



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad



Tecnología, Investigación y Academia

Gestión del conocimiento como apoyo a los sistemas de gestión de energía eléctrica domiciliaria

Knowledge management as support to home electric energy management systems

Adriana Marcela Vega¹, Francisco Santamaría², Edwin Rivas³

Para citar: Vega, A., Santamaría, F. Rivas, E. (2019). Gestión del conocimiento como apoyo a los sistemas de gestión de energía eléctrica domiciliaria. *TIA*, 7(1), pp. 3-10.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Fecha de recepción:
1-02-2018

Fecha de aceptación:
12-10-2018

ISSN: 2344-8288

Vol. 7 No. 1

Enero - Junio 2019

Bogotá-Colombia

Resumen

En este artículo se presenta un sistema de gestión de energía eléctrica domiciliaria denominado GEDE, el cual incluye variables de tipo interno y externo. Tomando como referente la perspectiva de Nonaka y Takeuchi en su espiral del conocimiento, las variables externas son analizadas y a partir de esto, con la infraestructura tecnológica del sistema GEDE, se enseña un modelo donde el consumidor final pueda interactuar como usuario activo en las decisiones dentro de la cadena de valor de energía eléctrica (generación, transmisión, distribución y consumidor) que se adapten mejor a sus necesidades sociales y culturales a través de la gestión del conocimiento.

Palabras clave: consumo de energía, domiciliaria, espiral del conocimiento, gestión del conocimiento, gestión eléctrica.

Abstract

This article presents a Home Electric Energy Management System called GEDE, which includes internal and external variables. Taking as reference the perspective of Nonaka and Takeuchi in their spiral of knowledge, external variables are analyzed and, together with the technological infrastructure of GEDE, a model where the consumer can interact as an active user in decisions within the value chain of electricity (generation, transmission, distribution and consumer) is taught. These decisions are matched to their social and cultural needs, through knowledge management.

Keywords: energy consumption, home energy management, knowledge management, knowledge spiral.

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: amvescobar@hotmail.com

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: fsantamariap@udistrital.edu.co

³ Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: erivas@udistrital.edu.co

INTRODUCCIÓN

En el nuevo escenario energético donde las redes eléctricas inteligentes con tecnologías de la información y las comunicaciones se vinculan a la infraestructura de transmisión y distribución de energía eléctrica [1], se produce un cambio en la interacción de los usuarios finales con la cadena de valor del sector eléctrico [2], facilitando que participen en la toma de decisiones relacionadas con el consumo o producción de energía eléctrica domiciliaria.

Los autores proponen un sistema de gestión de energía eléctrica domiciliaria denominado GEDE, el cual incorpora tecnologías de la información y las comunicaciones, redes a nivel de domótica, *hardware* inteligente y generación distribuida; y su interacción con variables externas de tipo social, cultural y ambiental que despliegan influencia sobre el sistema. Dichas variables se analizaron a partir de las cuatro fases de la espiral del conocimiento propuesta por Nonaka y Takeuchi [20] socialización, externalización, combinación e internalización, lo cual facilita que el usuario interactúe por medio de su conocimiento en los procesos de toma de decisiones (consumo o generación) en la cadena de valor de energía eléctrica.

FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

La gestión del conocimiento transfiere el conocimiento desde el lugar donde se genera hasta donde se emplea, lo que implica compartirlo, valorarlo y asimilarlo [3]. La secuencia de gestión del conocimiento [4], involucra aspectos como los mencionados a continuación.

- Dato: conjunto de factores discretos sobre un hecho real. Un dato no dice nada sobre el porqué de las cosas, y por sí mismo tiene poca relevancia [5].
- Información: los datos se transforman en información añadiéndoles valor [6].

- Conocimiento: mezcla de experiencia, valores, información y “saber hacer” para la incorporación de nuevas experiencias [7].
- Idoneidad: conocimiento aplicado, integrado y asimilado a través de la experiencia y el contexto [8].
- Saber: idoneidad perfeccionada por experiencia, práctica y madurez hasta llegar a la toma de decisiones frente a una situación [8].

Nonaka y Takeuchi, definen el conocimiento tácito como aquel no palpable, interno y propiedad de cada persona, y conocimiento explícito como el que se transmite utilizando lenguaje formal [9]. El conocimiento se crea cuando se produce una transformación del conocimiento tácito en explícito [10], y cada uno de los miembros lo interiorizan, convirtiéndolo de nuevo en tácito. En la Figura 1 se muestra un ciclo en espiral donde se visualizan los cuatro procesos del conocimiento [11].

Las características principales se describen a continuación.

- Socialización: se recibe conocimiento tácito con experiencias [12], a través de captación y diseminación del conocimiento con transferencia a otro individuo.
- Externalización: el conocimiento se traslada a soportes entendibles.
- Combinación: captura del nuevo conocimiento explícito a través de la recopilación en bases de datos.
- Internalización: ampliación del conocimiento tácito de los individuos, por lo que requiere la actualización de conceptos.

Otro aspecto a tratar en la investigación son los sistemas de gestión de energía en el hogar (HEMS, por sus siglas en inglés), que conectan dispositivos domésticos basados en la combinación de la red de origen y el internet como medio de ahorro energético en tiempo real [13]; además, utilizan la energía eléctrica domiciliaria a partir de principios de eficiencia energética y trabajan en conjunto con la infraestructura de medición avanzada (AMI,



Figura 1. Espiral del conocimiento

Fuente: Nonaka y Takeuchi (1995)

por sus siglas en inglés) [14]. Algunos autores presentan sistemas de gestión para su aplicación en una microrred residencial con recursos de energía distribuida e incluyen sistemas de calefacción y refrigeración para minimizar los costos de operación de la energía [15].

Un elemento que incide en la implementación de HEMS es la influencia de variables externas que afectan el comportamiento de las personas, lo que adiciona mayor complejidad a la toma de decisiones [16]. Para potenciar las variables externas que influyen en los usuarios frente a cambios en la tecnología hay una actividad que se denomina la cocreación, la cual aportan de forma activa diferentes elementos que potencializan los procesos como fuentes de ventaja competitiva [17].

ANÁLISIS PRELIMINAR

En esta sección se presentan los elementos preliminares para realizar los análisis, teniendo en cuenta los sistemas de gestión energética y la influencia de las variables externas.

Sistema de gestión de energía eléctrica domiciliaria (GEDE)

El sistema de gestión de energía eléctrica domiciliaria que se denomina GEDE [18], cuenta con tres elementos básicos: infraestructura,

protocolos de comunicación y *software*. La energía que se consume en la vivienda proviene de dos fuentes de alimentación: la red de distribución o por generación distribuida. Los protocolos de comunicación garantizan la fiabilidad de los datos, con el fin de realizar el monitoreo, control y supervisión de los electrodomésticos conectados a la infraestructura [19]. Algunas variables externas que influyen sobre el sistema son las que se mencionan a continuación.

1. Políticas: tendencias del Estado para emplear sistemas de gestión energética.
2. Normatividad: leyes y normas relacionadas con la gestión domiciliaria.
3. Económicas: intereses monetarios que afecten a las empresas del sector.
4. Sociales: adaptación de los usuarios para emplear estos sistemas.
5. Culturales: formación para interactuar con iniciativas de gestión domiciliaria.
6. Ambientales: contribución con el medio ambiente.
7. Tecnológicas: variabilidad tecnológica para sistemas energéticos residenciales.

Influencia de variables externas sobre el sistema GEDE

Para esta investigación solo se analizaron las siguientes variables externas que tiene influencia

sobre GEDE como son: sociales, culturales y ambientales. En primera instancia, se realizó un análisis orientado a los principales riesgos, los efectos que produce y los controles a implementar para cada una (Tabla 1).

RESULTADOS. INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO CON VARIABLES EXTERNAS DE GEDE

En la Figura 2 se muestra la incorporación de la gestión del conocimiento en el sistema GEDE,

donde las variables social, cultural y ambiental se adaptan para que, sumado a la infraestructura tecnológica propia del sistema, los usuarios de la energía sean partícipes con su conocimiento en los procesos de toma de decisiones referente a generación distribuida y consumo de energía eléctrica domiciliaria.

Se propone un esquema de gestión del conocimiento que consta de cuatro ejes fundamentales: socialización, externalización, combinación e internalización, presenta las actividades propias para generar el nuevo conocimiento enfocado al sistema GEDE y

Tabla 1. Tabla de riesgos. Variables externas del Sistema GEDE

Variable	Riesgos	Efectos	Control a implementar
Social	-Problemas de adaptación del sistema en las viviendas. -Falta de estímulos económicos.	-Restricción del uso del sistema ya sea por edad, clase social, etc. -Altos costos para cambios tecnológicos.	-Entender las bondades que el sistema brinda tras su implementación. -Adaptación tecnológica del sistema.
Cultural	Falta de conocimiento de los usuarios para interactuar con sistemas de gestión energéticos.	-Forma de emplear la energía domiciliaria. -Reticencia sobre el uso eficiente de la energía.	-Control sobre la toma de decisiones energéticas. -Educación para emplear sistemas energéticos.
Ambiental	Altos costos por la implementación del sistema y su unión con la generación distribuida.	Emissiones de gas carbónico al medio ambiente que se dejan de emitir.	Visión a largo plazo de la contribución al ambiente por emplear estos sistemas.

Fuente: elaboración propia.

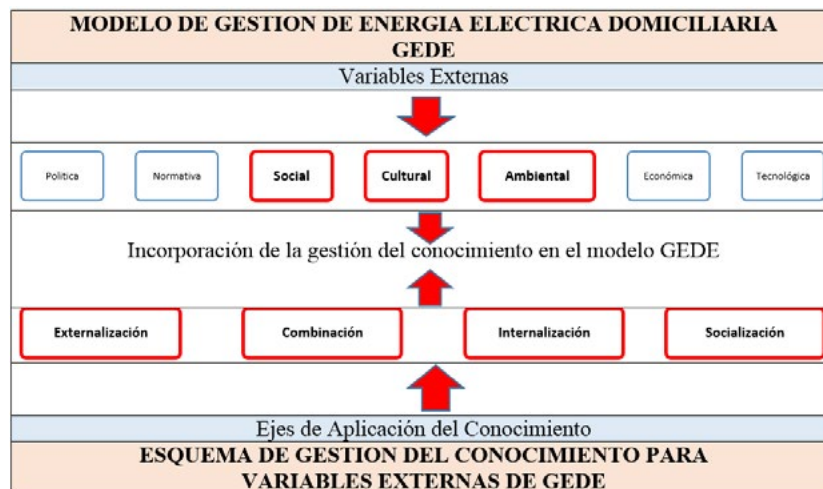


Figura 2. Diagrama de integración del conocimiento en el sistema GEDE

Fuente: elaboración propia.

apoyar su implementación con la gestión del conocimiento, influenciado.

Las acciones propuestas para adaptar en cada eje y generar el nuevo conocimiento que ayude a la implementación del sistema GEDE involucrando las variables externas son:

- Externalización (de tácito a explícito).

Traslado del conocimiento a soportes entendibles, presentando las siguientes actividades: facilitar a los usuarios la manera de entender cómo el control, la supervisión y el monitoreo de sus dispositivos el permite optimizar los consumos de energía; y como el usuario hace parte activa en la cadena de valor energética tomando decisiones de consumo o generación.

- Transferir.

Analogías de las oportunidades que se obtienen con la implementación de estos sistemas, además de folletos útiles para la cultura y adquisición de conocimiento sobre la manera de gestionar la energía eficientemente en las viviendas.

- Combinación (de explícito a explícito).

El conocimiento se traslada a una base de conocimiento o base de datos, por medio de la divulgación del sistema de gestión de energía en revistas de carácter académico y científico, plasmando su importancia para las viviendas en repositorios didácticos de información con fácil acceso para conseguir idoneidad en el manejo de este tipo de sistema de gestión.

- Internalización (de explícito a tácito).

Se convierte en conocimiento propio, se sugieren los aspectos de educación en centros educativos y la familia desde temprana edad sobre el empleo de sistemas energéticos gestionables, también por medio de cursos virtuales que estén al alcance en cualquier momento, con el fin de incorporar elementos para gestionar la energía eficientemente.

La apropiación de la importancia de la eficiencia energética tomando decisiones de consumo en diferentes horarios del día respecto a los elementos necesarios que le permitan interactuar con estos sistemas de manera transparente.

- Socialización (de tácito a tácito).

Se adquiere conocimiento de otros con sus experiencias, en esta fase se propone entender cómo funciona del sistema de gestión mediante la observación del prototipo y los beneficios del sistema implementándolo en las viviendas.

Por otro lado, se busca asimilar la importancia de tener el control sobre la toma de decisiones energéticas y la experiencia de otros para emplear este tipo de sistemas.

Para evaluar la capacidad y la significancia del modelo teórico propuesto una vez se desarrollen las acciones planteadas, es necesaria la valoración de cada uno de los aspectos tratados, para lo anterior se formula la ecuación (1):

$$GCG = \sum_1^n (AE + \varepsilon_{ae}) + \sum_1^n (AC + \varepsilon_{ac}) + \sum_1^n (AI + \varepsilon_{ai}) + \sum_1^n (AS + \varepsilon_{as}) \quad (1)$$

Donde GCG es gestión del conocimiento para GEDE, AE es acciones de externalización total, AC es acciones de combinación total, AI es acciones de internalización total, AS es acciones de socialización total y ϵ es error de transferencia interna de conocimiento.

La Figura 3, muestra el esquema de acciones de conocimiento de las variables externas para el sistema GEDE, basado en la ecuación (1), el cual consta de tres elementos básicos como son los ejes de acción unidos a través de una línea roja que indica el flujo iterativo de conocimiento (tácito y explícito), luego las actividades que se desarrollan para cada uno de los ejes y, finalmente, la influencia del error de transferencia de conocimiento, el cual es un porcentaje estimado de posibles fallas en el momento de ejercer las acciones en cada eje y no se genere nuevo conocimiento.

En relación con la variable externa ambiental, la cual no se controla, pero aporta y tiene influencia

permanente en la aplicación asertiva de la gestión del conocimiento sobre GEDE en aspectos relacionados con:

- Reducción de contaminación ambiental con generación distribuida.
- Beneficios de tener la propiedad de una parte del sistema eléctrico en el domicilio.
- Disponer continuamente con el servicio de energía.
- Mejor aprovechamiento de infraestructura existente a nivel de generación, distribución y transmisión.

Cada una de las acciones se analizará y valorará por medio de indicadores, el planteamiento de estos se muestra en la Tabla 2 para cada eje del sistema GEDE.

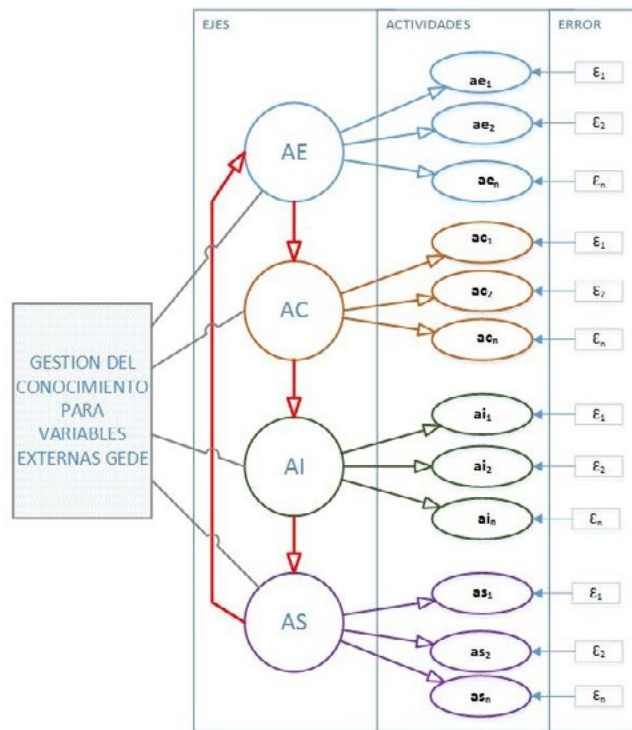


Figura 3. Esquema de acciones de conocimiento para GEDE

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Tabla de indicadores de las acciones de conocimiento para GEDE

Eje	Indicador (%)
Externalización	Asimilación adecuada de los conceptos relacionados con el sistema.
	Asimilación por medio de analogías del sistema.
	Número de folletos para la implementación del sistema.
Combinación	Numero de repositorios con información didáctica sobre el tema.
	Número de revistas, libros y manuales especializados que apoyen la implementación del sistema.
	Uso de las fuentes de información depositadas en bases de datos sobre el sistema.
Internalización	Cantidad de actividades educativas relacionadas efectuadas.
	Número de personas con alguna formación en su casa sobre el tema.
	Número de personas con formación en su lugar de estudio sobre el tema.
	Número de cursos virtuales relacionados con el tema.
	Conocimiento relacionado con la eficiencia energética.
Socialización	Conocimiento del manejo de sistemas energéticos.
	Porcentaje de interacción con personas que tengan la experiencia de accionar con este tipo de sistemas.
	Porcentaje de capacitación realizada por expertos.
	Porcentaje de confiabilidad del emisor por parte del usuario.
	Cantidad de usuarios que conocen los beneficios de la transferencia de este conocimiento.
	Porcentaje de habilidades por parte del emisor para realizar la transferencia de conocimiento.

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

El sistema GEDE con toda su infraestructura tecnológica apoyada con *software*, *hardware* y comunicación no es suficiente para que el usuario final interactúe en la cadena de valor energética como usuario activo, de esta forma, el esquema de gestión de conocimiento para variables externas propuesto por los autores proporciona el flujo de conocimiento requerido para el funcionamiento eficiente del sistema GEDE, facilitándole evolucionar a usuario activo y obtener beneficios económicos y energéticos.

Uno de los retos más sustanciales es la incorporación de sistemas de gestión eléctrica domiciliaria que estimulen una cultura de gestión del conocimiento por parte de los actores interesados (usuarios activos) en el empleo de tecnologías inteligentes, con el fin de mejorar la eficiencia energética no solo como beneficio propio sino en pro del desarrollo general.

Las variables externas (sociales, culturales y ambientales) estudiadas mediante un análisis de

riesgos tienen relación directa con el usuario activo, en este se observan las principales contingencias que se pueden originar en el momento de implementar el sistema en las residencias y los efectos que conllevan, limitando la verdadera gestión en el nuevo contexto energético que se presenta.

La herramienta de gestión del conocimiento debe apuntar a una necesidad real de los usuarios, diferenciando la información valiosa de la que no lo es, precisando los objetivos que se requieren para la implementación del sistema de gestión en las residencias y poder medir sus resultados.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to acknowledge to Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas and GCEM Research Group, which made this study possible.

REFERENCIAS

- [1] Chen, H., Ngoc, T., Yang, W. Tan, C., Li, Y y Ding, Y. (2009). Progress in electrical energy storage system: a critical review. *Progress in natural science*, 10(3), 291-312.
- [2] Wade, N., Taylor, P. Lang, P. y Jones, P. (2010). Evaluating the benefits of an electrical energy storage system in a future smart grid. *Energy Policy*, 38(11).
- [3] Davenport, T. (1994). Saving it's soul: human centered information management, *Harvard Business Review*, 72(2), 119 -131.
- [4] Valhondo, D. (2003). Gestión del conocimiento del mito a la realidad. Madrid: Díaz de Santos.
- [5] Czinkota, M. y Kotabe, M. (2011). *Administración de mercadotecnia*. Ciudad de México: International Thomson Editores.
- [6] Chiavenato, I. (2006). *Introducción a la teoría general de la administración*, Ciudad de México: McGraw-Hill.
- [7] Davenport, T. and Prusak, Y. (1999). *Working knowledge: how organizations manage what they know*. Bostón: Harvard Business School Press.
- [8] Beazley, H., Harden, D. y Boenisch, J. (2003). *La continuidad del conocimiento en las empresas*. Bogotá: Editorial Norma.
- [9] Alavi, M. y Leidner, D. (2001). Review: knowledge management and knowledge management systems: conceptual foundations and research issues. *Knowledge Management*, 3, 163-198.
- [10] Nonaka, I. (1991). The knowledge creating company. *Harvard Business Review*, 69(6), 96–104.
- [11] Nonaka, I., Konno, N. y Toyama, R. (2001). A conceptual framework for the continuous and self-transcending process of knowledge creation. Emergence of "BA", Oxford University Press.
- [12] Kogut, B y Zander, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization Science*, 3(3), 383-397.
- [13] Jinsoo, H. Choi, C. y Lee, I. (2011). More efficient home energy management system based on Zig-Bee communication and infrared remote controls. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 57(1), 85-89.
- [14] Villa, D., Martin, C., Villanueva, F., Moya, F. y López, J. (2011). A dynamically reconfigurable architecture for smart grids. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 57(1), 411-419.
- [15] Farmani, F. Parvizmosaed, M. Monsef H. y Rahimi-Kian, A. (2018). A conceptual model of a smart energy management system for a residential building equipped with CCHP system. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 95, 523-536.
- [16] Zaeri, M. Sharda, N. and Zahedi, A. (mayo, 2014). *A five layer model for simulating a virtual power plant*. Trabajo presentado en IEEE Innovative Smart Grid Technologies, Kuala Lumpur, Malasia.
- [17] Alves, H. Fernandes, C. & Raposo, M. (2016). Value co-creation: concept and contexts of application and study. *Journal of Business Research*, 69(5), 1626-1633.
- [18] Vega, A. Santamaría, F. y Rivas, E. (2014). Internet de los objetos empleando arduino para la gestión eléctrica domiciliaria, *Revista de la Escuela de Administración de Negocios*, 77.
- [19] Vega, A. Santamaría, F. y Rivas, E. (2014). *Propuesta para elaborar un modelo de gestión para redes eléctricas domiciliarias: aproximación conceptual*. Trabajo presentado en International Symposium on Energy and Technology Innovation Forum, Gurabo, Puerto Rico.
- [20] Nonaka, I. and Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company*. New York: Oxford University Press.