, cuotas progresivas para los servicios domésticos, de acuerdo con los consumos medios mensuales, estableciéndose por razones sociales, cuotas menores para el pequeño consumo; aplicándose en cambio cuotas más elevadas para consumos mayores.

Que la Comisión Intersecretarial de Precios y Tarifas de los Bienes y Servicios de la Administración Pública Federal, constituida por Acuerdo del titular del Poder Ejecutivo Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 9 de diciembre de 1983, en el objeto de estudiar y analizar las necesidades y los diversos factores que deben tomarse en cuenta por esta Dependencia para la revisión y el establecimiento de los precios y tarifas de los bienes y servicios de la Administración Pública Federal, en dictamen emitido con fecha 12 del presente, estima conveniente se autoricen los ajustes y modificaciones tarifarias solicitadas, para fines de reordenación económica de los suministradores y asegurar la buena marcha del sector eléctrico.

Que para tal efecto, dicho dictamen contiene recomendaciones relativas a continuar con la política actual de financiamiento del sector eléctrico nacionalizado, comprendiéndose aportaciones del Gobierno Federal para asegurar la oportuna expansión de aquél y satisfacer la demanda; enfatizándose también la necesidad de continuar aplicando las políticas de productividad trazadas para el propio sector; destacándose las consistentes en sus programas de productividad de mano de obra y combustibles; para mejorar en la eficiencia de conversión de energía, ya que son los dos componentes de la estructura de costos sobre los que puede actuarse en forma directa a través de un control riguroso de la tasa de crecimiento del personal de nuevo ingreso y la asignación eficiente de los recursos de generación disponibles, así como el aumento de los índices de disponibilidad de las plantas termoelectrificadas y la incorporación de nuevas unidades generadoras, de mayor capacidad, que permitan ahorros de escala en costos e inversión y una mayor eficiencia en la operación.

Que en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, los estudios presentados

por el solicitante fueron revisados por la Secretaría, escuchando a las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Programación y Presupuesto; y con la intervención de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Para Estatal, concluyéndose que las cuotas de venta de energía eléctrica vigentes a la fecha, son insuficientes para atender los requerimientos del sector eléctrico y que procede adecuadas, a fin de lograr en forma gradual y a mediano plazo el incremento de los recursos propios del sector eléctrico en la cuantía necesaria para la reordenación de las finanzas públicas y contribuir al sano financiamiento del desarrollo, fortaleciéndose los ingresos del sector para estatal, a través de una política realista de precios y tarifas, sin gravar excesivamente al consumo.

Que en armonía con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y en los Programas de Aliento y Crecimiento y de Energéticos, expedidos por el titular del Poder Ejecutivo Federal, procede reiterar que:

— La política de precios y tarifas de los bienes y servicios que ofrece el sector público constituye un instrumento del Estado para promover el desarrollo en un contexto de mayor eficiencia y equidad. La ejecución de esta política se orientará, como lo ha hecho durante los últimos cinco años, a propiciar la conformación de una estructura de precios relativos consistente con la estrategia económica y social de esta Administración; reducir las transferencias y racionalizar los subsidios para fortalecer el ahorro del sector público; defender el consumo básico de la población, en especial de los sectores de menores ingresos; e inducir nuevos patrones de consumo, en función del nivel de desarrollo del país, de la disponibilidad de recursos y de los requerimientos de los sectores mayoritarios. Todo ello buscando que no se acumulen nuevos rezagos y contribuyendo a la rehabilitación financiera del sector para estatal.

— Es necesario que las unidades productivas hagan uso más eficiente y racional de la energía.

— Como parte integral del esfuerzo de ahorro del sector público se han adoptado una serie de decisiones sobre la política de precios y tarifas del sector público, que significan abandonar los esquemas rígidos que habían conducido a la descapitalización de los organismos y empresas públicas, para adoptar un enfoque realista que obligue a cada bien o servicio un precio acorde a su costo real.

— Que para evitar rezagos futuros y corregir a mediano plazo los ocurridos, procede autorizar ajustes.

Por otra parte, con el propósito de prote-

ger el poder adquisitivo de los usuarios residenciales, se definen aumentos diferentes, estableciéndose seis grupos distintos de ajustes, siendo éstos más reducidos para quienes consumen menos energía.

Asimismo se adecuan las cuotas por concepto de depósito de garantía a usuarios de tarifa 9.

Que es propósito del Gobierno Federal, propiciar la desconcentración territorial y especialmente, la de la industria.

Que para este efecto y tal como lo recomendó la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, continúan concediéndose incentivos a los usuarios de las tarifas 8 y 12 cuyas industrias se encuentren establecidas o se establezcan en las circunscripciones —Incluidas en los Programas para Fomento Industrial— indicadas en el Acuerdo de esta Secretaría expedido el 26 de diciembre de 1986.

Que el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, faculta expresamente a esta Secretaría para fijar tarifas especiales en horas de demanda máxima, demanda mínima o una combinación de ambas; y que a criterio de esta Dependencia y de conformidad con los estudios realizados, la aplicación de la medida antes indicada prevista en la ley, propicia un uso más eficiente de las instalaciones de energía eléctrica para servicio público, con las consiguientes posibles ventajas recíprocas para el usuario y el suministrador y beneficios para el país, al lograrse un uso más racional de los energéticos.

Que con la propuesta de ajuste tarifario, se atiende a una equitativa distribución social de los costos generales de producción; al racional consumo de energía eléctrica y al objetivo de lograr en forma gradual, la obtención de los recursos propios necesarios para la inversión, que requiere el desarrollo del servicio público de energía eléctrica; por lo cual, a juicio de esta Secretaría, el estudio que sustenta la propuesta del sector eléctrico, con las modalidades aludidas, se cñe a las normas y principios estatuidos en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y se justifica en razón de las obligaciones financieras y de los factores ya enunciados; y máxime que los ingresos derivados de la venta de energía eléctrica, sólo compensarán parcialmente los costos de producción.

He tenido a bien dictar el siguiente:

Acuerdo que autoriza el ajuste de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica.

PRIMERO. Se autorizan a la Comisión Federal de Electricidad y a las empresas en liquidación denominadas Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., Compañía de Luz y

Fuerza de Pachuca, S.A., Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S.A., y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S.A., a quienes en lo sucesivo se les denominará genéricamente "el suministrador", el ajuste de las tarifas generales para el suministro y venta de energía eléctrica, establecidas en el acuerdo de esta Secretaría, publicado en el Diario Oficial de la Federación de 31 de diciembre de 1986, en los términos siguientes:

TARIFA No. 1

SERVICIO DOMESTICO

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

Cargos por la energía consumida.

| | |
|-----------|--|
| \$ 40.57 | (cuarenta pesos cincuenta y siete centavos), por cada uno de los primeros 25 (veinticinco) kilowatts-hora. |
| \$ 57.88 | (cincuenta y siete pesos ochenta y ocho centavos), por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora. |
| \$ 76.13 | (setenta y seis pesos trece centavos), por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora. |
| \$ 88.39 | (ochenta y ocho pesos treinta y nueve centavos), por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora. |
| \$ 97.73 | (noventa y siete pesos setenta y tres centavos), por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatts-hora. |
| \$ 103.42 | (ciento ocho pesos cuarenta y dos centavos), por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores. |

TARIFA 1-A

SERVICIO DOMESTICO PARA LOCALIDADES CON TEMPERATURA MEDIA MINIMA EN VERANO DE 25 GRADOS CENTIGRADOS.

3. CUOTAS MENSUALES PARA LA TEMPORADA DE VERANO.

Cargos por la energía consumida.

| | |
|----------|---|
| \$ 32.46 | (treinta y dos pesos cuarenta y seis centavos), por cada uno de los primeros 25 (veinticinco) kilowatts-hora. |
| \$ 46.30 | (cuarenta y seis pesos treinta centavos), por cada uno de los si- |

PODER EJECUTIVO

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

ACUERDO que autoriza el ajuste de las tarifas para el suministro y venta de Energía Eléctrica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Con fundamento en los artículos 12, fracción VI, 30, 31, 32 y 33 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y, en ejercicio de las atribuciones que a esta Secretaría le confieren los artículos 16, 18, y 31, fracción XV, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; y

CONSIDERANDO

Que mediante escrito fechado el día primero del presente, el C. Ingeniero Guillermo Guerrero Villalobos, actuando con el carácter de Director General de la Comisión Federal de Electricidad y de representante legal de las empresas en liquidación denominadas: Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., y sus Asociadas, Compañía de Luz y Fuerza de Pichuén, S.A., Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S.A., Cía. Mexicana Meridional de Fuerza, S.A., solicitó a esta Secretaría, por conducto de la de Energía, Minas e Industria Parastatal, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, el ajuste de las tarifas que rigen la venta de energía eléctrica en el país, con el fin de compensar parcialmente los incrementos en los costos internos y externos y el contingente derivado en el precio real de la electricidad, atendiendo la creciente demanda del mercado eléctrico, y estar en aptitud de continuar la realización de inversiones en obras nuevas, para garantizar el oportuno suministro de energía, acorde con el desarrollo del país y asegurar la buena marcha del sector eléctrico, el que, de conformidad con lo consignado en la solicitud, continúa realizando acciones específicas en materia de productividad de mano de obra y organización interna, así como de incremento en la eficiencia de la utilización de combustibles; y sigue atendiendo por otra parte, en forma especial, la diversificación de las fuentes de generación de energía eléctrica distintas de los hidrocarburos, para reducir proporcionalmente el consumo de los mismos.

Expresó el solicitante que como resultado de las disposiciones tarifarias, expedidas por esta Secretaría mediante Acuerdo publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 1988, se logró mejorar la relación entre el precio medio de venta de energía eléctrica y el costo de producción.

Que por otra parte, según lo previsto en el convenio de rehabilitación financiera, celebrado el 30 de agosto de 1986 entre el Gobierno Federal y la Comisión Federal de Electricidad, mediante el cual, el primero asumió parte de los adeudos contraídos por dicho Organismo, éste se obligó a cubrir al propio Gobierno, una suma equivalente al ochavo por concepto de los intereses con cargo a resultados, que con anterioridad debía pagar, durante el mismo plazo en que la entidad estaba obligada a pagar el pasivo en cuestión, por lo que si bien ha evolucionado favorablemente su situación financiera, requiere ineludiblemente allegarse recursos propios adicionales que contribuyan a la realización de los objetivos mencionados.

Que el peticionario manifestó que de los estudios realizados se desprende la necesidad de efectuar adecuaciones tarifarias; y en el concepto de que conforme a la política establecida en el marco de la renegociación del Pacto para la Estabilidad y el Crecimiento Económico, no se plantean modificaciones en los precios de venta de energía eléctrica en servicios para actividades productivas.

Que de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, compete a esta Secretaría, escuchando a las de Programación y Presupuesto y de Comercio y Fomento Industrial, con la participación de la de Energía, Minas e Industria Parastatal y el propuesta de la Comisión Federal de Electricidad, fijar las tarifas eléctricas, así como su ajuste a estructu-

ración, por lo cual, es pertinente que esta Dependencia se abraque al estudio y resolución de la solicitud indicada.

Que al respecto, se constató que el solicitante tiene acreditada ante esta Secretaría, la personalidad con la que promueve; que en su carácter de Director General de la Comisión Federal de Electricidad y según lo previsto en el artículo 12, fracción VI, de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, obtuvo en su Junta de Gobierno la aprobación de las bases, criterios y propuestas de adecuación tarifaria, sometidos a consideración de dicho Organismo; circunstancias que se armonizó con la certificación respectiva expedida; y acompañó a la solicitud sus balances generales, estados, proyecciones y programas financieros, así como estudios diversos para fundamentar su propuesta.

Que esta Secretaría, por la importancia que para el país representa la presentación del servicio público de energía eléctrica y para el mejor desempeño de las funciones que le competen, realiza en forma continua, estudios y análisis sobre la materia; y que tanto de los elementos de precios que posee, como de una cuidadosa revisión de los datos aportados por la Comisión Federal de Electricidad, se desprende que, tal como lo indica el patrimonio y por las causas que señala, se justifica la solicitud de ajuste de cuotas tarifarias, a fin de lograr a mediano plazo, un adecuado equilibrio entre los ingresos propios de Organismos y los diversos conceptos que necesariamente debe erogarse, para fines de saneamiento financiero.

Que continúan siendo válidos los premisas técnico-económicas manifestadas en el Acuerdo sobre tarifas eléctricas expedida por esta Dependencia el 15 de diciembre de 1987, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 17 de los mismos, por lo que deben tenerse por reproducidas en el presente ya que en la esencial, prevalecen las condiciones mencionadas en la citada resolución de esta Secretaría, respecto de ser uno de los diversos servicios de suministro de energía eléctrica, particularmente en lo referente al porcentaje de usuarios regidos por tarifas domésticas y las promedios de consumo de los mismos, lo evolución de los precios de venta de la energía eléctrica en comparación inferior a la casi totalidad de los comprendidos en el índice de precios al consumidor; reducida incidencia del costo de la energía eléctrica en el gasto familiar, en comparación con los diversos renglones que constituyen éste; e igualmente, en lo referente a los precios de venta de la energía eléctrica en el país, en comparación con diversas empresas estadounidenses; la baja relación resultante en distintas tarifas; el déficit en la tarifa 9; y demás menciones comprendidas en la repetida resolución anterior de esta Secretaría; y por otra parte, en lo concerniente a los incrementos en la capacidad instalada, los programas de expansión del sector eléctrico, para satisfacer la demanda; el apoyo del Gobierno Federal para el efecto, son base en una política tarifaria flexible y realista; por lo cual esta Secretaría, al darlos por reproducidos en el presente, se remite a los conceptos vertidos en su resolución citada.

Que del día 1.º de enero de 1989 a la fecha las tarifas eléctricas se han mantenido constantes mientras que el proceso inflacionario ha continuado, si bien con tendencia a la baja.

Que de conformidad a la renegociación del Pacto para la Estabilidad y el Crecimiento Económico, concertada por los diversos señores ante el C. Presidente de la República y la política establecida en el marco del mismo, esta Secretaría considera pertinente mantener sin modificaciones, durante la vigencia del presente Acuerdo, los precios de venta de energía eléctrica en los servicios productivos, aun cuando algunos de éstos registren un déficit pronunciado. El presente ajuste se limita a las tarifas para usuarios finales en estas tarifas para servicios domésticos, alumbrado público y de bombas de aguas potables o negras, bajo el principio de proteger a los usuarios de menores consumos. Asimismo, al haber desaparecido en la actualidad los usuarios servidos por la tarifa 10 — Servicio en alta tensión para reventa, ésta se suprime a partir del presente Acuerdo.

Que el 88% del total de los usuarios se rige por tarifas domésticas que consumen el 19.7% del total de las ventas y generan el 27.5% del déficit actual de las tarifas. La distribución de este subsidio no es uniforme ya que el grueso del mismo va a las estratos de mayores consumos.

Que el consumo medio mensual de energía eléctrica para el sector residencial se ha mantenido durante los últimos años en aproximadamente 110 kWh/mes, la que, cambiado con la estructura de

la tarifas, origina una captación de ingresos muy baja. El hecho de que no se haya incrementado la tarifa desde el 18 de diciembre de 1987 a la fecha, ha propiciado el deterioro de la relación precio-costo de 0.40 en 1988 a 0.37 que se estima como promedio para 1989.

Que el 89% de los usuarios de estas tarifas consumen menos de 200 Kwh/mes, nivel de consumo que no es afectado por el incremento, de acuerdo a la política de no afectar el poder adquisitivo de los trabajadores de bajos ingresos. Los consumos superiores sufren un incremento que reduce los subsidios canalizados a estos usuarios.

Que en el caso particular de localidades en donde se aplica la tarifa IC, el 80% de los usuarios de esta tarifa consumen menos de 500 Kwh/mes, nivel de consumo que tampoco es afectado por el incremento.

Que la relación precio-costo de la tarifa 5, para alumbrado público, continúa presentando un déficit que es necesario corregir y evitar rezagos futuros; por lo que se publica un ajuste a las cuotas, mismas que se diferencian con el fin de reducir el impacto a los usuarios de menores consumos. Por ello se plantea la tarifa 5, aplicable a las zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara y una nueva tarifa S.A. a regir en el resto de la República; estimándose que independientemente de la justificación técnico-económica que fundamenta la realización de ajuste y reestructuración, la diferenciación en las tarifas conadyuvará en interés nacional, a propiciar el equilibrio en el desarrollo socio-económico regional del país.

Que en enero de 1989, la tarifa 6, aplicable al servicio público para bombeo de aguas potables o negras, presentó una recuperación en su relación precio-costo que es preciso conservar, por lo cual y a fin de continuar apoyando los pequeños sistemas municipales que por lo general operan con bajos factores de carga, se adecua solamente el monto del cargo por energía consumida.

Que la Comisión Intersecretarial de Precios y Tarifas de los Bienes y Servicios de la Administración Pública Federal, estudió y analizó las necesidades y los diversos factores que deben tomarse en cuenta y en el correspondiente dictamen emitido, estimó procedente se autoricen los ajustes y modificaciones tarifarias solicitadas.

Que en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, los estudios presentados por el solicitante fueron revisados por esta Secretaría, escuchando a los Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Programación y Presupuestos; y con la intervención de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paroestatal, concluyéndose que los costos de venta de energía eléctrica vigentes a la fecha, son insuficientes para atender los requerimientos del sector eléctrico y que procede adecuarlos, a fin de lograr en forma gradual y a mediano plazo el incremento de los recursos propios del sector eléctrico en la cuantía necesaria para la reordenación de las finanzas públicas y contribuir al sano financiamiento del desarrollo, fortaleciéndose los ingresos del sector paroestatal, a través de una política realista de precios y tarifas; sin gravar excesivamente el consumo.

Que con la propuesta de ajuste tarifario, se atiende a una equitativa distribución social de los costos generales de producción, al racional consumo de energía eléctrica y al objetivo de lograr en forma gradual, la obtención de recursos propios necesarios para la inversión, que requiere el desarrollo del servicio público de energía eléctrica; por lo cual, a juicio de esta Secretaría, el estudio que sustenta la propuesta del sector eléctrico, con las modalidades añadidas, se sujeción a las normas y principios establecidos en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y se publica en razón de las obligaciones financieras y de las facturas ya numeradas; y máxima que los mayores incrementos de la venta de energía eléctrica, sólo compensarán parcialmente los costos de producción; ha tenido a bien dictar el siguiente:

ACUERDO QUE AUTORIZA EL AJUSTE DE LAS TARIFAS PARA EL SUMINISTRO Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

PRIMERO.—Se autoriza a la Comisión Federal de Electricidad y a las empresas en liquidación denominadas Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., Compañía de Luz y Fuerza de Pachura,

S.A., Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S.A., y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S.A., a quienes en la sucesión se les denominará genéricamente "el suministrador", el ajuste de las tarifas generales para el suministro y venta de energía eléctrica, de acuerdo con las siguientes:

TARIFA No. 1

SERVICIO DOMESTICO

2.—CUOTAS APPLICABLES MENSUALMENTE.

Cargos por energía consumida

- \$40.57 (cuarenta pesos cincuenta y siete centavos), por cada una de las primeras 25 (veinticinco) kilowatts-hora.
- \$57.88 (cincuenta y siete pesos ochenta y ocho centavos), por cada una de las siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.
- \$76.13 (setenta y seis pesos trece centavos), por cada una de las siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.
- \$88.39 (ochenta y ocho pesos treinta y nueve centavos), por cada una de las siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.
- \$97.73 (noventa y siete pesos setenta y tres centavos), por cada una de las siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.
- \$325.26 (trescientos veinticinco pesos veintiséis centavos), por cada kilowatt-hora adicional a las anteriores.

TARIFA No. 1A

SERVICIO DOMESTICO PARA LOCALIDADES CON TEMPERATURA MEDIA MINIMA (4 VERANO) DE 25 GRADOS CENTIGRADOS.

3.—CUOTAS MENSUALES PARA LA TEMPORADA DE VERANO.

Cargos por energía consumida.

- \$32.46 (treinta y dos pesos cuarenta y seis centavos), por cada una de las primeras 25 (veinticinco) kilowatts-hora.
- \$46.30 (cuarenta y seis pesos treinta centavos), por cada una de las siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.
- \$60.90 (sesenta pesos noventa centavos), por cada una de las siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.
- \$70.71 (setenta pesos setenta y un centavos), por cada una de las siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.
- \$78.18 (setenta y ocho pesos dieciocho centavos), por cada una de las siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.
- \$325.26 (trescientos veinticinco pesos veintiséis centavos), por cada kilowatt-hora adicional a las anteriores.

4.—CUOTAS MENSUALES FUERA DE LA TEMPORADA DE VERANO.

Las cuotas serán las establecidas para la tarifa número 1 (una).

TARIFA No. 1B

SERVICIO DOMESTICO PARA LOCALIDADES CON TEMPERATURA MEDIA MINIMA EN VERANO DE 28 GRADOS CENTIGRADOS.

3.—CUOTAS MENSUALES PARA LA TEMPORADA DE VERANO.

Cargos por energía consumida.

- \$32.46 (treinta y dos pesos cuarenta y seis centavos), por cada una de las primeras 25 (veinticinco) kilowatts-hora.
- \$46.30 (cuarenta y seis pesos treinta centavos), por cada una de las siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$60.90 (sesenta pesos noventa centavos), por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$70.71 (setenta pesos setenta y un centavos), por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$78.18 (setenta y ocho pesos dieciocho centavos), por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.

\$240.22 (doscientos sesenta pesos veintidós centavos), por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.

\$325.26 (trescientos veinticinco pesos veintiséis centavos), por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

4.—CUOTAS MENSUALES FUERA DE LA TEMPORADA DE VERANO.

Las cuotas serán las establecidas para la tarifa número 1 (uno).

TARIFA No. 1.C

SERVICIO DOMESTICO PARA LOCALIDADES CON TEMPERATURA MEDIA MINIMA EN VERANO DE 30 GRADOS CENTIGRADOS.

3.—CUOTAS MENSUALES PARA LA TEMPORADA DE VERANO.

Cargos por energía consumida.

\$32.46 (treinta y dos pesos cuarenta y seis centavos), por cada uno de los primeros 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$46.30 (cuarenta y seis pesos treinta centavos), por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$60.90 (sesenta pesos noventa centavos), por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatt-hora.

\$70.71 (setenta pesos setenta y un centavos), por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

\$78.18 (setenta y ocho pesos dieciocho centavos), por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatts-hora.

\$167.24 (sesenta y seis pesos setenta y cuatro centavos), por cada uno de los siguientes 300 (trescientos) kilowatts-hora.

\$325.26 (trescientos veinticinco pesos veintiséis centavos), por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

4.—CUOTAS MENSUALES FUERA DE LA TEMPORADA DE VERANO.

Las cuotas serán las establecidas para la tarifa número 1 (uno).

TARIFA No. 2

SERVICIO GENERAL HASTA 25 KW DE DEMANDA

2.—CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Carga fija

\$ 2,141.48 (dos mil ciento cuarenta y un pesos cuarenta y ocho centavos).

2.2 Cargos adicionales por la energía consumida

\$ 161.37 (ciento sesenta y un pesos treinta y siete centavos) por cada uno de los primeros 50 (cincuenta) kilowatts-hora.

\$ 201.82 (doscientos un pesos ochenta y dos centavos) por cada uno de los siguientes 50 (cincuenta) kilowatts-hora.

\$ 225.61 (doscientos veinticinco pesos sesenta y un centavos) por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

TARIFA No. 3

SERVICIO GENERAL PARA MAS DE 25 KW DE DEMANDA

2.—CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Carga por demanda máxima

\$ 22,320.33 (veintidós mil trescientos veinte pesos treinta y tres centavos) por cada kilowatt de demanda máxima media.

2.2 Cargos adicionales por la energía consumida

\$ 110.92 (ciento diez pesos noventa y dos centavos) por cada kilowatt-hora.

TARIFA No. 4

SERVICIO PARA MOLINOS DE MANTAMAL Y TORTILERIAS

2.—CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

Carga por energía consumida

\$ 57.24 (cincuenta y siete pesos veinticuatro centavos) por cada kilowatt-hora.

TARIFA No. 5

SERVICIOS PARA ALUMBRADO PUBLICO

1.—APLICACION

Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio a semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos. En las zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara, definiéndose éstas como las señaladas en la Segunda Resolución de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que reformula y adiciona a la que establece reglas generales y otras disposiciones de carácter fiscal para el año de 1989, en su regla 81-A, y en la Quinta Resolución que reforma, adiciona y deroga algunas disposiciones de la que establece reglas generales y otras disposiciones de carácter fiscal para el año de 1989, publicados en el Diario Oficial de la Federación, los días 7 de mayo y 26 de junio de 1989, respectivamente.

3.—CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

3.1 Carga por energía consumida en los servicios suministrados en alta tensión.

\$ 221.26 (doscientos veintiún pesos veintiséis centavos), por cada kilowatt-hora.

3.2 Carga por energía consumida en los servicios suministrados en baja tensión

\$ 263.58 (doscientos sesenta y tres pesos cincuenta y ocho centavos), por cada kilowatt-hora.

TARIFA No. 5.A

SERVICIOS PARA ALUMBRADO PUBLICO

1.—APLICACION.

Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio a semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos, en toda el país, exceptuándose las áreas fronterizas entre las cuales rige la tarifa 5.

3 — CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

- 3.1 Cargo por energía consumida en los servicios suministrados en alta tensión.
\$ 165.95 (ciento sesenta y cinco pesos noventa y cinco centavos), por cada kilowatt-hora.
- 3.2 Cargo por energía consumida en los servicios suministrados en baja tensión.
\$ 197.60 (ciento noventa y siete pesos sesenta y nueve centavos), por cada kilowatt-hora.

TARIFA No. 6

SERVICIO PARA BOMBEO DE AGUAS POTABLES O NEGRAS, DE SERVICIO PUBLICO.

2 — CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

- 2.1 Cargo fijo, independiente de la energía consumida.
\$20,417.19 (veinte mil cuatrocientos diecisiete pesos diecinueve centavos).
- 2.2 Cargo adicional por la energía consumida.
\$113.03 (ciento trece pesos tres centavos), por cada kilowatt-hora.

TARIFA No. 7

SERVICIO TEMPORAL

3 — CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

- 3.1 Cargo por demanda
\$14,017.03 (catorce mil diecisiete pesos y tres centavos) por cada kilowatt de demanda.
- 3.2 Cargo adicional por la energía consumida
\$350.48 (trescientos cincuenta pesos cuarenta y ocho centavos) por cada kilowatt-hora.

TARIFA No. 8

SERVICIO GENERAL EN ALTA TENSION

2 — CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

- 2.1 Cargo por demanda máxima
\$14,927.39 (catorce mil novecientos veintisiete pesos treinta y nueve centavos) por cada kilowatt de demanda máxima medida.
- 2.2 Cargo adicional por la energía consumida
\$74.67 (setenta y cuatro pesos sesenta y siete centavos) por cada kilowatt-hora.

TARIFA No. 9

SERVICIO PARA BOMBEO DE AGUA PARA RIEGO AGRICOLA

2 — CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

Cargo por la energía consumida
\$44.54 (cuarenta y cuatro pesos cincuenta y cuatro centavos) por cada uno de los primeros 5,000 (cinco mil) kilowatt-hora.

\$53.75 (cincuenta y tres pesos veinticinco centavos) por cada uno de los siguientes 10,000 (diez mil) kilowatt-hora.

\$59.77 (cincuenta y nueve pesos setenta y siete centavos) por cada uno de los siguientes 20,000 (veinte mil) kilowatt-hora.

\$65.26 (sesenta y cinco pesos veintiséis centavos) por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

5. DEPOSITO DE GARANTIA

\$7,087.35 (siete mil ochenta y dos pesos treinta y cinco centavos), por cada kilowatt de demanda contratada.

TARIFA No. 12

SERVICIO GENERAL PARA TENSIONES DE 66 KV O SUPERIORES

2 — CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargo por demanda máxima
\$15,430.06 (quince mil cuatrocientos treinta pesos seis centavos) por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2 Cargo adicional por la energía consumida
\$62.64 (sesenta y dos pesos sesenta y cuatro centavos) por cada kilowatt-hora.

SEGUNDO.—Los cargos y cuotas establecidos en el presente, permanecerán sin modificación durante la vigencia de este Acuerdo.

En consecuencia las variaciones en las tarifas son las siguientes:

| Servicio | | Ajuste |
|--------------------------------------|-------------------|--|
| Servicio general | Tarifa 2 | No sube |
| Servicio general | Tarifa 3 | No sube |
| Molinos de marmal y tortilleras | Tarifa 4 | No sube |
| Temporal | Tarifa 7 | No sube |
| General alta tensión | Tarifa 8 | No sube |
| Bombeo de agua para riego agrícola | Tarifa 9 | No sube |
| Alta tensión > 66 KV | Tarifa 12 | No sube |
| Alumbrado público | Tarifa 5 | Se crea una tarifa especial 5A para las zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara |
| Envío de agua potable y aguas negras | Tarifa 6 | Se incrementa |
| Servicio doméstico | Tarifa 1, 1A y 1B | Se aumenta de 0 a 200 kWh/mes de consumo Con aumento más de 200 kWh/mes de consumo |
| Servicio doméstico | Tarifa 1C | Se aumenta de 0 a 500 kWh/mes de consumo Con aumento más de 500 kWh/mes de consumo |

TRANSITORIOS

PRIMERO.—El presente Acuerdo entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y en dos diarios de circulación nacional.

SEGUNDO.—Desde la fecha de entrada en vigor de este Acuerdo, y en la que se oponga al mismo, quedan derogadas las disposiciones administrativas en materia tarifaria expedidas con anterioridad.

Se expide el presente Acuerdo en México Distrito Federal, el veintinueve de septiembre de mil novecientos ochenta y nueve. — El Secretario de Hacienda y Crédito Público: Pedro Aspe Armella — Fidebrico.

ACTURIA que autoriza el ajuste y reestructuración de las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

ACUERDO que autoriza el ajuste y reestructuración de las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica.

Con fundamento en los artículos 12 fracción VI y VII, 30, 31, 32 y 33 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y, en ejercicio de las atribuciones que a esta Secretaría le confieren los artículos 16, 18 y 31 fracción XV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; y

CONSIDERANDO

Que mediante escrito fechado el día 17 de octubre del presente año, el C. Ingeniero Guillermo Guerrero Villalobos, actuando con el carácter de Director General de la Comisión Federal de Electricidad y de representante legal de las empresas en liquidación denominadas: Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., y sus Asociadas, Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca, S.A., Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S.A., Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S.A., solicitó a esta Secretaría por conducto de la de Energía, Minas e Industria Paraestatal, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, el ajuste y reestructuración de las tarifas que rigen la venta de energía eléctrica en el país con el fin, según manifestó, de compensar el deterioro del precio real de la electricidad, reflejar adecuadamente las diferencias en los costos de suministro, atender la creciente demanda del mercado eléctrico, y estar en aptitud de continuar la realización de inversión en obras nuevas para garantizar el oportuno suministro de energía, acorde con el desarrollo del país y asegurar la buena marcha del sector eléctrico.

Que el solicitante destacó que el sector eléctrico continúa realizando acciones específicas en materia de productividad de mano de obra y organización interna, así como de incremento en la eficiencia de la utilización de combustibles; y sigue atendiendo por otra parte, en forma especial, la diversificación de las fuentes de generación de energía eléctrica distintas de los hidrocarburos, para reducir proporcionalmente el consumo de los mismos.

Que de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, compete a esta Secretaría, escuchando a las de Programación y Presupuesto y de Comercio y Fomento Industrial, con la participación de la de Energía, Minas e Industria Paraestatal y a propuesta de la Comisión Federal de Electricidad, fijar las tarifas eléctricas, así como su ajuste y reestructuración; por lo cual, es pertinente que esta Dependencia se avoque al estudio y resolución de la solicitud indicada.

Que al respecto, se constató que el solicitante tiene acreditada ante esta Secretaría, la personalidad con la que promueve, que en su carácter de Director General de la Comisión Federal de Electricidad, y según lo previsto en el artículo 12 fracción VI de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, obtuvo en su Junta de Gobierno, la aprobación de las bases, criterios y propuestas de adecuación tarifaria, sometidos a

consideración de dicho Organismo, circunstancia que se acreditó con la certificación respectiva expedida y acompañó a la solicitud sus balances generales, estados, proyecciones y programas financieros, así como estudios diversos para fundamentar su propuesta.

Que esta Secretaría, por la importancia que para el país representa la prestación del servicio público de energía eléctrica y para el mejor desempeño de las funciones que le competen, realiza en forma continua, estudios y análisis sobre la materia, y que tanto de los elementos de juicio que posee, como de una acuciosa revisión de los datos aportados por la Comisión Federal de Electricidad, se desprende que, tal como lo indica el peticionario y por las causas que señala, se justifica la solicitud de ajuste y reestructuración tarifaria formulada, a fin de lograr un adecuado equilibrio entre los ingresos propios del Organismo y los diversos conceptos que necesariamente debe pagar, para fines de saneamiento financiero.

Que en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, los estudios presentados por el solicitante fueron revisados por esta Secretaría, escuchando a las Secretarías de Programación y Presupuesto y de Comercio y Fomento Industrial y con la participación de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, concluyéndose que las cuotas de venta de energía eléctrica vigentes a la fecha, son en su conjunto insuficientes para atender los requerimientos del sector eléctrico y que procede adecuarlas, a fin de lograr el incremento de los recursos propios del sector eléctrico en la cuantía necesaria para la reordenación de las finanzas públicas y contribuir al sano financiamiento del desarrollo, fortaleciéndose los ingresos del sector paraestatal, a través de una política realista de precios y tarifas, sin gravar excesivamente al consumo.

Que se observa del programa de obras e inversiones del sector eléctrico, que el mismo se ha desarrollado con el propósito de satisfacer la demanda de energía eléctrica esperada, manteniéndose los indispensables márgenes de reserva de potencia y energía, que permitan dar el servicio en condiciones adecuadas de confiabilidad, tomándose en cuenta sobre el particular, que el mercado eléctrico creció 5.9% entre 1985 y 1990, y que las proyecciones de demanda, muestran una tasa probable de crecimiento, de 4.9% de promedio anual, para el periodo de 1991 a 1995; por lo que acorde con los principios establecidos en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, han de adoptarse las medidas necesarias para hacer disponibilidad de recursos destinados a la inversión, sin comprometer la estabilidad financiera de la Comisión Federal de Electricidad.

Que con el ajuste aplicado a partir del 13 de noviembre de 1991 se logró una recuperación en la relación del precio mediano costo medio en los servicios de suministro, la cual es preciso conservar.

Que los subsidios directos otorgados por el Gobierno Federal a los usuarios del servicio eléctrico alcanzaron durante 1991 un monto de 3.11 billones de pesos, los que por razones sociales se canalizaron principalmente hacia los consumidores en tarifas domésticas y de bombeo para riego agrícola.

Que con el objeto de extender los beneficios derivados de la aplicación de cuentas horarias, cuyo uso propicia una utilización más eficiente de las instalaciones eléctricas, permitiendo ventajas recíprocas para el usuario y el suministrador, así como beneficios para el país, es pertinente tal como lo recomendó la Junta de Gobierno de la Comisión Federal de Electricidad, hacer obligatoria la aplicación de éstas para los grandes usuarios del Sector Eléctrico.

Que asimismo y a fin de reflejar el costo real del servicio, procede conformar cuentas que considere las diferencias regionales y estacionales en los costos de suministro de energía eléctrica para los usuarios en media y alta tensión.

Que por lo anterior es conveniente suprimir las Tarifas 8 y 12, así como las modalidades horarias 12S y 12T, incorporándose a sus usuarios a un nuevo esquema tarifario en media y alta tensión de suministro.

Que con la finalidad de mejorar la eficiencia del sistema eléctrico se modifica la disposición complementaria de tarifas relativa al factor de potencia, elevando el valor mínimo sin penalización de 85% actual a 90% e introduciendo bonificaciones porcentuales para factores iguales o superiores a 90%.

Que conforme a la política establecida por el Gobierno Federal en materia económica, se han suprimido los subsidios en los precios internos de los combustibles a fin de que éstos correspondan a los vigentes en el mercado internacional.

Que los combustibles constituyen un componente importante en el costo del suministro de energía eléctrica, por lo cual y a fin de que las tarifas reflejen los costos reales del servicio, es pertinente se autorice a los suministradores la aplicación de una fórmula de ajuste en las facturaciones de los usuarios de alta tensión, que reflejen las variaciones de los precios internos de los combustibles, cualquiera que sea el sentido de las mismas.

Que el segundo párrafo del artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica autoriza expresamente a esta Secretaría para fijar tarifas especiales en horas de demanda máxima, demanda mínima o una combinación de ambas.

Que los consumidores que presentan altos factores de carga y altas demandas propician una mayor eficiencia en la utilización de las instalaciones, por lo cual es recomendable estimular dicho comportamiento y para tal efecto es pertinente fijar tarifas especiales para aquellos usuarios de alta tensión que presenten demandas superiores o iguales a 20,000 (veinte mil) kW y factores de carga mayores o iguales a 0.7 (setenta por ciento).

Que la Comisión Intersecretarial de Precios y Tarifas de los Bienes y Servicios de la Administración Pública Federal, estudió y analizó las necesidades y los diversos factores que deben tomarse en cuenta y en el correspondiente dictamen emitido, estima procedente se autorice los ajustes y modificaciones tarifarios solicitados.

Que con la propuesta de ajuste y reestructuración tarifarios, se atiende a una equitativa distribución social de los costos generales de producción; al racional consumo de energía eléctrica y al objetivo de lograr en forma gradual la obtención de los recursos propios, necesarios para la inversión que requiere el desarrollo del servicio público de energía eléctrica; por lo cual, a juicio de esta Secretaría, el estudio que sustenta la propuesta del sector eléctrico, con las modalidades aludidas, se ción a las normas y principios estatuidos en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y se justifica en razón de las obligaciones financieras y de los factores ya enunciados; y máxime que los ingresos derivados de la venta de energía eléctrica, solo compensarán parcialmente los costos de producción; he tenido a bien dictar el siguiente:

ACUERDO que autoriza el ajuste y reestructuración de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica.

PRIMERO. Se autoriza a la Comisión Federal de Electricidad y a las empresas en liquidación denominadas Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., Compañía de Luz y Fuerza de Puebla, S.A., Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S.A., y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S.A., a quienes en lo sucesivo se les denominará genéricamente "el Suministrador", el ajuste y reestructuración de las tarifas generales para el suministro y venta de energía eléctrica conforme a lo dispuesto en el presente.

SEGUNDO. Los cargos de las tarifas de servicio doméstico 1, 1A, 1B, 1C y 1D se incrementan en un 20.2% (veinte punto dos por ciento).

TERCERO. Los cargos de las tarifas de servicio general 2 y 3, de alumbrado público 5 y 5A, la de bombeo de aguas potables y negras 6, así como la de servicio temporal 7, se incrementan 21.3% (veintiuno punto tres por ciento).

CUARTO. La Tarifa 9 de Servicio de Bombeo para Riego Agrícola seguirá aplicándose de la misma manera, manteniéndose el factor de ajuste mensual acumulativo de 1.03 (uno punto cero tres) autorizada en el acuerdo tarifario publicado en el Diario Oficial de la Federación de 12 de noviembre de 1978.

QUINTO. Se establecen las tarifas O-M, H-M, H-S y H-T como se señala a continuación:

TARIFA O-M

TARIFA ORIGINARIA PARA SERVICIO GENERAL EN MEDIA TENSION CON DEMANDA MENOR A 1000 KW

1- APLICACION

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía en media tensión a cualquier uso, con una demanda menor a 1000 (mil) kilowatts.

2- CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1- Cargos por demanda máxima medala y por la energía consumida.

| Región | Cargo por kilowatt de demanda máxima medala | Cargo por kilowatt hora de energía consumida |
|----------------------------------|---|--|
| Baja California (junio octubre) | \$24 240 | \$142 44 |
| Baja California (noviembre mayo) | \$23 086 | \$135 65 |
| Baja California Sur | \$24 240 | \$142 44 |
| Central | \$23 778 | \$139 72 |
| Noreste | \$23 086 | \$135 65 |
| Noroeste (junio octubre) | \$24 240 | \$142 44 |
| Noroeste (noviembre mayo) | \$23 086 | \$135 65 |
| Porte | \$23 778 | \$139 72 |
| Peninsular | \$24 240 | \$142 44 |
| Sur | \$23 086 | \$135 65 |

Que con el objeto de extender los beneficios derivados de la aplicación de cuotas horarias, cuyo uso propicia una utilización más eficiente de las instalaciones eléctricas, permitiendo ventajas recíprocas para el usuario y el suministrador, así como beneficios para el país, es pertinente tal como lo recomendó la Junta de Gobierno de la Comisión Federal de Electricidad, hacer obligatoria la aplicación de éstas para los grandes usuarios del Sector Eléctrico.

Que asimismo y a fin de reflejar el costo real del servicio, procede conformar cuotas que consideren las diferencias regionales y estacionales en los costos de suministro de energía eléctrica para los usuarios en media y alta tensión.

Que por lo anterior es conveniente suprimir las Tarifas 8 y 12, así como las modalidades horarias 12S y 12T, incorporándose a sus usuarios a un nuevo esquema tarifario en media y alta tensión de suministro.

Que con la finalidad de mejorar la eficiencia del sistema eléctrico se modifica la disposición complementaria de tarifas relativa al factor de potencia, elevando el valor mínimo sin penalización de 85% actual a 90% e introduciendo bonificaciones porcentuales para factores iguales o superiores a 90%.

Que conforme a la política establecida por el Gobierno Federal en materia económica, se han suprimido los subsidios en los precios internos de los combustibles a fin de que éstos correspondan a los vigentes en el mercado internacional.

Que los combustibles constituyen un componente importante en el costo del suministro de energía eléctrica, por lo cual y a fin de que las tarifas reflejen los costos reales del servicio, es pertinente se autorice a los suministradores la aplicación de una fórmula de ajuste en las facturaciones de los usuarios de alta tensión, que reflejen las variaciones de los precios internos de los combustibles, cualquiera que sea el sentido de las mismas.

Que el segundo párrafo del artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica autoriza expresamente a esta Secretaría para fijar tarifas especiales en horas de demanda máxima, demanda mínima o una combinación de ambas.

Que los consumidores que presentan altos factores de carga y altas demandas propician una mayor eficiencia en la utilización de las instalaciones, por lo cual es recomendable estimular dicho comportamiento y para tal efecto es pertinente fijar tarifas especiales para aquellos usuarios de alta tensión que presenten demandas superiores o iguales a 20,000 (veinte mil) kW y factores de carga mayores o iguales a 0.7 (setenta por ciento).

Que la Comisión Intersecretarial de Precios y Tarifas de los Bienes y Servicios de la Administración Pública Federal, estudió y analizó las necesidades y los diversos factores que deben tomarse en cuenta y en el correspondiente dictamen emitido, estima procedente se autoricen los ajustes y modificaciones tarifarias solicitados.

Que con la propuesta de ajuste y reestructuración tarifarios, se atiende a una equitativa distribución social de los costos generales de producción; al racional consumo de energía eléctrica y al objetivo de lograr en forma gradual la obtención de los recursos propios, necesarios para la inversión que requiere el desarrollo del servicio público de energía eléctrica; por lo cual, a juicio de esta Secretaría, el estudio que sustenta la propuesta del sector eléctrico, con las modalidades aludidas, se cime a las normas y principios establecidos en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y se justifica en razón de las obligaciones financieras y de los factores ya enunciados; y máxime que los ingresos derivados de la venta de energía eléctrica, sólo compensarán parcialmente los costos de producción; he tenido a bien dictar el siguiente:

ACUERDO que autoriza el ajuste y reestructuración de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica.

PRIMERO Se autoriza a la Comisión Federal de Electricidad y a las empresas en liquidación denominadas Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca, S.A., Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S.A., y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S.A., a quienes en lo sucesivo se les denominará genéricamente "el Suministrador", el ajuste y reestructuración de las tarifas generales para el suministro y venta de energía eléctrica conforme a lo dispuesto en el presente.

SEGUNDO Los cargos de las tarifas de servicio doméstico 1, 1A, III, 1C y 1D se incrementan en un 20.2% (veinte puntos dos por ciento).

TERCERO Los cargos de las tarifas de servicio general 2 y 3, de alumbrado público 5 y 5A, la de bombeo de aguas potables y negras 6, así como la de servicio temporal 7, se incrementan 21.3% (veintiuno puntos tres por ciento).

CUARTO La Tarifa 9 de Servicio de Bombeo para Riego Agrícola, seguirá aplicándose de la misma manera, manteniéndose el factor de ajuste mensual acumulativo de 1.03 (uno punto cero tres) autorizado en el acuerdo tarifario publicado en el Diario Oficial de la Federación de 12 de noviembre de 1990.

QUINTO Se establecen las tarifas O-M, H-M, H-S y H-T con lo se señala a continuación:

TARIFA O-M

TARIFA ORDINARIA PARA SERVICIO GENERAL, EN MEDIA TENSION CON DEMANDA MENOR A 1000 KW

1.- APLICACION

Esta tarifa se aplicará a los servicios que desinen la energía en media tensión a cualquier uso, con una demanda menor a 1000 (mil) kilowatts.

2.- CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

2.1 - Cargos por demanda máxima medida y por la energía consumida.

| Región | Cargo por kilowatt hora de demanda máxima medida | Cargo por kilowatt hora de energía consumida |
|----------------------------------|--|--|
| Baja California (junio octubre) | \$24 240 | \$142 44 |
| Baja California (noviembre mayo) | \$23 086 | \$135 65 |
| Baja California Sur | \$24 240 | \$142 44 |
| Central | \$23 778 | \$139 72 |
| Noreste | \$23 086 | \$135 65 |
| Noroeste (junio octubre) | \$24 240 | \$142 44 |
| Noroeste (noviembre mayo) | \$23 086 | \$135 65 |
| Pampe | \$23 778 | \$139 72 |
| Peninsular | \$24 240 | \$142 44 |
| Sur | \$23 086 | \$135 65 |

Que con el objeto de extender los beneficios derivados de la aplicación de cuotas horarias, cuyo uso propicia una utilización más eficiente de las instalaciones eléctricas, permitiendo ventajas recíprocas para el usuario y el suministrador, así como beneficios para el país, es pertinente tal como lo recomendó la Junta de Gobierno de la Comisión Federal de Electricidad, hacer obligatoria la aplicación de éstas para los grandes usuarios del Sector Eléctrico.

Que asimismo y a fin de reflejar el costo real del servicio, procede conformar cuotas que consideren las diferencias regionales y estacionales en los costos de suministro de energía eléctrica para los usuarios en media y alta tensión.

Que por lo anterior es conveniente suprimir las Tarifas 8 y 12, así como las modalidades horarias 12S y 12T, incorporándose a sus usuarios a un nuevo esquema tarifario en media y alta tensión de suministro.

Que con la finalidad de mejorar la eficiencia del sistema eléctrico se modifica la disposición complementaria de tarifas relativa al factor de potencia, elevando el valor mínimo sin penalización de 85% actual a 90% e introduciendo bonificaciones porcentuales para factores iguales o superiores a 90%.

Que conforme a la política establecida por el Gobierno Federal en materia económica, se han suprimido los subsidios en los precios internos de los combustibles a fin de que éstos correspondan a los vigentes en el mercado internacional.

Que los combustibles constituyen un componente importante en el costo del suministro de energía eléctrica, por lo cual y a fin de que las tarifas reflejen los costos reales del servicio, es pertinente se autorice a los suministradores la aplicación de una fórmula de ajuste en las facturaciones de los usuarios de alta tensión, que refleje las variaciones de los precios internos de los combustibles, cualquiera que sea el sentido de las mismas.

Que el segundo párrafo del artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica autoriza expresamente a esta Secretaría para fijar tarifas especiales en horas de demanda máxima, demanda mínima o una combinación de ambas.

Que los consumidores que presentan altas factores de carga y altas demandas propician una mayor eficiencia en la utilización de las instalaciones, por lo cual es recomendable estimular dicho comportamiento y para tal efecto es pertinente fijar tarifas especiales para aquellos usuarios de alta tensión que presenten demandas superiores o iguales a 20,000 (veinte mil) kW y factores de carga mayores o iguales a 0.7 (reero punto siete).

Que la Comisión Intersecretarial de Precios y Tarifas de los Bienes y Servicios de la Administración Pública Federal, estudió y analizó las necesidades y los diversos factores que deben tomarse en cuenta y en el correspondiente dictamen emitido, estima procedente se autorice los ajustes y modificaciones tarifarios solicitados.

Que con la propuesta de ajuste y reestructuración tarifarios, se atiende a una equitativa distribución social de los costos generales de producción; al racional consumo de energía eléctrica y al objetivo de lograr en forma gradual la obtención de los recursos propios, necesarios para la inversión que requiere el desarrollo del servicio público de energía eléctrica; por lo cual, a juicio de esta Secretaría, el estudio que sustenta la propuesta del servicio eléctrico, con las modalidades aludidas, se cinge a las normas y principios establecidos en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y se justifica en razón de las obligaciones financieras y de los factores ya enunciados; y máxime que los ingresos derivados de la venta de energía eléctrica, sin compensar parcialmente los costos de producción; he tenido a bien dictar el siguiente:

ACUERDO que autoriza el ajuste y reestructuración de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica.

PRIMERO. Se autoriza a la Comisión Federal de Electricidad y a las empresas en liquidación denominadas Compañía de Luz y Fuerza del Centro S.A., Compañía de Luz y Fuerza de Pacífico S.A., Compañía Mexicana Interzonal de Fuerza S.A., y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca S.A., a quienes, en lo sucesivo se les denominará genéricamente "el Suministrador", el ajuste y reestructuración de las tarifas generales para el suministro y venta de energía eléctrica conforme a lo dispuesto en el presente.

SEGUNDO. Los cargos de las tarifas de servicio doméstico I, IA, IB, II y III se incrementan en un 20.2% (veinte punto dos por ciento).

TERCERO. Los cargos de las tarifas de servicio general 2 y 3, de alumbrado público 5 y 5A, la de bombeo de aguas potables y negras 6, así como la de servicio corporad 7, se incrementan 21.3% (veintiuno punto tres por ciento).

CUARTO. La Tarifa 9 de Servicio de Bombeo para Riego Agrícola, seguirá aplicándose de la misma manera, manteniéndose el factor de ajuste mensual acumulativo de 1.03 (uno punto cero tres) autorizado en el acuerdo tarifario publicado en el Diario Oficial de la Federación de 12 de noviembre de 1990.

QUINTO. Se establecen las tarifas D-M, H-M, H-S y H-T como se señala a continuación:

TARIFA O-M

TARIFA ORDINARIA PARA SERVICIO GENERAL EN MEDIA TENSION CON DEMANDA MENOR A 1000 KW

1.- APLICACION

Esta tarifa se aplicará a los servicios que desinen la energía en media tensión a cualquier uso, con una demanda menor a 1000 (mil) kilowatts.

2.- CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1.- Cargos por demanda máxima medida y por la energía consumida.

| Región | Cargo por kilowatt de demanda máxima medida | Cargo por kilowatt hora de energía consumida |
|----------------------------------|---|--|
| Baja California (junio octubre) | \$24 240 | \$142 44 |
| Baja California (noviembre mayo) | \$23 086 | \$135 65 |
| Baja California Sur | \$24 240 | \$142 44 |
| Central | \$23 778 | \$139 72 |
| Edomex | \$23 086 | \$135 65 |
| Morelia (junio octubre) | \$24 240 | \$142 44 |
| Morelia (noviembre mayo) | \$23 086 | \$135 65 |
| Norte | \$23 778 | \$139 72 |
| Península | \$24 240 | \$142 44 |
| Sur | \$23 086 | \$135 65 |

3 - MINIMO MENSUAL

El importe que resulte de aplicar 20 (veinte) veces el cargo por kilowatt de demanda facturable.

4 - DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 85% (ochenta y cinco por ciento).

Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

5 - HORARIO

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizará el horario oficial que rige en el Territorio Nacional, por Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación del 24 de abril de 1982.

6 - PERIODOS DE PUNTA Y BASE

Periodo de Punta: Es el tiempo comprendido entre las 18:00 (dieciocho) y las 22:00 (veintidos) horas, de lunes a sábado. A excepción de los Regiones Baja California, Baja California Sur y Noroeste, para las cuales y durante los meses de Junio a Octubre será el tiempo comprendido de las 16:00 (dieciseis) a las 22:00 (veintidos) horas.

Los días de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial, se exceptúan de esta consideración.

Periodo de Base: El resto de las horas del mes, no comprendidas en el Periodo de Punta.

7 - DEMANDA FACTURABLE

La Demanda Máxima Medida en Periodo de Punta se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indiquen la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos del Periodo de Punta, en el cual el consumo de energía eléctrica del consumidor sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el Periodo de Punta.

La Demanda Máxima Medida en Periodo de Base se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indiquen la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos del Periodo de Base, en el cual el consumo de energía eléctrica del consumidor sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el Periodo de Base.

Diferencia de Demandas: Es el resultado de restar a la Demanda Máxima Medida en Periodo de Base la Demanda Máxima Medida en Periodo de Punta, cuando esta diferencia sea positiva. En aquellos casos en que la Demanda Máxima Medida en Periodo de Punta sea superior a la Demanda Máxima Medida en Periodo de Base, la Diferencia de Demandas será igual a 0 (cero).

Demanda Facturable: Es el resultado de sumar a la Demanda Máxima Medida en Periodo de Punta, la quinta parte de la Diferencia de Demandas.

Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

8 - ENERGIA DE PUNTA Y DE BASE

Energía de Punta: Es la energía consumida durante el Periodo de Punta.

Energía de Base: Es la energía consumida durante el Periodo de Base.

9 - DEPOSITO DE GARANTIA

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a la demanda contratada.

TARIFA II-T**TARIFA HORARIA PARA SERVICIO GENERAL EN ALTA TENSION, NIVEL TRANSMISION****1 - APLICACION**

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso suministrados en alta tensión, nivel transmisión.

2.- CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1.- Cargos por la demanda facturable, por la energía de base y por la energía de punta

| Región | Cargo por kilowatt de demanda facturable | Cargo por kilowatt-hora de energía de punta | Cargo por kilowatt-hora de energía de base |
|----------------------------------|--|---|--|
| Baja California (junio-enero) | \$25.681 | \$170.06 | \$94.36 |
| Baja California (noviembre-mayo) | \$24.459 | \$163.96 | \$89.87 |
| Baja California Sur | \$25.681 | \$170.06 | \$94.36 |
| Central | \$24.459 | \$166.82 | \$92.56 |
| Noreste | \$24.459 | \$163.96 | \$89.87 |
| Noreste (junio-enero) | \$25.681 | \$170.06 | \$94.36 |
| Noreste (noviembre-mayo) | \$24.459 | \$163.96 | \$89.87 |
| Sur | \$25.681 | \$170.06 | \$94.36 |
| Yucatán | \$24.459 | \$163.96 | \$89.87 |

3.- MINIMO MENSUAL

El importe que resulte de aplicar 20 (veinte) veces el cargo por kilowatt de demanda facturable.

4.- DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 85% (ochenta y cinco por ciento).

Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

5.- HORARIO

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizará el horario oficial que rige en el Tratado Nacional, por Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación del 24 de abril de 1942.

6.- PERIODOS DE PUNTA Y BASE

Periodo de Punta: Es el tiempo comprendido entre las 18:00 (dieciocho) y las 22:00 (veintidos) horas, de lunes a sábado. A excepción de las Regiones Baja California, Baja California Sur y Sonora, para las cuales y durante los meses de Junio a Octubre será el tiempo comprendido de las 16:00 (dieciséis) a las 22:00 (veintidos) horas.

Los días de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial, se exceptúan de esta consideración.

Periodo de Base: El resto de las horas del mes, no comprendidas en el Periodo de Punta.

7.- DEMANDA FACTURABLE

La Demanda Máxima Medida en Periodo de Punta se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos del Periodo de Punta, en el cual el consumo de energía eléctrica del consumidor sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el Periodo de Punta.

La Demanda Máxima Medida en Periodo de Base se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos del Periodo de Base, en el cual el consumo de energía eléctrica del consumidor sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el Periodo de Base.

Diferencia de Demandas: Es el resultado de restar a la Demanda Máxima Medida en Periodo de Base la Demanda Máxima Medida en Periodo de Punta, cuando esta diferencia sea positiva. En aquellos casos en que la Demanda Máxima Medida en Periodo de Punta sea superior a la Demanda Máxima Medida en Periodo de Base, la Diferencia de Demandas será igual a 0 (cero).

Demanda Facturable: Es el resultado de sumar a la Demanda Máxima Medida en Periodo de Punta, la quinta parte de la Diferencia de Demandas.

Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

8.- ENERGIA DE PUNTA Y DE BASE

Energía de Punta: Es la energía consumida durante el Periodo de Punta.

Energía de Base: Es la energía consumida durante el Periodo de Base.

9. DEPOSITO DE GARANTIA

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a la demanda contratada.

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

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

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

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

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

En los casos en que el suministrador tenga disponibles dos o más tensiones que puedan ser utilizadas para suministrar el servicio, y éstas originen la aplicación de tarifas diferentes, el suministrador proporcionará al usuario los datos necesarios para que éste decida la tensión en la que contratará el servicio.

SEPTIMO. Para la aplicación de las cuotas a que se refieren las tarifas O-M, H-M, H-S y H-T en las diferentes regiones, éstas se encuentran comprendidas por los siguientes municipios.

1. REGION BAJA CALIFORNIA

Todos los municipios del Estado de Baja California.

Municipios del Estado de SONORA: San Luis Río Colorado.

2. REGION BAJA CALIFORNIA SUR

Todos los municipios del Estado de Baja California Sur.

3. REGION NOROESTE

Todos los municipios del Estado de Sonora excepto el comprendido en la REGION BAJA CALIFORNIA

Todos los municipios del Estado de SINALOA.

4. REGION NORTE

Todos los municipios de los Estados de CHIHUAHUA y DURANGO.

Municipios del Estado de ZACATECAS: Chalchabuites, Jiménez del Teul, Sombrerete, Sata Alto, Jerez, Juan Aldama, Río Grande, General Francisco Murguía, Mazapil, Melchor Ocampo.

Municipios del Estado de COAHUILA: Torréón, San Pedro de las Colonias, Matamoros, Viesca, Parras de la Fuente y Francisco I. Madero.

5. REGION NORESTE

Todos los municipios de los Estados de NUEVO LEON y TAMAULIPAS.

Todos los municipios del Estado de COAHUILA excepto los comprendidos en la REGION NORTE.

Municipios del Estado de ZACATECAS: Concepción del Oro y El Salvador.

Municipios del Estado de SAN LUIS POTOSÍ: Vanegas, Cedral, Corritos, Gradaicazar, Ciudad Fernández, Riverdale, San Cirio de Arista, Lagunillas, Santa Catarina, Rayón, Cárdenas, Alaquines, Ciudad del Maíz, Ciudad Valles, Tamazopo, Aquismón, Avila de Tercezas, Tamaranchale, Huehuetlán, Tamuin, Tancabuitz, Tanlapas, San Antonio, Coscatalán, Tampamulón, San Vicente Tancuavalah, Ebano, Xilitla, Tampacan, Tanquian de Escobedo.

Municipios del Estado de VERACRUZ: Pánuco, Temporal, Pueblo Viejo, Tampico Alto, Orzuama de Mazarceñas, El Higo, Huasacoetla.

6. REGION CENTRAL

Todas las Delegaciones del DISTRITO FEDERAL.

Municipios del Estado de MEXICO: Tultepec, Tultitlán, Ixtapaluca, Chalco de Díaz Covarrubias, Huixquilucan de Degollado, San Mateo Atenco, Toluca, Santa Cruz Atzacapan, Cuautitlán, Cuaculco, Cuautitlán Ixtalli, Atzacapan de Zaragoza, Huanquilar, Nautlan de Juárez, Ecatepec, Chimalhuacán, Chicoloapan, Texcoco, Ciudad Nezahualcoyotl, Los Reyes La Paz.

Municipios del Estado de MORELOS: Cuernavaca.

7. REGION SUR

Todos los municipios de los Estados de:

NAYARIT, JALISCO, COLIMA, MICHOACAN, AGUASCALIENTES, GUANAJUATO, QUERETARO, HIDALGO, GUERRERO, TLAXCALA, PUEBLA, OAXACA, CHIAPAS, TABASCO

Todos los Municipios de los Estados de **ZACATECAS, SAN LUIS POTOSI Y VERACRUZ** no comprendidos en la REGION NORTE o en la Región NOROCCIDENTAL.

Todos los Municipios de los Estados de **MEXICO y MORELOS** no comprendidos en la REGION CENTRAL.

8. REGION PENINSULAR

Todos los municipios de los Estados de: **YUCATAN, CAMPECHE y QUINTANA ROO.**

OCTAVO A partir de la entrada en vigor del presente Acuerdo, se suprimen las tarifas 8, 12, 12S y 12T, en el concepto de que continuarán rigiendo en lo conducente las reglas de aplicación y las complementarias de dichas tarifas, respecto a las tarifas a que se refiere el 5o (quinto) resolutive del presente Acuerdo.

Los usuarios de la Tarifa 8 que hayan registrado una demanda máxima medida mayor a 1000 (mil) kilowatts en forma consecutiva durante los tres meses anteriores a la entrada en vigor del presente Acuerdo, serán incorporados a la Tarifa 11-M. Los demás usuarios de la Tarifa 8 serán incorporados a la Tarifa 0-M.

Los usuarios de las Tarifas 12, 12S y 12T serán incorporados a las Tarifas 11-S o 11-T, según la tensión de suministro.

NOVENO Queda sin efecto el descuento del 5% (cinco por ciento) establecido en el quinto punto del acuerdo de esta Secretaría, publicado en el Diario Oficial de la Federación de 31 de diciembre de 1986.

DECIMO Se autoriza al suministrador para que celebre con los usuarios de tarifa 0-M que así lo soliciten, convenios que les permitan incorporarse a la tarifa 11-M.

DECIMO PRIMERO Los usuarios de la tarifa 6 Servicio para Bombeo de Aguas Potables o Negras, de Servicio Público, podrán solicitar su incorporación a la tarifa de uso general que corresponda a las condiciones del suministro.

DECIMO SEGUNDO Se modifica la disposición complementaria de tarifas No 4 (cuatro) contenida en el Acuerdo que fija las tarifas generales y disposiciones complementarias para la venta de energía eléctrica, publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 2 de agosto de 1982, para quedar en los siguientes términos:

4. FACTOR DE POTENCIA.

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

Fórmula de Recargo:

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

Fórmula de Bonificación:

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

Donde FP, es el Factor de Potencia expresado en por ciento.

Los valores resultantes de la aplicación de estas fórmulas se redondearán a un solo decimal, por defecto o por exceso, según sea o no menor que 5 (cinco) el segundo decimal. En ningún caso se aplicarán porcentajes de recargo superiores a 120% (ciento veinte por ciento), ni porcentajes de bonificación superiores a 2.5% (dos punto cinco por ciento).

TRANSITORIOS

PRIMERO El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y en dos periódicos de circulación nacional.

SEGUNDO La Tarifa 11-M a la que se refiere el resolutive quinto del presente Acuerdo, surtirá efecto a partir de la instalación del equipo de medición adecuado que lleve a cabo el suministrador en el domicilio de los usuarios, en tanto se les aplique la Tarifa 0-M.

TERCERO. A los usuarios con un factor de potencia entre 85% (ochenta y cinco por ciento) y 90% (noventa por ciento) se les concede un plazo de seis meses para adecuar sus instalaciones sin que se les apliquen los recargos a que se refiere el resolutivo Décimo Segundo de este Acuerdo. Asimismo, para los usuarios con un factor de potencia inferior a 85% (ochenta y cinco por ciento), los recargos a que se refiere dicho resolutivo, surtirán efecto a partir del 7o. (séptimo) mes, en tanto, se les aplicará el procedimiento vigente hasta la fecha de entrada en vigor del presente Acuerdo.

CUARTO. El suministrador del servicio deberá someter a la aprobación de esta Secretaría, en un plazo no mayor de 90 (noventa) días a partir de la fecha de entrada en vigor del presente acuerdo, un procedimiento para el ajuste automático de las tarifas O-M, H-M, H-S y H-T por las fluctuaciones que ocurran en los precios de los combustibles.

Además, en el mismo plazo deberá someter a la aprobación de esta Secretaría, tarifas especiales conforme a lo previsto en el segundo párrafo del artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, para usuarios de tarifas H-S y H-T que cumplan los requisitos establecidos en el antepenúltimo párrafo de los considerados del presente Acuerdo y que así lo soliciten.

- QUINTO. Desde la fecha de entrada en vigor de este Acuerdo y en lo que se oponga al mismo, quedan derogadas las disposiciones administrativas en materia tarifaria expedidas con anterioridad.

Atentamente

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, Distrito Federal, a nueve de noviembre de mil novecientos noventa y uno - El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Pedro Aspe Armella.- Rúbrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ing. Luis Argudin Bernal Sistema de protección y monitoreo de líneas. Trabajo presentado en la IV reunión de verano de potencia en Acapulco Gro. 21 al 26 de julio de 1991.

William H. Sampson Controlling electric demanda with a programmable controller. Expuesto en la 11/a Conferencia Anual de Controladores Programables en Chicago Illinois el 31 de marzo de 1982.

General Electric Co. Sigmatic Energy Recorder. Catalogo de productos.

Ferranti. Energy Management. CEDREC I, II y III. Catalogo distribuido por Técnica Salgar S.A. México D.F.

Clark W. Gellings y Sarosh N. Talukdar Load Management Concepts. Artículo editado por el IEEE el 19 de julio de 1986.

Naomitsu Furukawa y Seiju Ichijo. Demand Controller. TOSDEMARC. Toshiba Review No. 124 nov-dic 1979.

Building Services and Environmental Engineer, julio 1983
Overview of electronic management systems. Reader Reply No.12.

James H. Plankenhorn. Demand control--user/utility viewpoints. Specifying engineer, junio de 1981

W. S. Watson. Electronic energy management. Energy Digest, octubre de 1981.

Tecnor Electrónica y Control, S.A. de C.V. Catalogo del producto Tecnor. N.L. Mexico.

D. Goldblatt. New dimensions in maximum demand management and control. The transactions of the s.a. Institute of Electrical Engineers, agosto de 1979.

Ing. Roberto Espinosa y Lara. Apuntes de Sistemas Electricos de Distribucion. FI UNAM 1989.

Roger D. Levy. Control Strategies for Load Managenet. Electric Power Research Institute. EM-3882 Research Project 2035-4 Final Report, july 1985. Sacramento California 95864.

J.S. Horton, Bill Prince, A.M. Sasson, W.T. Wynne and Frances Cleveland. Advances in Energy Management Systems. IEEE Transactions on Power Systems, Vol.PWRS 1 No.3. agosto 1986.

Martin Delson, George C. Ferrell, M.L. Chan and Brian Flattery. A Statewide Load Control System at North Carolina, Electric Membership Corp. IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-104 No.6 junio de 1985.

I.Bózsó, I.Halmos, K.Jáky. Microprocessor Controlled Energy Management System. Fourth International Conference on: Metering, Apparatus and Tariffs for Electricity Supply, 26-28 de octubre de 1982.

Sandford V. Berg. Innovative Electric Rates. Ed. Lexington Books. Lexington , Massachusetts Toronto Canada.

Donald Kern. Square D Co. Energy Management at your fingertips. Conference Record Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference, presentada en la Reunion Anual de 1983 en el Hotel Hyatt- Regency Milwaukee, Wi. del 9 al 12 de mayo.

Frederick T. Morse. Centrales Electricas 3a. Edición 1988. Ed. Continental S.A. de C.V.

Ampere, Landis & Gyr. Catalogo FEH1. Reduce Energy costs with the DUOMAX. Static Load Controller.