

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Código:	CIDII-060713
Centro de Investigación:	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA
Programa:	Telemática aplicada a las redes de energía
Título del Proyecto:	RESPUESTA DE LA DEMANDA EN UN SMART HOME
Grupo de Investigación:	Grupo de Investigación en Electrónica y Telemática
Area de Conocimiento:	Ciencia y Tecnología
Línea de Investigación:	Telemática
Tipo de Investigación:	Básica Aplicada Desarrollo
Campo :	Tecnologías
Investigador Principal :	DIEGO ANIBAL ARIAS CAZCO
Proyectos Vinculados :	¿Estimación de la demanda en el corto plazo aplicado a una HAN. ¿Desarrollo de una aplicación para gestión de la demanda en un HAN .Integración de medidores inteligentes en Smart Home para la ciudad de
Duración del Proyecto :	12 Meses
Localización del Proyecto :	Quito-Ecuador
Fecha de ingreso :	30/09/2013 10:43

2. ANTECEDENTES

Los programas de respuesta de la demanda induce al consumidor final a reducir su consumo durante periodos de condiciones críticas de la red o periodos de alto costo de la energía; a cambio de una reducción de la carga los clientes pagan menos. En otras palabras la gestión de la demanda recompensa a las empresas distribuidoras y clientes.

Por otro lado, Ecuador dispone de subsidios en su sistema tarifario, uno de estos subsidios es la tarifa de la dignidad. Este tipo de subsidio se encuentra enfocado hacia los consumidores del sector residencial cuyos consumos mensuales de energía sean de 110 kWh-mes en las empresas distribuidoras de la región sierra y 130 kWh-mes en las regiones costa oriente e insular.

En el sector residencial en Ecuador no dispone de una arquitectura para gestión de la demanda con fines de optimizar el consumo, y es de mucho interés para el país disponer de un recurso de respuesta de la demanda para beneficios del cliente y de las empresas de suministro eléctrico.

En Ecuador dentro de la planificación del sector eléctrico, se tiene previsto el desarrollo del Programa de Redes Inteligentes Ecuador ¿ REDIE, cuyo mapa de ruta considera la gestión de la demanda por parte del consumidor, como parte de su visión para ser ejecutado dentro del período 2013 ¿ 2017 [1].

El acceso a internet en los hogares en Ecuador es cada vez mayor según las estadísticas realizadas en el País[2][3]. Este crecimiento es debido a las facilidades de acceso y el menor costo que ofrecen las empresas de servicios. El disponer de Internet en los hogares, brinda facilidades para implementar nuevas aplicaciones innovadoras y poder crear un HAN (Home Area Network).

3. JUSTIFICACIÓN

Existen varios trabajos de investigación internacional respecto a smar grid, smart meter, Home Area Network (HAN), Smart Home. Sin embargo, es necesario investigar un método aplicable al sector residencial del Ecuador, que sea viable económicamente, sea un aporte a la sociedad y al medio ambiente.

Por otra parte, los avances tecnológicos en esta nueva visión hacia las redes eléctricas inteligentes requieren que los laboratorios de las universidades evolucionen para realizar pruebas que permitan comprender los compartimientos de los nuevos equipos que integran las redes eléctricas, y los nuevos fenómenos eléctricos que traen estas tecnologías. Es esencial primero poner a prueba el concepto propuesto a nivel de laboratorio antes de que pueda ser completamente implementado en el sistema real.

La Respuesta de la Demanda (DR) es un importante recurso que permite bajar el consumo de electricidad cuando el sistema esta estresado, o con el objetivo de minimizar costos de energía eléctrica tanto desde el punto de vista del cliente como de la empresa eléctrica distribuidora. Se requiere una participación activa del consumidor final como unos de los objetivos claves de Smart Grid. Por tal razón, es indispensable disponer de alternativas en software y hardware que mantengan una arquitectura compatible, y permitan optimizar el consumo de energía eléctrica mediante una HAN, que se adapte al sistema tarifario y sistema de distribución del Ecuador.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Implementar un sistema de respuesta de la demanda en una Home Área Network (HAN) con el fin de optimizar el consumo de energía en el sector residencial.

4.2 Objetivos Especificos

- 1 Optimizar el consumo de energía eléctrica mediante una Home Área Network (HAN) que se adapte al sistema tarifario y sistema de distribución del Ecuador.
- 2 Realizar una estimación del consumo de energía eléctrica para residencias en la ciudad de Quito.
- 3 Gestionar la demanda en un SmartHome

5. ESTADO DEL ARTE

6.1 Introducción

Smart grid se entiende que es la tecnología clave para el desarrollo de las energías renovables, la adopción de vehículos eléctricos, y las mejoras de eficiencia energética. El concepto de smar grid ha evolucionado en los últimos años hacia construir un sistema eléctrico sustentable. Uno de los principales retos de smart grid es actualizar la presente red pasiva convencional a una futura red activa con capacidad de comunicación de dos vías[4].

Respuesta de la Demanda (DR) es la capacidad de administrar el consumo de electricidad de los clientes en función de las condiciones de suministro, tales como cambios en los precios de mercado[5¿11]. DR está

creciendo rápidamente dada la creciente disponibilidad de AMI (Infraestructura de medición avanzada) y de las tecnologías de seguimiento, control y comunicación. La principal aplicación de DR visto desde el lado de las empresas de suministro eléctrico es reducir el pico de la red eléctrica de carga, que tiene impactos económicos directos, ya que esto puede evitar la expedición de las unidades más costosas de generación [12, 14].

Los mecanismos para optimizar el consumo eléctrico puede estar sujeto a las diferentes zonas donde se asienta el abonado, rurales o urbanas, pero sin duda alguna que tiene un alto impacto social [15].

La respuesta de la demanda (DR) es un importante recurso que permite bajar el consumo de electricidad cuando el sistema está estresado, desde el punto de vista del proveedor del servicio eléctrico. Desde el punto de usuario, la DR tiene como objetivo optimizar: el consumo de energía eléctrica, el costo total de la electricidad, el gas, las emisiones de CO₂, la carga máxima, y cualquier combinación de estos objetivos, sujeto a restricciones operacionales y de confort del usuario [8].

La FERC (Federal Energy Regulatory Commission) define la DR como los cambios en el uso eléctrico y gestión de la demanda en respuesta a cambios en el precio de la electricidad, o para el pago de incentivos diseñados para inducir a un menor uso de electricidad en tiempos de altos precios del mercado mayorista o al sistema [10].

6.2 Algoritmos Utilizados

Los algoritmos serán capaces de manejar los componentes de la red de la casa basados en que el usuario final escoja en orden con el fin de alcanzar el óptimo consumo de energía según patrones y beneficios de smartgrid.

Las cargas se clasifican en: cargas interrumpibles, no interrumpibles, controlables y no controlables. En la Fig. 1 se muestra la disposición de las cargas clasificadas, el medidor inteligente y el recurso renovable.

Fig. 1 Operación Óptima para Gestión de la Energía Residencial

En la revisión bibliográfica internacional, se encuentra que los algoritmos matemáticos utilizados para la optimización, es la programación entera mixta (MILP), considerando las restricciones del problema, sin afectar en mayor grado el bienestar familiar [16]. De esta manera es posible un control de demanda y una operación óptima para gestión de la energía residencial entorno a una red inteligente.

6.3 Controladores para Smart Home

Existen ciertos controladores en el mercado diseñados para ser utilizados en un Smart Home. Solo ciertos de estos equipos tienen la capacidad de ser programados para crear aplicaciones adicionales, según ideas y requerimientos de la sociedad. Estas aplicaciones pueden ser monitoreadas y controladas desde un teléfono celular, Tablet, o vía internet desde cualquier parte del mundo. A continuación se detalla controladores que permiten realizar aplicaciones con software libre.

6.3.1 Controlador Universal Device ISY-994i

En la Fig. 2 se muestra el controlador Universal Device ISY-994i, el cual dispone de un protocolo de comunicación Insteon/X10 para comunicación con dispositivos de mando remoto, y un protocolo de comunicación Zigbee para comunicación con un Smart meter [17].

Fig. 2 Controlador Universal Device ISY-994i [17]

El controlador ¿Universal Device ISY-994i¿ ofrece un completo SDK Java, Web Services (WSDK), y la interfaz REST para los desarrolladores que deseen crear sus propias aplicaciones o integrar la ISY con una aplicación existente o de un portal. Toda la documentación y las bibliotecas de los desarrolladores de la UDI son gratis para usarlo.

6.3.2 Controlador Vera

En la marca vera, existe dos controladores: Vera Lite y Vera 3 [18]. El controlador ¿Vera¿ maneja únicamente el protocolo de comunicación Z-WAVE para comunicación con los dispositivos remotos.

En la Fig. 3 se muestra el controlador Vera Lite. El cual es creado para usuarios que ya disponen de router Wi-Fi, y que desean adherir un control en la casa a un precio más favorable.

Fig. 3 Controlador Vera Lite [18]

En la Fig. 4 se muestra el controlador Vera3. El cual dispone de un router incorporado Wi-Fi. Dispone de un procesador más rápido, mayor memoria para descargar mayor cantidad de aplicaciones.

Fig. 4 Controlador Vera3 [18]

El controlador ¿Vera¿ dispone un software libre llamado ¿MIOS¿ diseñado para desarrolladores que deseen innovar creando aplicaciones para Smart Home. Este Software es una fusión entre los programas LUA y UPnP con el cual se obtiene el software ¿Luup¿, tal como se muestra en la

Fig. 3 Partes del Paquete MIOS

El software MIOS nos brinda compatibilidad con los siguientes protocolos de comunicación:

Fig. 4 Compatibilidad del Software MIOS [19]

6.4 Gestión de la Demanda en Ecuador

En Ecuador dentro de la planificación del sector eléctrico, se tiene previsto el desarrollo del Programa de Redes Inteligentes Ecuador ¿REDIE, cuyo mapa de ruta considera la gestión de la demanda como una convección

viable en su análisis de resultados de viabilidad [1].

El principal reto de este trabajo es realizar una metodología para abarcar el problema, mediante el desarrollo de un algoritmo que cumpla los requerimientos residenciales, se adapte al sistema tarifario y al sistema eléctrico residencial del Ecuador.

6. METODOLOGÍA

La metodología empleada está establecida de la siguiente manera:

Primeramente realizar un estado del arte de la respuesta de la demanda en una HAN utilizado equipos compatibles con un Smart home y medidores inteligentes utilizados en Ecuador.

Analizar un método de respuesta de la demanda que se adapte al sistema tarifario y sistema de distribución del Ecuador. Para la etapa experimental se adquieren los equipos necesarios para realizar pruebas en un laboratorio en la Universidad Politécnica Salesiana. Se programa el algoritmo propuesto en una plataforma libre para desarrolladores que disponen algunos equipos en el mercado.

Se realiza pruebas operativas, pruebas de compatibilidad con los diferentes equipos y dispositivos de mando y control de la red HAN.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] MEER, Conelec, Cenace, Celec, ¿¿Programa Redes Inteligentes Ecuador - Mapa de Ruta.¿¿pp. 1¿65, 2013.
- [2] ¿www.ecuadorencifras.com,¿ 2013. .
- [3] ¿www.inec.gob.ec,¿ 2013. .
- [4] Z. Zhu, J. Tang, S. Lambotharan, S. Member, W. H. Chin, and Z. Fan, ¿An Integer Linear Programming Based Optimization for Home Demand-side Management in Smart Grid,¿ in Proc. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)., 2012.
- [5] A. Diagonal, C. Urgell, W. Energia, and M. Roig, ¿AN OPTIMIZATION MODEL FOR THE MANAGEMENT OF ENERGY SUPPLY AND DEMAND IN SMART GRIDS Chemical Engineering Department , Universitat Politècnica de Catalunya .,¿ in Proc. 2nd IEEE ENERGYCON Conference & Exhibition / Future Energy Grids and Systems Symp, 2012, pp. 368¿373.
- [6] M. Pipattanasomporn, M. Kuzlu, and S. Rahman, ¿Demand Response Implementation in a Home Area Network¿: A Conceptual Hardware Architecture,¿ in Proc. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)., 2012, pp. 1¿8.
- [7] M. Silva, H. Morais, S. Member, Z. A. Vale, and S. Member, ¿Distribution Network Short Term Scheduling in Smart Grid Context,¿ in Proc. IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2011, pp. 1¿8.
- [8] M. C. Bozchalui, S. A. Hashmi, and S. Member, ¿Optimal Operation of Residential Energy Hubs in Smart Grids,¿ IEEE TRANSACTIONS ON SMART GRID, vol. 3, no. 4, pp. 1¿12, 2012.
- [9] T. Hubert and S. Grijalva, ¿Realizing Smart Grid Benefits Requires Energy Optimization Algorithms at Residential Level,¿ in Proc. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2012, pp. 2¿9.
- [10] Z. Chen, S. Member, L. Wu, and Y. Fu, ¿Real-Time Price-Based Demand Response Management for Residential Appliances via Stochastic Optimization and Robust Optimization,¿ IEEE TRANSACTIONS ON SMART GRID, vol. 3, no. 4, pp. 1¿9, 2012.
- [11] M. Silva, H. Morais, Z. Vale, S. Member, P. Faria, and S. Member, ¿Short-term Scheduling Considering Five-minute and Hour-ahead Energy Resource Management,¿ in Proc. IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2012, pp. 1¿8.
- [12] S. A. Husen, A. Pandharipande, L. Tolhuizen, Y. Wang, and M. Zhao, ¿Lighting Systems Control for Demand Response,¿ in Proc. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2011, pp. 1¿6.
- [13] S. S. Mohtavipour, S. Member, G. R. Yousefi, and F. Fallahi, ¿Diverse Demand Side Portfolio¿: Another Step towards Smart Grids,¿ in Proc. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)., 2012, pp. 1¿8.
- [14] C. Molitor, D. Cali, R. Streblow, F. Ponci, S. Member, D. Müller, and A. Monti, ¿New Energy Concepts and Related Information Technologies¿: Dual Demand Side Management,¿ in Proc. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)., 2012, pp. 1¿6.
- [15] N. Kumaraguruparan, H. Sivaramakrishnan, and S. S. Sapatnekar, ¿Residential Task Scheduling Under Dynamic Pricing Using the Multiple Knapsack Method,¿ in Proc. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)., 2012, pp. 1¿6.
- [16] D. Han and J. Lim, ¿Smart Home Energy Management System using IEEE 802.15.4 and ZigBee,¿ IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 56, no. 3, pp. 1403¿1410, 2010.
- [17] ¿www.universal-devices.com,¿ 2013. [Online]. Available: <http://www.universal-devices.com/residential/isy994i-series/>.
- [18] ¿www.micasaverde.com,¿ 2013. [Online]. Available: www.micasaverde.com.
- [19] ¿http://www.mios.com,¿ 2013. [Online]. Available: <http://www.mios.com>.

8. RESULTADOS ESPERADOS

1. Un algoritmo para optimizar el consumo de energía eléctrica en un Smart Home.
2. Método estimación del consumo de energía eléctrica para residencias en la ciudad de Quito.
3. Programa que permita el control, monitoreo y registro en una casa inteligente.
4. Implementar una arquitectura de hardware compatible con un control centralizado.
5. Publicaciones de los resultados obtenidos en cada sección del proyecto.

9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y/O SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

A través de conferencias a universidades y empresas relacionadas con el sector eléctrico, se compartirá los conocimientos y resultados del proyecto de investigación.
Se compartirá la metodología, resultados y conclusiones a los alumnos egresados y alumnos de los últimos niveles.

10. IMPACTOS DEL PROYECTO

- En la academia (tesis generadas, estudiantes vinculados, docentes vinculados, seminarios realizados, retribución a las cátedras relacionadas)
- De vinculación con la sociedad (convenios/acuerdos firmados, instituciones o redes vinculadas, seminarios de difusión de los resultados)
- Tesis de grado
- Aporte de metodologías de análisis a nivel internacional para abarcar el problema de gestión de la demanda en el sector residencial.
- Beneficios sociales al optimizar el consumo de energía eléctrica.
- Aporte de metodología para optimización del consumo eléctrico en residencias del Ecuador.
- Conferencias a universidades y entidades del sector eléctrico.

11. INFORMACIÓN DE COFINANCIADORES (en caso de que existieran)

