

Capítulo 1: Administración de Energía en Sistemas Industriales y Comerciales

Generalidades

1.1 Alcances

Después del embargo de petróleo de 1973 se despertó gran interés alrededor del mundo acerca de los temas de ahorro energético. Los países europeos todavía recuerdan el invierno del 73 en medio de medidas extremas de racionamiento energético tales como la prohibición de usar el automóvil los fines de semana, y el uso a cuenta-gotas de la calefacción en las viviendas. Esta época ha dejado una secuela en Europa que todavía se puede detectar por parte del visitante observador. Por ejemplo en los edificios de apartamentos, los interruptores para encendido y apagado de las luces de pasillos y escaleras son casi siempre temporizados, estableciendo un tiempo de 30 segundos antes de que las luces se apaguen, todo esto con el propósito de que los usuarios descuidados no dejen encendidas las luces indefinidamente. Estas prácticas se pueden establecer solamente si los constructores (de los edificios) tienen como referencia, normas de construcción que toman en cuenta criterios de eficiencia energética.

Quizás el ejemplo más importante de normas y leyes relacionadas a la eficiencia energética son las de penalización del factor de potencia. Los países europeos que en su gran mayoría carecen de recursos petrolíferos propios fueron los primeros en establecer límites muy severos para el factor de potencia a partir de la gran crisis energética de 1973. No es inusual encontrar límites para el factor de potencia de 0.95 o aún de 1.0. Esta política incentivó un mercado para las tecnologías de ahorro de energía, tales como los bancos de condensadores para compensación del factor de potencia.

Después de 1973 algunos vendedores muy ingeniosos llegaron al extremo de ofrecer la instalación “gratuita” de bancos de condensadores (incluyendo su mantenimiento de por vida), a condición (por contrato) de compartir los ahorros con el industrial, o dueño de la instalación. Los ingenieros por medio de sus asociaciones (AEI en Italia, VDE en Alemania, IEEE en Estados Unidos, etc.) desarrollaron Normas y Prácticas Recomendadas para Ingenieros con el propósito de proporcionar prácticas de diseño estándar para asistir a los ingenieros en la evaluación de opciones eléctricas desde una perspectiva energética. Un ejemplo de Práctica recomendada es el IEEE *Bronze Book*, en el cual se basa una parte importante de este curso.

1.2 Discusión General

La Norma IEEE Std 739-1995, *IEEE Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities* (conocido popularmente como El Libro de Bronce) es publicado por *The Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) para proporcionar una práctica recomendada para la administración de energía eléctrica en instalaciones industriales y comerciales.

Esta práctica recomendada será probablemente de un gran valor para los ingenieros y técnicos orientados a potencia con alguna experiencia de diseño u operación en

instalaciones industriales y comerciales. Sin embargo también puede ser de ayuda para ingenieros y técnicos en todos los niveles de experiencia. Debería ser considerada como una guía en lugar de manual, y debe complementarse con muchas publicaciones excelentes tales como la Colección de Libros de Color de IEEE, Normas tales como las ASHRAE, etc. Existirá un traslape con otros campos de la ingeniería, particularmente con los mecánicos y con los arquitectos, en el campo de la construcción.

1.3 Administración

La administración de energía incluye la ingeniería, diseño, aplicaciones, utilización, en alguna medida la operación y mantenimiento de sistemas eléctricos de potencia para brindar un uso óptimo de la energía eléctrica. Optimo en este caso, se refiere al diseño o modificación de un sistema para usar un mínimo de energía global en situaciones en las cuales los ahorros potenciales o reales de energía están justificados sobre una base económica o de costo-beneficio. La optimación también involucra factores tales como confort, condiciones de trabajo saludables, aspectos prácticos de la productividad, aceptabilidad estética del espacio, y las relaciones públicas.

La administración de energía involucra las siguientes profesiones y campos:

- Ingeniería
- Administración
- Economía
- Análisis Financiero
- Investigación de Operaciones
- Relaciones Públicas
- Ingeniería Ambiental

Algunas de las herramientas que son utilizadas incluyen las siguientes:

- Medidores y medición
- Limitadores de Demanda y Energía
- Tecnologías de Alta Eficiencia
- Sistemas de Control (por ejemplo: Edificios Inteligentes)

1.4 Efectos de los Costos de Combustible en la Energía Eléctrica

Puesto que el costo del combustible tiene impacto sobre el costo de la energía eléctrica, esta sección discute los factores que afectan el costo de los combustibles más importantes en la actualidad.

Todos los combustibles conocidos o fuentes de energía tienen un ciclo de vida que comienza con el desarrollo de un medio para manufacturar y utilizar efectivamente el combustible mismo. La fuente de energía luego crece en importancia de utilización, hasta un punto de máxima utilización a partir del cual la utilización comienza a declinar. Esto se debe a varios factores, incluyendo la obsolescencia, y empobrecimiento del suministro. Las

fuentes energéticas disponibles en la actualidad pueden ser divididas en tres categorías principales: fósil, solar, y nuclear.

1.4.1 Combustible Fósil

Los tres combustibles fósiles de mayor importancia son el carbón, gas natural, y el petróleo. Su limpieza, contenido calórico, y disponibilidad, afectarán su uso y los costos eléctricos en el futuro, de manera que esos aspectos son cubiertos en esta sección.

- a) El gas natural es el combustible fósil de combustión más limpia, pero que cuenta con las menores reservas comprobadas. El gas natural presenta pocos problemas de contaminación del aire y es probablemente el menos intensivo en capital de todos los combustibles fósiles. La disponibilidad cuestionable permanece como la principal desventaja.
- b) El petróleo es el segundo combustible de combustión limpia, y no es muy intensivo en capital en comparación al carbón. Debido a esos dos factores, tiene ventajas distintivas como combustible comercial e industrial. La disponibilidad podría ser un problema futuro. Las reservas comprobadas de petróleo se calculan en 45 años. Los problemas causados por el embargo de petróleo de 1973 y el conflicto de Irak están bien documentados. En resumen, el precio del petróleo importado no tiene relación con la oferta y la demanda.

1.4.2 Combustibles Solares

La energía solar incluye el uso de la radiación solar para producir electricidad o como una fuente para calefacción y enfriamiento. La energía solar ha ganado atención debido a la presión de los gobiernos y del público general debido a sus características no contaminantes.

Los cinco tipos primarios de energía solar son: fotovoltaica, térmica, eólica, hidroeléctrica, y biomasa. La fotovoltaica involucra la conversión directa de los rayos del sol en electricidad. La conversión térmica usa los rayos del sol para crear calor, el cual es usado directamente o para generar vapor. El viento se usa para producir caballos de potencia en el eje de un generador. La biomasa involucra el uso de desechos como una fuente de calor para un generador de turbina accionada por vapor.

- a) La generación Fotovoltaica es probablemente el medio más interesante para convertir energía solar en electricidad. Estos generadores generalmente tienen eficiencias pobres y cuestan mucho más por kilowatt-hora que cualquier otro método. Solo pueden generar electricidad durante días soleados. Sin embargo, las tendencias de desarrollo han sido grandes, y estas tecnologías probablemente serán una alternativa viable en años futuros.
- b) La conversión térmica no ha probado ser económica para generar electricidad. Sin embargo, en la actualidad ya se comercializan sistemas de calefacción y enfriamiento, los cuales son competitivos con otras fuentes de energía, sobre la

base de un retorno que va de cinco a diez años. Sin embargo la tierra requerida es tanto como 150 acres por megawatt de salida, y la salida está restringida a horas diurnas.

- c) La conversión del viento ha sido usada exitosamente para generar energía eléctrica. Algunas desventajas de la generación eólica incluyen, interferencia de radio y TV, velocidades de punta muy rápidas (20-26 m/s), y limitaciones de tamaño. Sin embargo, se pueden encontrar regiones con velocidades de viento de 4.3-18 km/h en donde las granjas de molinos de viento pueden generar potencia exitosamente. En El Salvador en la actualidad se encuentra en fase de estudio de factibilidad el desarrollo de un parque eólico en el volcán San Marcelino.
- d) La mayor parte de la electricidad generada por recursos hidroeléctricos es por medio de presas de cabeza elevada, operaciones de gran envergadura que solamente grandes inversionistas son capaces de financiar. Sin embargo, las presas de cabeza baja están volviéndose más atractivas como un medio de generar electricidad. El uso de estas presas podría mejorar la disponibilidad de electricidad sobre una base local.
- e) La Biomasa está siendo usada en conjunción con otros combustibles, debido a bajo contenido calórico. Esta fuente puede comenzar a suministrar pequeñas cantidades de potencia para municipalidades y complejos industriales. Al igual que con el carbón, existen también en este caso problemas de contaminación y manejo de desechos. En El Salvador, existen proyectos de generación por biomasa asociados al funcionamiento de ingenios azucareros. Uno de estos proyectos es candidato a financiamiento (\$2M) por parte de iniciativas relacionadas al Protocolo de Kyoto, en donde el generador recibe un pago por la reducción de emisiones de combustibles fósiles que tendrían lugar de existir este proyecto durante la vida útil del mismo (aproximadamente 15 años).

A partir de todos los indicadores disponibles, el costo de electricidad incrementará a una tasa por lo menos igual a la de la inflación anual. El carbón probablemente seguirá siendo la fuente primaria de combustible en países como los Estados Unidos. El petróleo y el gas, probablemente incrementarán en precio a una tasa más rápida que la de la electricidad, pero los costos relativos y tasas serán diferentes en áreas diversas.

1.5 Normas y Prácticas Recomendadas

Un número de organizaciones además de la *Nacional Fire Protection Association (NFPA)*, *Batterymarch Park, P.O. Box 9101, Quincy, MA 02269-9101*, publican documentos que afectan el diseño eléctrico, a continuación se presenta un listado con algunas de ellas:

- a) *American National Standards Institute (ANSI)*, *West 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036*, coordina la revisión de propuestas de normas entre todas las sociedades y organizaciones afiliadas para asegurar una aprobación por consenso.

- b) *Underwriters Laboratories, Inc. (UL)*, 333 Pfigsten, Northbrook, IL 60062-2096, es una organización sin fines de lucro, que maneja laboratorios para investigación de materiales y productos, especialmente aparatos y equipos eléctricos con respecto a riesgos que afectan la vida y las propiedades.
- c) *The Edison Institute (EEI)*, 701 Pensylvania Ave. NW, Washington, DC 10004-2696; y *The Electric Power Research Institute (EPRI)* representan a las distribuidoras en manos de inversionistas y publican extensivamente.
- d) *The National Electrical Manufacturers Association (NEMA)*, 1300 N. 17th Street 1847, Rosslyn, VA 22209, representa a fabricantes de equipo
- e) IEEE publica cientos de normas relacionadas a la seguridad, mediciones, prueba de equipo, aplicación, y mantenimiento.

1.6 Agencias Regulatorias

- a) *The Department of Energy (DOE)* de los Estados Unidos, patrocina proyectos experimentales o demostrativos por medio de donativos u otros incentivos.
- b) En Estados Unidos, algunos estados individuales tienen sus propios Departamentos de Energía. Agencias tales como el DOE son capaces de ejercer una influencia poderosa en esos departamentos locales por medio de leyes o por la habilidad de retener fondos para áreas que no cumplen con las regulaciones federales. En este momento, la regla de arte para el diseño de edificios comerciales nuevos y ya existentes es la norma ASHRAE/IESNA 90.1-1989. Esta publicación se puede solicitar al *Customer Service Dept. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*, 1791 Tullie Circle, EN, Atlanta, GA 30329.
- c) La norma ASHRAE/IESNA 90.1-1989, *Energy Efficiency Design for New Buildings Except Low Rise Residential Buildings*, fue desarrollada por *The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)* en conjunción con los miembros de *The Ilumination Engineering Society of North America (IESNA)*. La producción de esta práctica recomendada fue alentada por varias agencias del gobierno para llenar la necesidad de una norma desarrollado sobre una base de consenso por organizaciones conocedoras de la conservación de energía.