

OBTENCIÓN DE PERFILES DE CARGA DE USUARIOS INDIVIDUALES EN REDES DE BAJA TENSIÓN UTILIZANDO MÉTODOS BOTTOM-UP

Grande Vidal Emmanuel (1), Dr. Rodríguez Villalón Osvaldo (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería eléctrica, Universidad de Guanajuato] | [mgrandev@hotmail.com]

2 [Departamento de Ingeniería eléctrica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [osvaldo@ugto.mx]

Resumen

La demanda de energía eléctrica en el país está en constante crecimiento en estos tiempos modernos y varía de gran forma con los usuarios, en el tiempo y de lugar a lugar. En el siguiente estudio se presenta el modelado de un perfil de carga típico en México de varios usuarios utilizando métodos “Bottom-up” considerando los meridianos, lugar geográfico y perfil de temperatura, en base a estadísticas del INEGI [8] y el uso del programa Load profile generator [3]. Una comparación de dos perfiles de carga en la misma localidad a diferente periodo de tiempo y temperatura da una aproximación para poder hacer un estudio para la implementación de un sistema de energías renovables.

Abstract

The demand of electricity in the country keeps increasing in the modern society, from time to time and from place to place. This study is aimed to the model of a load profile in Mexico of various users using “Bottom-Up” methods, considering the geographic location, time and temperature profiles of a city in Mexico considering statistic data from INEGI [8] and the use of the software Load Profile Generator [3]. A comparison of two load profiles of the same location at different time and temperature gives an approximation for a implementation of a renewable energy system.

Palabras Clave

Métodos Bottom-up; Load Profile Generator; INEGI; Perfil de carga, decil.

INTRODUCCIÓN

1) Métodos Bottom-up.

La aproximación Bottom-up engloba todos los modelos el cual usa datos de un nivel jerárquico menor que del sector y lo toma como un todo. El modelo puede contar con un consumo de energía de un individuo o un pequeño grupo de casas y luego extrapolarlo para representar una región [7].

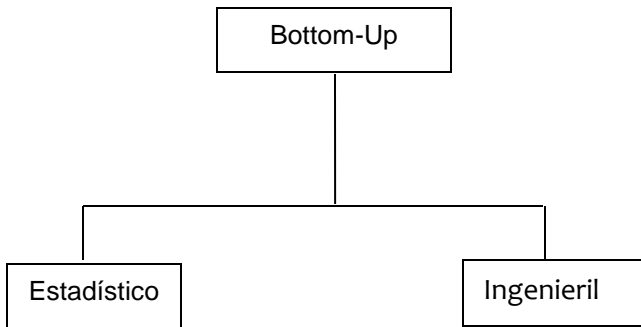


Fig.1 Diagrama del método Bottom-Up.

Del método bottom-up se desprenden dos herramientas para su fin, el estadístico y el ingenieril. El método estadístico recae en la información histórica y los tipos de análisis de regresión los cuales son utilizados para atribuir al consumo de energía eléctrica para un término de uso particular. El ingenieril explícitamente cuenta con el consumo de energía de un término de uso basado en la escala de potencia y uso del equipo.

El principal inconveniente es el tamaño detallado lo cual lo vuelve muy complejo [1]

2) Estadísticas.

El consumo de energía eléctrica, depende de varios factores tales como sociales, económicos, de salud, ambientales, regionales, maritales y de edad. Según estudios realizados para México el consumo de energía eléctrica ha aumentado conforme los años crecen y la demografía en

México aumenta, sin embargo en los últimos 5 años ha ido en decremento gracias a los nuevos electrodomésticos que surgen gracias a las nuevas tecnologías que nos permiten hacer eficiente la energía eléctrica en los aparatos electrodomésticos.

Dependiendo del tipo de decil de ingreso se tienen ciertos tipos de cargas, a lo cual va a depender el consumo eléctrico, sin embargo, el tamaño de personas que habitan cierta casa, estatus marital y edad influyen bastante. Los deciles de ingreso se dividen en 10, teniendo como en el nivel diez el que más ingresos tiene.

De acuerdo a los datos del INEGI [8] hay una concentración en la población mayor en viviendas con 3 integrantes con el jefe de familia de 24 años y para 30-34 años hay una concentración mayor en las viviendas con 4 integrantes, al igual que para jefas de familia tienen una concentración mayor. Las características económicas según el trabajo y el salario mínimo dan un decil de ingreso económico, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1: Decil por ingreso trimestral

Decil	Ingreso corriente promedio
1	6269.41
2	11016.06
3	14975.81
4	18932.94
5	23253.56
6	28335.25
7	35137.16
8	44814.39
9	61781.82
10	135537.9

Los cuales tienen como decil de ingreso como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Profesiones según decil de ocupación.

Profesión	Salarios mínimos.	Decil
Profesionista y técnico	5-10	9
Comerciante	3-5	6

La mayoría de los domicilios cuentan con los siguientes electrodomésticos, según la encuesta intercensal 2015 [8]. Salvo algunas excepciones como lo es el teléfono fijo tal y como se muestra en la tabla 3, pero para este propósito se toma en cuenta ya que debido a los deciles tomados en cuenta anteriormente, es muy probable que se cuente con este tipo de electrodoméstico.

Tabla 3: Aparatos electrodomésticos típicos en un hogar según el INEGI en Guanajuato.

Aparato	Casas	Disponen	No Disponen	No Especificado
Refrigerador	1,442,381	89.18	10.62	0.2
Lavadora	1,442,381	75.39	24.39	0.22
Horno de Microondas	1,442,381	46.15	53.59	0.25
Automóvil	1,442,381	46.12	53.57	0.3
Algún aparato para oír radio	1,442,381	75	24.69	0.31
Televisor	1,442,381	96.97	2.8	0.23
Televisor de pantalla plana	1,442,381	57.51	42.01	0.49
Computadora	1,442,381	27.3	72.42	0.28
Teléfono fijo	1,442,381	34.54	65.15	0.31
Teléfono celular	1,442,381	75.49	24.2	0.3
Bomba de agua	1,442,381	26.42	73.06	0.52
Aire acondicionado	1,442,381	1.44	97.97	0.59

Es importante señalar que no son todas las cargas con las que se cuentan en una casa ya que como se menciona anteriormente el nivel socioeconómico de cada familia o individuo determinara el tamaño de cargas y las cargas con las cuales se cuenta, tales como cafetera, licuadora, consolas de videojuegos, tostadoras, ventiladores, secadoras, planchas o impresoras. Aunque no se mencionan en el INEGI, para este estudio se tomaran en cuenta [2].

MATERIALES Y MÉTODOS

Las simulaciones del Load Profile Generator [3] está basada en procesos estocásticos los cuales coleccionan variables aleatorias parametrizadas por un conjunto T, llamado espacio parametral, en donde las variables toman valores en un conjunto S llamado espacio de estados, esto quiere decir que las acciones de los aparatos en el software son meramente aleatorios.

El software toma los procesos estocásticos para realizar la simulación el cual viene implícito en el método "Bottom-Up".

El método estadístico, como se señala en la figura 1, atribuye a la medición de consumo de energía de un término de uso y de esta forma incorporar el comportamiento del ocupante para considerar el uso de aparatos señalados en la tabla 3, que al ser añadidos en el programa este se encarga de simular el comportamiento del usuario y entregar una aproximación del uso de estas cargas [6].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los climas en México son bastante variados, en el centro del país los climas predominantes son templado subhúmedo y seco por lo tanto tiene una repercusión en el comportamiento de los usuarios, en Guanajuato el 43 % del estado es de clima seco, el 33 % cálido subhúmedo y el 24 % templado subhúmedo estos climas influyen en la temperatura por lo que para los meses de junio y enero escogidos para el desarrollo del comportamiento de cargas en los usuarios las temperaturas promedio recabadas por el INEGI en

el año 2016 son de 22.87°C y 16.33°C respectivamente. En base al perfil de temperatura y la posición geográfica de Guanajuato (Latitud: 21°01'06" N Longitud: 101°15'32" O) [5] el programa por medio de algoritmos estadísticos nos arroja el siguiente perfil de carga para un pequeño grupo de 10 casas con el perfil socio económico mencionado en la tabla 2 y con ocupantes de 2, 3 y 4 habitantes para un perfil de temperatura del mes de junio con habitantes en casa.

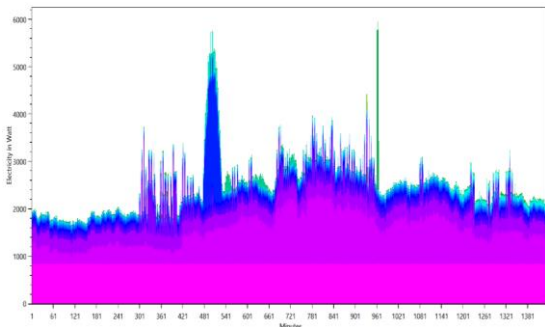


Fig. 2 Consumo de energía eléctrica mes de junio.

En la figura 2 se observa una gráfica de potencia en watts contra tiempo en minutos la cual indica el consumo promedio del mes de junio con todos los aparatos según el nivel socioeconómico mencionado anteriormente para las 10 casas, el cual suma un total de 1890.92 Kwh de consumo que en promedio por casa sería de 189.092 Kwh al mes el cual es un consumo aproximado típico de una casa. [4]

El consumo por día es de 67.84 Kwh y el promedio al día para las 10 casas es de 0.04235943 Kwh al día, en la figura 3 se pueden observar los picos de encendido de las cargas y en base a esto poder obtener el estudio para la instalación de un sistema de energías renovables.



Fig. 3 Consumo de energía eléctrica al día.

Para el mes de Enero el consumo de energía eléctrica aumenta debido a la temperatura y al tiempo de encendido de la iluminación, como se observa en la figura 4.

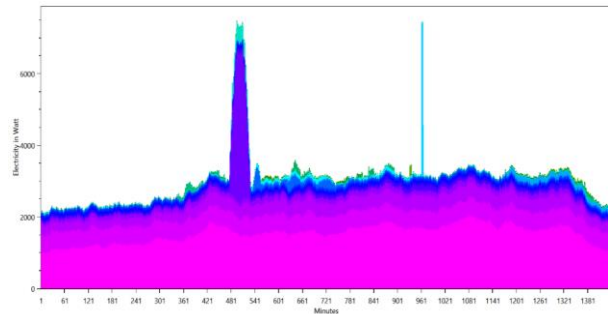


Fig.4 Consumo de energía eléctrica, mes de enero.

La curva es un poco más suave debido a que no hay encendidos y apagados de cargas constantes como el ventilador y el refrigerador que en tiempo de calor tienen una frecuencia de encendido y apagado mayor.

Este caso de operación el cual tiene un consumo mensual de 2358.81 Kwh al mes de todas las 10 casas y un consumo por día de 85.06 Kwh y un promedio de consumo de 0.0511 kwh al día, como se observa en la figura 5.

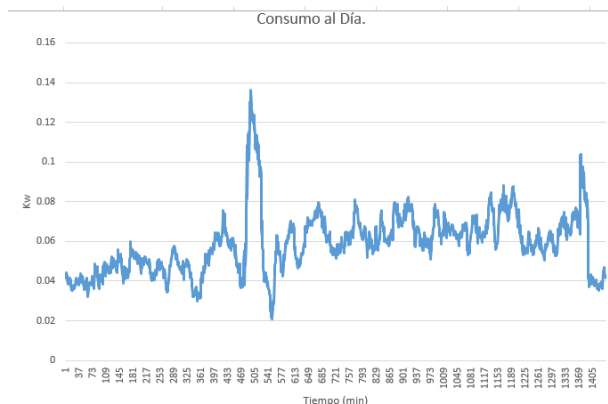


Fig.5 Consumo al día.

Al tener estos dos resultados como casos "extremos" de temperatura y consumo sin tomar en cuenta el periodo vacacional y días festivos se tiene una aproximación de consumo en el hogar para que un pequeño grupo de personas se puedan organizar y tener un sistema de energía renovable para contribuir al decremento en las emisiones de CO₂ o bien un sistema híbrido que también se pueda conectar a la línea de CFE.

CONCLUSIONES

Los resultados dan una aproximación de un consumo por hogar muy aproximado a la realidad, al ser comparados estos resultados con recibos de energía eléctrica de CFE de diferentes hogares con un nivel socioeconómico similar a los mencionados en este artículo se aproxima mucho a los resultados obtenidos ya que un recibo bimestral escogido aleatoriamente fue de 385 Kwh y lo obtenido en la simulación mensualmente para el mes de junio fue de 189.092 Kwh casi se aproximó a lo consumido realmente con una diferencia de 3.40 Kwh. Esto es una aproximación muy cercana a la realidad ya que el método Bottom-up utiliza estadísticas y algoritmos como las cadenas de Markov que permite dar una aproximación y un comportamiento de los usuarios lo más apegado a la realidad, esto permite su uso para que se pueda usar en estudios para la implementación de un sistema de energías renovables y ayudar al planeta a reducir los niveles de CO₂ producidos por las plantas generadoras de electricidad.

Los picos generados en las gráficas son sumamente importantes ya que con estos se puede observar cuando será mayor el consumo de energía durante el día y da una idea de que cargas se pudieran estar accionando constantemente y así tener un mejor estudio en un futuro para el estudio de energías renovables. Tal es el caso del refrigerador que al ser una carga inductiva y por la temperatura a la que se está manejando en el mes de junio se observa que está en constante accionamiento para conservar en buen estado los alimentos a diferencia del mes de enero que no está en constante accionamiento, pero por la diferencia de horarios se nota que hay un consumo más elevado durante la noche el cual se debe a que se hace oscuro más pronto que en el horario de verano.

REFERENCIAS

- [1] Swan G. Ugursal V., (2008). Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques. Elsevier. 4-6.
- [2] Encuesta intercensal 2015. 7-10. Recuperado de http://www3.inegi.org.mx/sistemas/componentes/previsualizador/vista.aspx?arch=/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825078966.pdf&tipo=1
- [3] Página de descarga del programa. Recuperado de <http://www.loadprofilegenerator.de/>
- [4] Reporte mensual de estadísticas del sector eléctrico. 3. Recuperado de: <http://www.cre.gob.mx/documento/3045.pdf>
- [5] Clima en el estado de Guanajuato. Recuperado de <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/gto/territorio/clima.aspx?tema=me&e=11>
- [6] Pflugradt Noah, (2016), Load profile generator manual. Modellierung von Wasser Und Energieverbräuchen in Haushalten. 1. 145-345.
- [7] Luo Chuan, Abhisek Ukil. 2015. Modeling and Validation of electrical load profiling in residential buildings in singapore. IEEE transactions on power systems. 30.
- [8] Archivo de encuesta intercensal 2015. 1-32. Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>