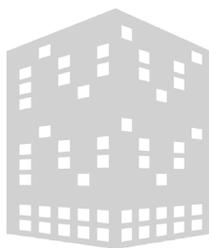


Análisis, diagnóstico de eficiencia de generación eléctrica mediante respuesta a la demanda de un sistema eléctrico



Colaboración

Mauricio Hernández Martínez; José Guadalupe Barrera Valdés; Fernando Jurado Pérez, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RESUMEN: En la presente investigación se realiza un análisis de estimación de carga mediante la confiabilidad de la respuesta a la demanda RD en un sistema eléctrico donde se presenta un evento de consumo eléctrico por usuario, aportando una respuesta a la demanda. Para analizar el evento se utilizó una herramienta estadística de datos históricos que facilitan el análisis, la estrategia que se implementó dentro de la investigación es Customer Baseline CBL (por sus siglas en inglés). Para esta investigación se realizó un diagnóstico eléctrico en un edificio público como el usuario final, Este contiene un transformador de 750KVA con una tarifa contratada de GDMTH (gran demanda de media tensión horaria). El objetivo es analizar el consumo eléctrico en tiempo real, los resultados obtenidos fueron 19.68% con el método de regresión lineal y 0,07% con el método de descomposición y 18.49% con regresión escalar por día.

PALABRAS CLAVE: Análisis, Demanda, Diagnostico, Estudio, Evento, Reducir, Usuario.

ABSTRACT: In this research, a load estimation analysis is performed by the reliability of the response to the demand in an electrical system where an electric consumption event is presented by the user, thus giving his response to the demand. To analyze the event, we used a statistical tool of historical data that facilitates the analysis, the strategy that was implemented within the research is Customer Baseline CBL (for its acronym in English). For this study, an electrical diagnosis was made in a public building as the end user, this contains a 750KVA transformer with a contracted rate of GDMTH (high demand for medium voltage time). The objective is to analyze the electrical consumption in real time, the results obtained were 19.68% with the linear regression method and 0.07% with the decomposition method.

KEYWORDS: Analysis, Demand, Study, Event, Reduce, User.

INTRODUCCIÓN

En esta investigación se realiza un análisis de estimación de carga mediante la confiabilidad de la respuesta a la demanda (RD)

en un sistema eléctrico (SE), donde se utilizan el método de regresión lineal RL en comparación con el método de descomposición MD. Regresión Lineal: este método es más complicado de aplicar ya que utiliza n hojas de cálculo por cada n días a analizar, el cual lo hace un proceso más exhaustivo. Regresión escalar: este método presenta los mismos problemas que el método anterior, es por eso por lo que se implementó el método. Método de Descomposición: Este método es fácil de implementar como una sola serie de tiempo con todos los datos de consumo por usuario (datos históricos). [1] se realiza una investigación de un análisis comparativo de los métodos de estimación de energía de edificios en el contexto de la RD. Los programas RD permiten al usuario cambiar el comportamiento a cambio de un beneficio económico según [2],[3] donde se realiza una investigación sobre de RD en un sistema eléctrico con diferentes acciones, se investiga con un modelo del mercado de electricidad. La principal problemática en las industrias, comercios y edificios públicos ha sido el alto consumo de energía en los periodos pico como lo indica [4].

MATERIAL Y MÉTODOS

La línea de demanda base es una herramienta importante creada a partir de los datos históricos para determinar el comportamiento del usuario y pronosticar la demanda. Un CBL debe ser capaz de crear un pronóstico válido de la demanda, ya que, el CBL es una serie de tiempo con la capacidad de determinar los valores mínimos de las necesidades de consumo a ser satisfechas. En otras palabras, un método de línea de demanda base adecuado debe ser un mecanismo que le aporte al operador del sistema la capacidad de explicar el consumo de los usuarios.

Hay diferentes metodologías para estimación del CBL, estas son realizadas usando métodos apropiados estadísticos que describan el comportamiento adecuado de una serie de tiempo.

Se realizó una medición de carga con el equipo analizador de redes, el cual cada 200 milisegundos arroja una medición, el equipo se programó cada 5 minutos obteniendo la máxima y la mínima durante 24 horas por 5 días arrojando 288 mediciones en 1 hora cada 5 minutos.

A continuación, se describe el método de descomposición para aplicarlo al CBL.

Paso 1. Determinar la frecuencia del CBL (tiempo a pronosticar: por hora, día, semana).

$$C_t = T_t E_t u_t \quad \text{Ec.(1)}$$

donde C_t representa el consumo diario de los usuarios en el periodo de tiempo t , T_t es la componente de la

ecuación de regresión lineal para el periodo de tiempo t , E_t es la componente de sesión para el periodo de tiempo t , y u_t es el error para el periodo de tiempo t .

La componente de la pendiente describe el comportamiento de la serie de tiempo para periodos largos. La componente de sesión determina un índice para cada uno de los días de la semana y representa el valor del cambio de sesión entre los días de la semana de acuerdo con la serie de tiempo calculada por la media móvil.

Paso 2. La media móvil está dado por:

$$PM_t = \frac{C_{t-3}C_{t-2}C_{t-1}C_tC_{t+1}C_{t+2}C_{t+3}}{7} \quad \text{Ec. (2)}$$

donde PM_t es la media móvil por un periodo de tiempo t , y es la diferencia móvil para un periodo de tiempo t , y encuentra el cociente propio o también llamado el valor estacional:

$$\frac{C}{PM_t} = E_t u_t \quad \text{Ec.(3)}$$

La media de todos los valores de acuerdo al grupo (periodo de tiempo) al que pertenecen es mostrado por los pre índices: $\tilde{E}_1, \tilde{E}_2, \tilde{E}_3, \tilde{E}_4, \tilde{E}_5, \tilde{E}_6, \tilde{E}_7$. El ajuste de los pre índices se da por:

$$E_i = \tilde{E}_i \frac{7}{\sum_{i=1}^7 \tilde{E}_i} \quad \text{Ec.(4)}$$

Paso 3. Calculo de la pendiente estimada se da por la siguiente ecuación:

$$D_t = \frac{C_t}{E_t} \quad \text{Ec.(5)}$$

donde D_t es el índice de sesión para el periodo de tiempo t , tomando el índice de sesión de las series originales por la división de los índices propios (preíndices). Se estima el valor de la pendiente de la ecuación de regresión lineal:

$$T_t = a + bt \quad \text{Ec.(6)}$$

donde a es la intercepción de los datos de consumo y b es la pendiente de consumo por usuario.

Paso 4. Finalmente se hace el cálculo del pronóstico por el periodo de tiempo deseado. Si N es el último periodo de observación se usa:

$$\hat{C}_{N+K} = T_{N+K} E_k \quad K=1,2,\dots,7 \quad \text{Ec.(7)}$$

En la siguiente Figura 1 se puede observar una comparación sobre regresión lineal y el método de descomposición.

Tomado de: model to calculate the customer Base-Line a Demand Response.

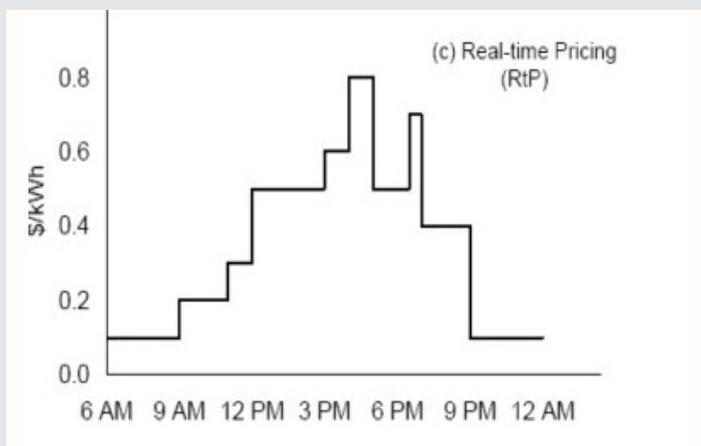


Figura 1. Método en tiempo real de la demanda de electricidad

Es el método más preciso y sus bloques cambian en tiempo real de acuerdo con la demanda de electricidad. Este método difiere de los otros porque no funciona a partir de los precios pronosticados [2].

La Figura 2 muestra la medición de cinco días por 24 horas, analizar qué día se podrá evaluar para obtener su RD.

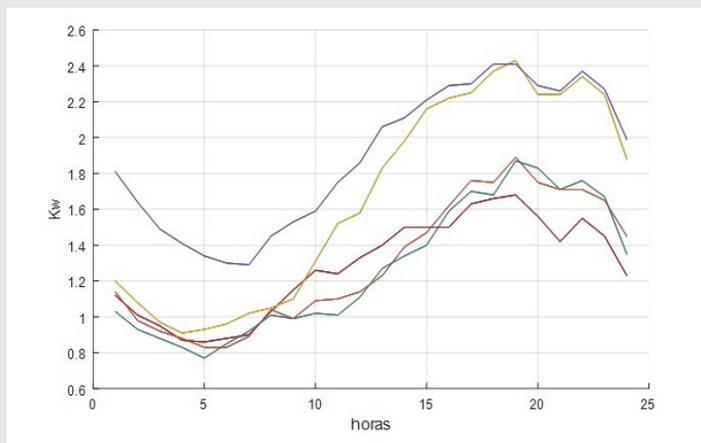


Figura 2. Medición de los 5 día en 24hr.

RESULTADOS

Observando los resultados en la Tabla 1 de solo dos días de las mediciones que se realizaron en el diagnóstico eléctrico por 5 días utilizando estas mediciones como datos históricos se puede concluir que el método de MD es el más adecuado para.

Tabla 1. Evaluación y comparación de resultados por los tres métodos.

Tabla 1. Evaluación y comparación de resultados por los tres métodos.

Usuario día	Tipo	Porcentaje
Dia 1	RL	19.68%
Dia 1	MD	0,07%
Dia 1	SR	18.49%
Usuario 2	Tipo	Porcentaje
Dia 2	RL	2.27%
Dia 2	MD	1.96%
Dia 2	SR	2.20%

RL. Regresión lineal.
MD. Método de Descomposición.
SR. Regresión escalar.

En la Figura 2 se observó el evento en el día tres, el cual es analizado para la realización de respuesta a la demanda. En la Figura 3 se muestran las gráficas de la medición real del día 3 y los resultados del modelo, Destacando que son muy similares entre sí con lo que se estaría validado el método

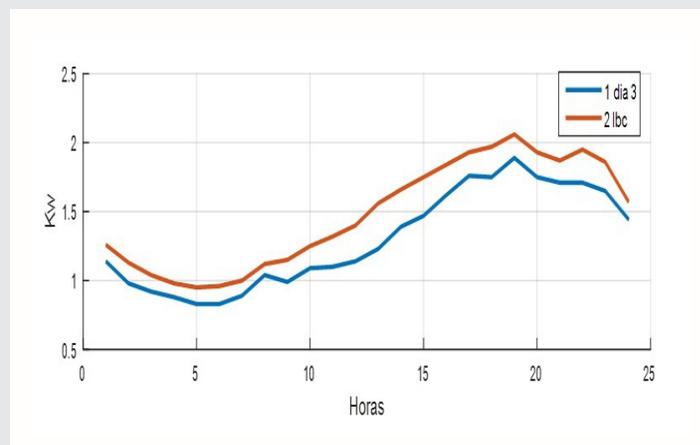


Figura 3. Medición del día 3 y CLB.

CONCLUSIONES

Se concluye que el método de descomposición es fácil y eficiente de implementar debido a su versatilidad aunado a que solo requiere una base de datos para determinar el comportamiento del usuario, para llevar a cabo este método es necesario seguir paso a paso su metodología para obtener los resultados más adecuados sobre los consumos del usuario y a partir de ahí tomar medidas que lleven a cabo un análisis para el usuario como son: la concientización, programas de ahorro de energía, políticas energéticas, cambio de lamparas y equipos con tecnología eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

[1] J. T. S. S. Mitchell Curtis, «A comparative analysis of building energy estimation methods in the context of demand response,» *Energy & Buildings*, vol. 40, n° 174, pp. 1-13, 2018.

[2] C. Á. E. Edgar, «Model to Calculate the Customer Base-Line for a Demand Response Program in the Colombia power Market,» *usaee.org*, pp. 1-10, 2011.

[3] D. Theresa Muller, «Demand Response Potential: Available when Needed?,» *Energy Policy*, n° 115, pp. 1-18, 2018.

[4] A. Heshmati, «Survey of Models on Demand,-Customer Base-Line and Demand Response and Relationships in the Power Market,» *IZA DP NO. 6637*, pp. 1-63, June 2012.

[5] U. W. R. H. J. Sergi Rotgert-Griful, «Implementation of a building energy management system for residential demand response,» *Microprocessors and Microsystems*, n° 55, pp. 1-11, 2017.

Agradecimientos

Al departamento de la Maestría en ingeniería eléctrica de ITESI Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el apoyo brindado.