Capitulo 4: Manejo de Carga

4.1 Definición de Manejo de Carga

Manejo de carga es el control del uso de energía eléctrica u otras formas de energía por medio de la reducción u optimización de la cantidad de tal uso y la razón de tal uso (demanda).

En el caso de sistemas de potencia eléctricos servidos por una distribuidora o un sistema de generación privados o ambos, el uso de la energía eléctrica en kilowatthora (kWh), uso de energía reactiva en kilovarhora (kvarh), demanda de potencia real en kilowatt (kW), demanda de potencia aparente en kilovoltamperios (kVA), demanda de potencia reactiva en kilovars (kvar), factor de potencia (usualmente una penalización), y factor de carga son los ítems a ser controlados o manejados. Como un método general aquellos ítems que son facturables o que pueden ser controlados, en costo son aquellos que son incorporados en el sistema de administración de energía.

El ítem controlado más frecuentemente es la demanda eléctrica, ya que es el más susceptible para ahorros a corto plazo. La demanda eléctrica, a menudo representando, en parte el costo de generación adicional para la distribuidora, es usualmente un ítem de costo elevado; los picos de demanda pueden introducir costos anormalmente elevados durante el periodo completo de facturación (usualmente un mes), o en el caso de una cláusula de arrastre, durante muchos periodos (por lo menos seis meses).

Mucha gente define de manera estrecha el manejo de carga como control de demanda pero la buena ingeniería dicta que se debe controlar el uso eléctrico 24 horas cada día y 365 cada año. Este concepto demanda el corte de cargas aun durante las horas de uso mas bajas del ciclo de carga de la planta.

El control de energía representa la reducción en el uso total de kWh o algunas veces kVA. El control de energía es realizado más a menudo por medio de la metodología del control de demanda; sin embargo el corte de carga automatizado, la reducción del nivel de iluminación, el control de tiempo de aparatos que usan energía, y el control interactivo de parámetros que determinan la razón de gasto (un termostato sirve como un ejemplo simple) son los métodos mas comunes para el control de energía. En contraste al control de demanda, la única ocasión en que el uso en exceso de energía es reconocido es cuando se recibe la factura de electricidad, probablemente semanas o meses después del evento.

La aplicación de conceptos de manejo de carga requiere una comprensión de las tarifas de la distribuidora, auditar, y medir, también como un conocimiento del proceso y de la carga siendo controlada. El ingeniero primero debe auditar y medir el sistema y luego determinar cuales de las cargas eléctricas pueden ser reducidas. Con este conocimiento el programa de manejo de carga puede comenzar.

4.2 Técnicas de control de demanda

Recortar los tipos de potencia sin sacrificar la calidad, ni la cantidad de producción, ni los servicios básicos forman la esencia del control de demanda.

El principio fundamental del control de demanda es bastante simple. Tan solo es necesario determinar a que hora del día y en cuales días ocurren los picos y luego determinar cuales cargas se encuentran en uso a esa hora. Luego se debe determinar la magnitud de las cargas y se deben tomar decisiones respecto a que operaciones pueden ser cortadas o diferidas para reducir el pico de demanda y la factura de potencia.

4.2.1 Métodos de control manual de demanda

Los beneficios máximos se pueden obtener mejor de un estudio de potencia en la planta concentrados en aquellas áreas de la planta en donde es rentable tener registros continuos hechos por medio de la instalación de instrumentación permanente. Los registros totales de la planta mostraran como contribuye cada pieza de equipo al cuadro total de carga y revelaran cuales equipos están operando dentro de las especificaciones. Las áreas de desperdicio de energía deberían ser identificadas.

Si ciertos sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, u otros no esenciales en la planta pueden ser apagados cuando el edificio no está ocupado o durante unos pocos minutos durante el periodo de demanda pico, un *timer* puede ser un controlador de demanda muy efectivo. Los sistemas de iluminación externa e interna son también candidatos pata control de tiempo. Todos los sistemas basados en reloj de tiempo tienen limitaciones. A menos de que se utilice un tipo de reloj astronómico o de siete días, el controlador debe ser reajustado frecuentemente. Una interrupción de potencia puede requerir un restablecimiento del tiempo a menos que el *timer* tenga un respaldo de resorte mecánico o una fuente de potencia de respaldo por batería en el caso de *timers* electrónicos.

Con medición apropiada, la demanda puede ser controlada manualmente, simplemente observando los medidores. Idealmente las lecturas locales deberían ser transmitidas a un punto común, en donde un operador (o preferentemente algún dispositivo) pueda observar la tasa de consumo, el operador inicia la remoción de carga apagando la carga no critica para mantener la demanda debajo de un nivel predeterminado. Un sistema de comunicación confiable o un control remoto deben ser instalados para que el operador inicie la acción de apagado o encendido.

Las ventajas del control manual son que muestra como puede ser realizado cortando la demanda, las inversiones son pequeñas, permite a la administración detectar los problemas que eventualmente tendrá que encarar si pasa a alguna forma de corte de carga automática.

La esencia de casi todos los controles manuales es la provisión de medición y alarmas que están disponibles inmediatamente para los operadores. La lectura diaria o semanal de los medidores de la distribuidora los cuales a menudo se encuentran instalados remotamente son inadecuados. En su lugar, las lecturas, tanto predictivas y totalizadas, deberían de estar

disponibles en el lugar del operador. El registro de la información ya sea manual o automáticamente estimulará a los operadores a mantenerse alertas. Si tal control es importante, las alarmas deben estar disponibles para indicar que se requiere una acción; la información casual de los medidores no es adecuada para este propósito.

4.2.2 Controladores automáticos

Cuando se desea una operación más compleja, se debe instalar un controlador automático de demanda.

Los controladores automáticos se pueden clasificar por su principio de operación: demanda instantánea, tasa ideal, tasa de convergencia, predicción de demanda, e integral continúa.

La mayoría de controladores de demanda requiere entradas de señales de pulso derivadas del medidor de demanda de la distribuidora. Un grupo de pulsos indica la tasa de uso y el otro grupo de pulsos indica el intervalo de demanda. El controlador observa cada intervalo para determinar la tasa o velocidad de uso.

4.2.2.1 Demanda Instantánea

Con un controlador de demanda instantánea (Figura 4-1a), la acción se toma cuando la demanda instantánea excede el valor de ajuste establecido. Un valor de ajuste es determinado para el intervalo de demanda. La acumulación en línea recta o uso constante se asumen. Cuando un cuarto del intervalo de demanda ha transcurrido, la demanda acumulada o el uso de kilowatthora no debería ser mayor que el 25%. Las cargas son conectadas y desconectadas de acuerdo con este criterio. Este modo de operación puede provocar ciclos cortos de las cargas.

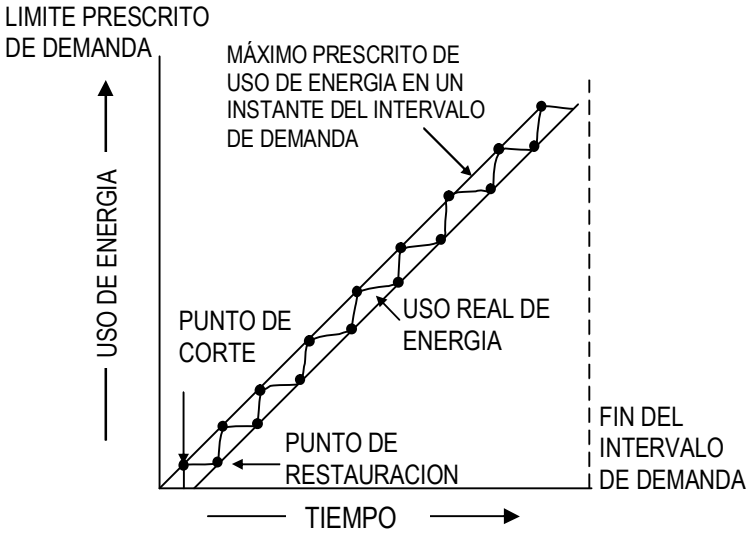

Figura 4-1a. Principio de Demanda Instantánea

4.2.2.2 Tasa Ideal

Con un controlador de tasa ideal (Figura 4-1b) se define un limite de demanda y se establece una pendiente para definir cuando el uso indica que este limite esta a punto de ser sobrepasado. El controlador de tasa ideal no comienza de cero en el inicio del intervalo de demanda sino que a partir de un punto de desplazamiento establecido que toma en cuenta cargas no discrecionales, la pendiente de la tasa ideal de la curva de uso es aquella definida por este punto de desplazamiento y por una demanda máxima escogida. El desplazamiento proporciona una barrera contra acciones innecesarias al inicio del intervalo de demanda.

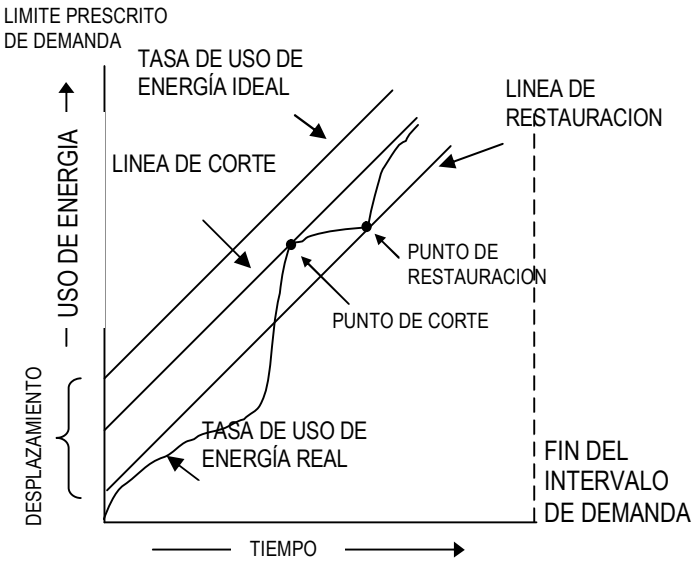

Figura 4-1b. Principio de Tasa Ideal

4.2.2.3 Tasa de Convergencia

El controlador de la tasa de convergencia (Figura 4-1c) trabaja como el controlador de tasa ideal, pero funciona basado en una curva de uso acumulada cuyo límite superior está definido por la demanda máxima especificada. También emplea un desplazamiento para minimizar la operación errónea al inicio del intervalo de demanda. Pero a diferencia del controlador de tasa ideal, en el cual las líneas de tasa de uso se establecen paralelas para las cargas, las líneas de carga del controlador de tasa de convergencia no son paralelas. Ellas convergen en el punto de demanda máxima para permitir control fino cerca del fin del intervalo de demanda cuando la demanda registrada acumulada puede estar críticamente cerca del punto de ajuste.

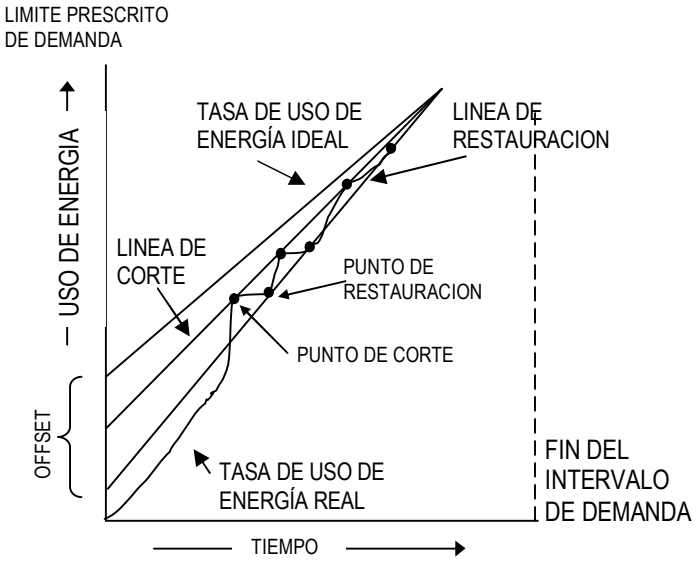

Figura 4-1c. Principio de Tasa de Convergencia

4.2.2.4 Predicción de demanda

Con un controlador de predicción de demanda (Figura 4-1d), el uso promedio es monitoreado periódicamente durante el intervalo de demanda y comparado con el uso instantáneo en aquel momento particular. Esta información se usa para desarrollar continuamente una curva de predicción del uso para el resto del intervalo. Si la curva de predicción indica que el punto de ajuste objetivo puede ser excedido, se toman acciones.

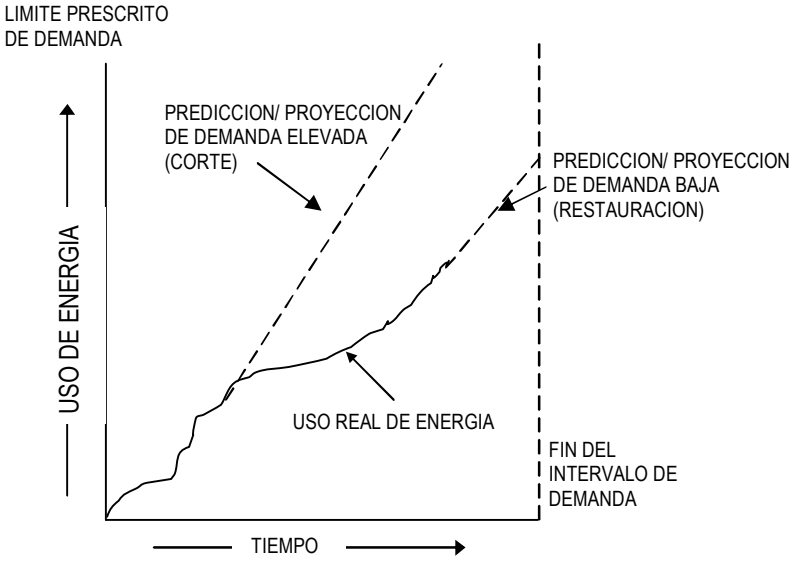

Figura 4-1d. Principio de Predicción de Demanda

4.2.2.5 Integral Continua

El controlador de integral continua supervisa continuamente el uso de potencia, en lugar de supervisar solamente cuando se transmite una señal de pulso de tiempo desde el medidor de demanda de la compañía distribuidora. Cuando se requiere alguna acción, el controlador activa un *timer* de ciclo remoto, el cual corta las cargas durante un periodo fijo predeterminado.

4.3 Sistema de supervisión y control

Un sistema de control y supervisión debe considerar toda la planta, incluyendo el uso de combustible en la producción de vapor de proceso, agua caliente, agua fría y electricidad, uso de energía en el proceso de producción para mantener el ambiente de la planta, y el costo de la electricidad comprada. Este sistema de administración consiste de tres niveles jerárquicos: los niveles de operación, supervisión y planeación administrativa (Figura 4-2) los datos dentro de esta jerarquía requieren más manipulación y refinamiento a medida que se progresa desde un nivel inferior a uno superior.

Los usos para los sistemas de administración son tan diversos como los procesos a los cuales ellos sirven. Los más obvios se describen a continuación:

4.3.1 Distribución de energía

Al monitorear la producción y compras de potencias los ingenieros pueden recomendar cambios en la distribución o compra de energía.

4.3.2 Supervisión del consumo de energía

La supervisión y evaluación constante del uso de la energía por departamentos o por áreas puede prevenir consumos extraordinarios.

4.3.3 Métodos de conservación

El análisis por computadora de las condiciones de la planta puede reducir sustancialmente la demanda y algunas veces el consumo.

4.3.4 Corte de cargas

El corte selectivo de cargas de baja prioridad puede minimizar los picos de demanda. El corte de cargas también es valioso cuando las distribuidoras colocan techos absolutos o penalizaciones por el uso excesivo en la cantidad de energía suministrada.

4.3.5 Cogeneración

Un controlador de energía basado en computadora es beneficioso para una planta usando vapor de proceso para generar potencia para uso interno. Si el gas producido colateralmente debe ser quemado como parte del combustible, el controlador determina la mezcla

económica de combustible comprado con gas desperdiciado que se necesita para producir el vapor necesario para generación eficiente de potencia.

4.3.6 Predicción de Mantenimiento

La detección temprana de temperaturas en incremento, corrientes anormales u otras irregularidades de operación durante la supervisión normal por la computadora puede señalar que se requiere mantenimiento antes de que equipo se dañe. Los ahorros en costos de mantenimiento pueden ser significativos.

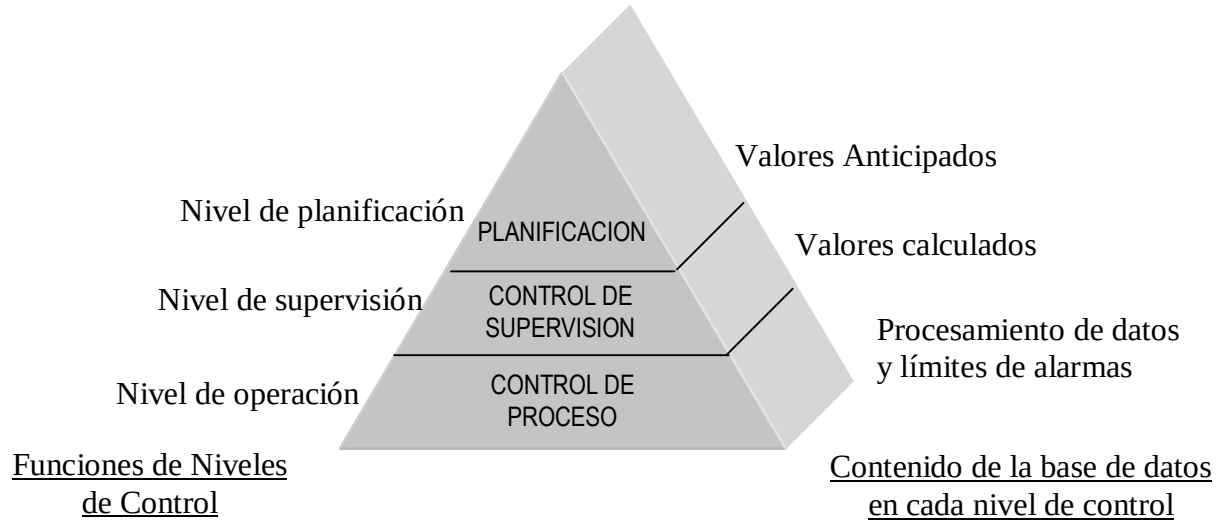

Figura 4-2. Pirámide de control jerárquico y niveles de control

4.4 Justificación económica para sistemas de manejo de carga

Un sistema de manejo de carga puede brindar ahorros sustanciales ya sea por medio de costos de energía reducidos, o por medio de incrementos de producción sin incrementos correspondientes en requerimientos energéticos. Para sistemas complejos, el retorno sobre las inversiones (ROI por sus iniciales en ingles) para costos disminuidos y ganancias incrementadas puede que no sea suficiente para justificar la inversión inicial dentro del tiempo especificado por la compañía. Muchas compañías pueden justificar sistemas de administración de energía sobre una base ROI cuando el concepto de producción perdida debido a cortes es cuantificado y facturado dentro del análisis ROI.

La administración en la actualidad puede hacer inversiones para optimizar el uso de la energía. Algunas industrias pueden ser obligadas por los gobiernos a reducir las demandas de energía. Otras industrias tendrán que probar que su uso de energía ya cumple o excede los estándares de la industria para eficiencias en términos de la energía consumida por unidad de producto.

Beneficios adicionales pueden encontrarse desde un sistema de administración de energía basado en computadora permitiendo a la computadora realizar otras tareas. La capacidad de adquisición de datos y de elaboración de reportes de la computadora puede ser usada para supervisar y registrar la operación del equipo de control de contaminación. Su habilidad para programar mantenimiento preventivo puede ser usada para proteger todos los equipos principales de la planta, no solo aquellos conectados para la producción o uso de la energía. El manejo de carga puede resultar económico cuando se hace en conjunción con otras funciones.