

Arquitecturas basadas en computadores empotrados para la gestión inteligente de la energía en un complejo hotelero

Carlos González Muñoz, Domingo Benítez Díaz, Luis Carrasco Medina y Jose F. Medina Padrón

Un sistema domótico, concebido como red de computadores empotrados, permite el funcionamiento autónomo de sistemas eléctricos e hidráulicos gestionados por algoritmos de control incorporados en la programación de cada elemento domótico del sistema, de tal manera que la estancia, el local o el edificio que los incorpora adquiere características de "gestión inteligente". En este artículo se describe someramente, algunos detalles de instalaciones de este tipo en las que los autores han tenido la oportunidad de realizar ensayos de funcionamiento orientado a la obtención de ahorro energético.

A home control system, conceived as a network of embedded computers, gives capabilities of autonomous function in both electric and hydraulic systems managed by control algorithms resident, by program incorporated on each component of the system, in such this way that the room, hall or whole building that incorporate them behave with characteristics of "smart management". In this paper, some details of such kind of installations in which the authors have had the opportunity to make experiences of functionality with the purpose of obtaining an energetic save are briefly described.

Introducción

En las sociedades occidentales, el consumo de energía se ha incrementado considerablemente durante las últimas décadas y esto se hace en unas condiciones de uso deficiente, en cuanto al aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles. En la actualidad, a las soluciones relativas a *generación y distribución* de energía se deben añadir las que atañen al *consumo eficiente* de la energía basado en el uso adecuado de las tecnologías de la información y automatización.

Las arquitecturas basadas en computadores empotrados, que dan título al presente artículo, hacen referencia a los modos de distribución

y organización de la estructura interna de sistemas de automatización resueltos mediante instalaciones multiprocesador ubicados convenientemente, de forma que produzcan una interacción programada con los circuitos eléctricos e hidráulicos en los edificios en que son instalados, con el propósito de dosificar el gasto de los recursos en función de parámetros de consumo racionalmente definidos en la fase de diseño del sistema. Este, a su vez, es resuelto en función de las necesidades de utilización del sistema y de las preferencias de sus usuarios, pero con las limitaciones y características establecidas por la gerencia o dirección de la empresa propietaria de las edificaciones

y instalaciones. En seguida se comprende el interés de estos trabajos, desarrollados para dotar de capacidades de funcionamiento automatizado a grandes grupos de consumidores eléctricos e hidráulicos, de forma que se intente alcanzar los objetivos de moderación eficiente del gasto energético. Los trabajos se abordan desde una óptica que enfoca a múltiples campos de la técnica, de tal forma que intervienen en el mismo la informática, la ingeniería eléctrica, la teoría de la regulación automática, la de sistemas basados en microprocesadores, la teoría de redes y la de transmisión de datos.

A lo largo del siglo XX, las tecnologías para el Control Automático

experimentan un notable avance a causa del rápido desarrollo de la Tecnología Electrónica como vehículo propulsor de gran trascendencia y aplicabilidad como herramienta auxiliar de muchas industrias, por ejemplo las de fabricación de electrodomésticos, automoción, audio, vídeo e industrias auxiliares de servicios. En la actualidad existen gran cantidad de soluciones para la automatización. Desde los elementos básicos que incorporan sensor y actuador vinculados en acción directa, hasta los más avanzados que incorporan microprocesadores en redes de autómatas programables dispuestas mediante la adecuada integración de sistemas. En este sentido, la automatización de edificios, naves industriales, almacenes, edificios corporativos, centros comerciales, deportivos, especializados, etc., inclusive los hoteles, se viene efectuando mediante estas soluciones "propietarias del fabricante" de tal manera que, la empresa que desea automatizar funciones contrata servicios con un instalador proveedor de soluciones de automatización, que genera un proyecto en el que diseña una solución concreta adaptada a unas características de localización espacial y de finalidad. La utilidad de tal proyecto es indudable, pero mengua con el paso del tiempo al modificarse las características espaciales, funcionales y conceptuales del edificio automatizado. La inversión queda amortizada en su plazo, pero más allá de éste, cuando cambia el entorno de operatividad se pierden po-

sibilidades de aprovechamiento del sistema implantado. Esto sucede porque estos proyectos implican un diseño rígido, poco adaptable a los cambios y muy costoso en mantenimiento, al quedar dependiente de la solución de marca elegida. Por el contrario, en la actualidad, gracias a tecnologías innovadoras en el ámbito de la automatización por domótica, como las que proponemos con nuestro trabajo, aspiramos a obtener similares características de automatización con la mejoría de la orientación específica de la eficiencia energética mediante instalaciones de alta flexibilidad, fácil integración y costo reducido. Tales instalaciones van a transformar el concepto de *automatización* del edificio en el de *control automático para la gestión inteligente* de las instalaciones del edificio, incluidas también, las instalaciones generadoras de energía como las consumidoras de recursos energéticos.

Dicho lo anterior y conociendo la existencia de soluciones técnicas diversas para la automatización orientada a un fin, por los motivos expuestos, en nuestro caso optamos por una solución de diseño resuelta mediante automatización domótica por cableado estructurado, sin que hasta el momento se conozca la existencia, definida mediante estándares, de metodologías concretas para la producción de eficiencia energética mediante instalaciones de automatización domótica. Nuestra apuesta apunta hacia las redes de computadores empujados mediante elementos domó-

ticos y cableado estructurado como recurso óptimo. Simultáneamente a la definición del modelo de esas instalaciones, con la experiencia que se realiza se pretende encontrar reglas que permitan sistematizar el diseño de los proyectos de automatización orientada a la obtención de eficiencia energética.

Actividad energética estudiada

Las experiencias iniciales se han desarrollado en el hotel Maizep. Se trata de un hotel rural con número reducido de habitaciones y gran cantidad de servicios.

Está situado en el entorno natural del barranco de Guinguada en zona de colindancia municipal entre Las Palmas de Gran Canaria y Santa Brígida. En invierno acusa elevada humedad y bajas temperaturas. En el verano y también los días despejados de cualquier otra estación, recibe intensa insolación en horario diurno.

Las áreas de actividad en el hotel se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

- **Servicios:** área de trabajo habitual del personal del hotel: cocina, lavandería, sala de máquinas, sala de calderas, oficinas, etc.
- **Zonas comunes:** áreas de acceso a la clientela en general. Recepción, restaurante, jardines, comedor, etc.
- **Anexo:** es un pequeño espacio en un edificio contiguo al hotel en donde se encuentra la sauna y otros servicios (guardería, sala de masajes, etc.).

- **Habitaciones:** para uso exclusivo de los clientes.

El potencial de consumo eléctrico total por los consumidores en él instalados, es de 44,083 kilovatios antes de introducir acciones correctoras para mejorar la eficiencia energética del hotel, distribuidos de la forma que se recoge en la Tabla 1.

El detalle de potencia instalada por zonas dentro de cada área de actividad ha sido exhaustivamente estudiado deduciéndose que el mayor porcentaje de gasto se debe al consumo de los pequeños electrodomésticos (50%). El gasto debido a la iluminación representa un porcentaje total importante (30%) respecto de la potencia del resto de los equipos instalados, tal como se puede observar en la Tabla 2.

El mayor gasto eléctrico corresponde al conjunto de pequeños electrodomésticos repartidos por toda la instalación, fundamentalmente los localizados en la Cocina y en la Sala de Máquinas (lavandería). En la Cocina es inevitable el gasto permanente de los arcones congeladores y de los frigoríficos.

El gasto en iluminación es importante y comporta el 30% del total del consumo eléctrico del hotel. Por lo tanto, se destaca la conveniencia de automatizar el control de la activación y desconexión de grandes grupos de luminarias. También consideramos conveniente ejercer acciones de control en instalaciones de bombeo y calderas de calefacción a efectos de regular su gasto.

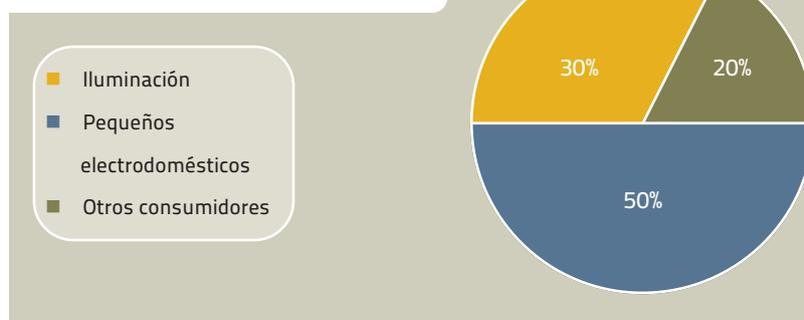
Tabla 1. Potencia instalada por áreas

Zonas	Potencia
Servicios	31.051 W
Zonas comunes	6.370 W
Dormitorios	5.014 W
Anexo	1.648 W

Tabla 2. General por conceptos

Consumidores	Potencia
Iluminación	13.223 W
Pequeños electrodomésticos	21.840 W
Otros consumidores (bomba, caldera, etc.)	9.020 W

Figura 1. Gasto eléctrico por conceptos



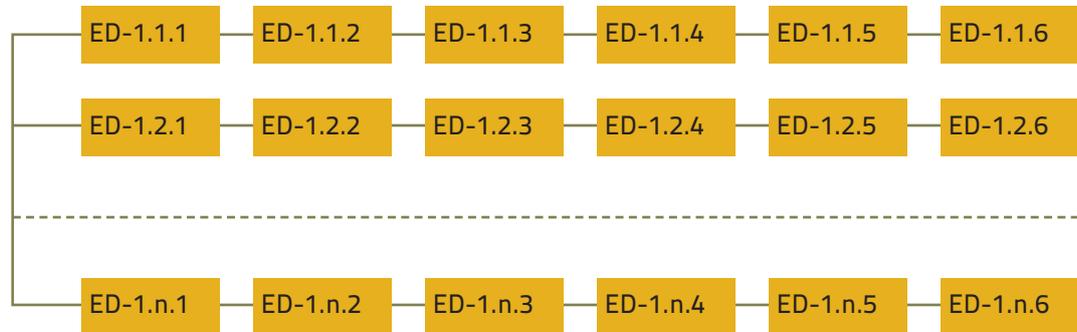
En el diagrama sectorial de la Figura 1 se puede ver la distribución del gasto eléctrico según conceptos.

Principios fundamentales, adoptados para acometer el diseño de las instalaciones con el criterio de eficiencia energética

Comenzamos por establecer un conjunto de axiomas que constituirán el punto de partida fundamental, base de arranque para establecer

las características topológicas y la programación de los elementos del sistema de automatización, así como los detalles de la implementación de todos los elementos incorporados al diseño del mismo, con el propósito de abordarlo como una instalación de automatización que prioritariamente contemple aspectos concernientes al criterio de eficiencia energética sobre la red de distribución eléctrica interior, así como sobre la red de suministro hidráulico cuando sea posible.

Figura 2. Esquema en RED de elementos domóticos



El conjunto de principios adoptados se describen en [6] y se complementan con un conjunto de reglas de diseño, propiamente establecidas, que afectan a detalles de la topología de la red domótica y a la totalidad del sistema empotrado a efectos de la definición del proyecto técnico del sistema domótico. Aspectos todos que tendrán importancia para la adecuada programación y puesta en funcionamiento del sistema empotrado. En general, estos aspectos de diseño tienen por objeto facilitar la aplicación del principio elemental de la eficiencia energética: **“Cuando carece de utilidad o de sentido el mantenimiento en estado de activación de un sistema energético, se debe proceder a su desconexión”**.

Arquitectura de las instalaciones domóticas

Para el diseño de la instalación de automatización, de entre las opciones técnicas disponibles hemos escogido un sistema de automatización domótico mediante Bus normalizado de tipo KNX, por sus interesantes características ya que se trata de un sistema de control para el hogar y el edificio basado en un estándar industrial previo, el EIB, de

origen centroeuropeo que, por fusión con otros estándares de funcionalidad similar se constituye en el año 2002 como norma propia con el nombre de norma KNX, o Konnex. Los elementos que la definen alcanzan en 2003 el reconocimiento de norma europea EN 50090 por CENELEC a través de su TC 205, que en la actualidad está reconocida por un extenso grupo de empresas fabricantes de electrodomésticos y productos industriales para la vivienda y los edificios, por lo que existen miles de productos compatibles e intercambiables en Bus, de diferente firma fabricante. Por ello se dice que el estándar KNX es un Bus abierto. Está internacionalmente reconocido mediante las normas EN 13321-1 y, desde marzo de 2005 lo está por las normas ISO / IEC (14543-3).

Conforme a la citada norma, se disponen redes de elementos domóticos organizados en líneas interconectadas. Cada elemento dispone de dirección de identificación propia que le ha sido grabada en el laboratorio durante la fase de ajuste y prueba. De esta forma se materializa la red de computadores empotrados. La funcionalidad de la misma se obtiene después de la creación de los programas de ex-

plotación del sistema, en los que se asocian de forma compartida y múltiple los elementos que intervengan en la producción de la función.

Es necesaria la regulación configuradora tanto de los sensores de movimiento como los de presencia, para abarcar el total de superficie deseada y la sensibilidad de la respuesta. Los mini paneles domóticos proporcionan información y control parcial en las zonas de conexión por radio frecuencia: Cocina y Habitación domótica. El panel domótico táctil facilita información y permite control local amplio por sectores programados.

La desconexión de luminarias, pequeños electrodomésticos y otros consumidores se regula a partir de elementos domóticos de salida binaria ubicados en algunos casos en cuadros electro-domóticos y otras veces se actúa mediante salidas binarias situadas en cajas de empotramiento en pared o de superficie sobre la misma. En ambos casos están vinculadas al órgano de mando o toma de corriente correspondiente.

Con los objetivos funcionales señalados y partiendo de los axiomas mencionados en el apartado anterior, se aborda el diseño de la instalación de automatización con el

criterio preferente de la producción de ahorro por desconexión en las instalaciones eléctrica e hidráulica del hotel seleccionado, adoptando soluciones relativas a: elección de elementos domóticos, distribución, ubicación, topología del Bus, desarrollo de algoritmos, programación, monitorización de sistemas y segmentación y medida de líneas. Como resultado se obtiene una instalación domótica con norma KNX de las siguientes características:

- 1 Línea de Bus KNX de **450 metros** de extensión.
- 2 Zonas domóticas de **radiofrecuencia**.
- **44 Módulos domóticos Konnex** con tecnología de par trenzado
- **17 Módulos domóticos Konnex** con tecnología de radio frecuencia.
- 8 Cuadros electro-domóticos.
- 5 Contadores digitales domóticos.
- 12 Canales de lectura digital de línea segmentada.
- 1 Panel táctil de control domótico.
- 2 Mini paneles domóticos.
- 1 PC conectado al **Bus KNX** de par trenzado a través de un switch de tipo WIFI.

La instalación domótica se realiza en red lineal con dos zonas de radio frecuencia situadas una en la cocina y otra en la habitación domótica, de conexión radial al Bus en línea. El sistema domótico compuesto en conjunto de esta manera se articula como un núcleo distribuido multi core de 61 elementos de

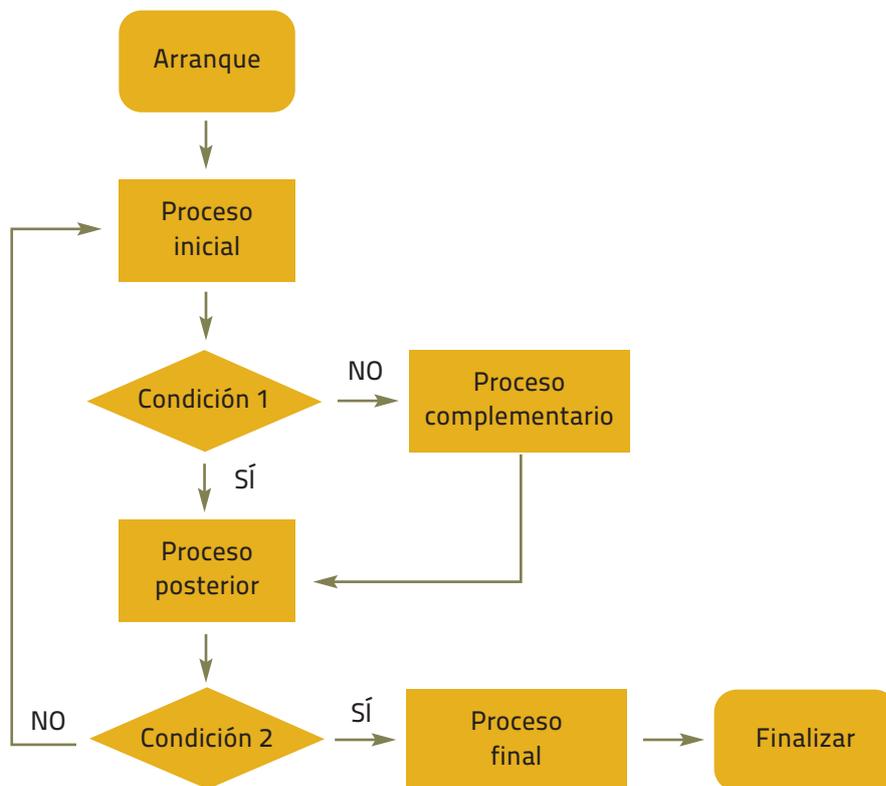


Figura 3. Algoritmo general para programación de elementos domóticos para su implementación en una red de computadores empotrados por BUS KNX

proceso compatible sobre un único Bus de datos.

Estos elementos deben prepararse para su incorporación al sistema, tratándolos en un proceso de programación de varios pasos. Previamente deben ser configurados y después deben pasar por un proceso recurrente, hasta la definitiva programación del sistema domótico en su conjunto por subconjuntos funcionales, que permita la implementación del sistema en su totalidad.

Por último, hay que mencionar que la automatización instalada proporciona una solución parcial al conjunto de instalaciones energéticas del hotel y del conjunto de sus líneas eléctricas. La ventaja de la

utilización de un sistema con el estándar de Bus KNX es

su posibilidad de ampliación mediante crecimiento, gracias a la compatibilidad garantizada con multitud de productos de esa norma, lo cual hará viable ejercer posteriores fases de perfeccionamiento de las instalaciones domóticas implantadas mediante el empotramiento en la instalación de automatización de otros sistemas de control que se decida conveniente instalar, como resultado de los estudios emprendidos, o bien para proporcionar soluciones similares en áreas ya probadas, como es el caso de las habitaciones, para ampliar la disponibilidad de dormitorios con el equipamiento domótico previsto al com-



Figura 4. Automatización de luminarias en la avenida de acceso.



Figura 5. Sensores y luminarias en Patio 2.

pleto. Asimismo sería conveniente una mayor automatización, segmentadamente, de: todos los ramales de iluminación exterior, de la sala de calderas, de las dependencias auxiliares y del anexo de gimnasio.

Experimentos

Se emplean contadores digitales domóticos 7KT1 162, de Siemens, compatibles con el Bus KNX, para la ad-

quisición de las medidas de consumo mediante la segmentación de líneas de la instalación eléctrica de forma conveniente.

En el diseño realizado se ha monitorizado la acometida general del hotel, la línea trifásica de la Cocina, la trifásica de la Sala de Calderas y Bombas hidráulicas y las líneas monofásicas que a continuación se relacionan: línea eléctrica exterior del alumbrado de la avenida de acceso, línea de alimentación de la habita-

ción domótica y línea de alimentación de la habitación gemela no domótica. Previa a la instalación de los contadores eléctricos, éstos son programados y calibrados en el laboratorio y posteriormente son enviados al taller de montaje para su ubicación en cuadro eléctrico o electro-domótico.

Una vez completada la instalación del sistema domótico, la adquisición de datos es permanente a lo largo del tiempo en un registro continuo realizado en intervalos de entre 60 y 120 segundos de duración. Ha sido necesario realizar cortes parciales en el proceso de lectura de datos por razones de servicio técnico y en otros casos las paradas obedecen a causas fortuitas, pero el conjunto de datos recibidos de forma regular por los canales de medida de los contadores implantados permiten hacer análisis detallados y especulaciones predictivas con vistas a mejorar la racionalización del uso energético en el hotel, bien por reprogramación de la red empotrada del sistema domótico instalado, o bien por la ampliación del sistema con nuevos



Figura 6. Contador de consumo en dormitorios.

Figura 7. Pruebas de lectura en contador.

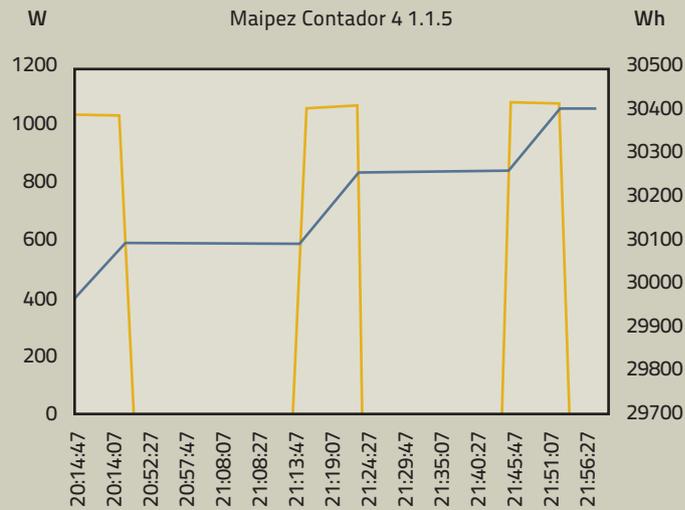
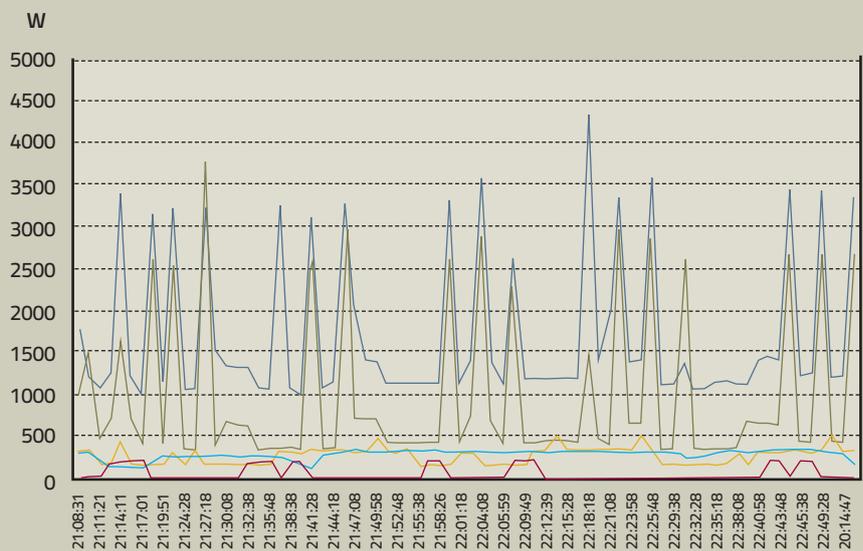
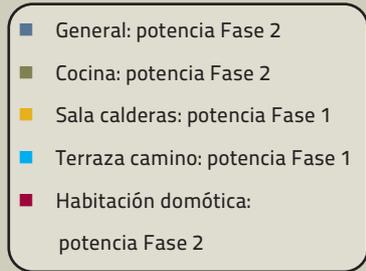


Figura 8. Registro continuo de medidas superpuestas



elementos a ubicar sobre la arquitectura de computadores empotrados ya existente.

Si bien la adquisición de datos tiene lugar en primer lugar sobre un equipo informático dotado de un sistema Scada apropiadamente instalado en la misma red de compu-

tadores empotrados que resuelve la automatización del sistema energético, también es cierto que desde aquí los datos recibidos están disponibles para ser leídos mediante un router IP y una conexión telefónica ADSL desde cualquier sistema informático conectado a internet.

Conclusiones provisionales

Las pruebas preliminares ya proporcionan evidencias de ahorro mientras se está a la espera de un análisis más detallado sobre períodos amplios de tiempo y pendientes de acciones posteriores de reprogra-

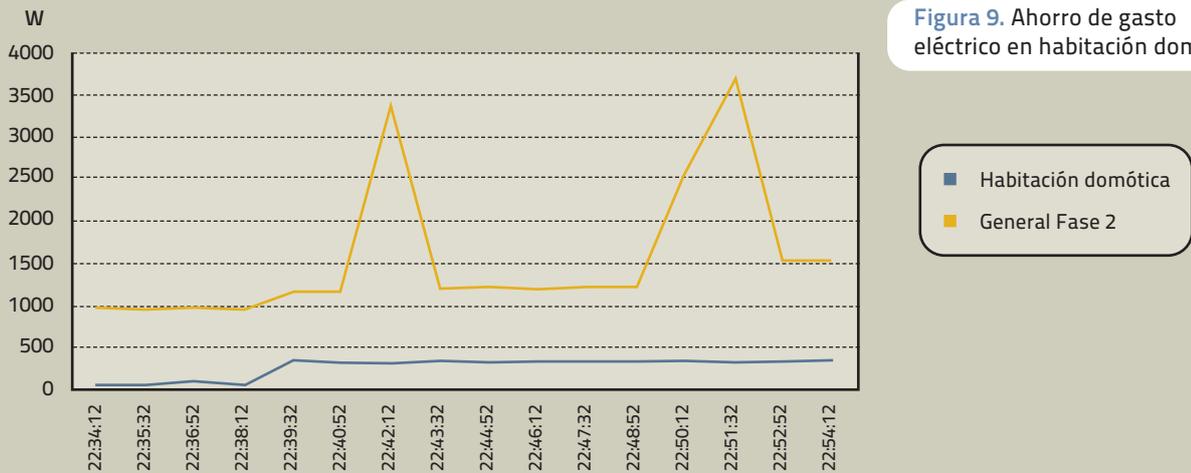


Figura 9. Ahorro de gasto eléctrico en habitación doméstica

mación adaptativa del sistema, para ajustarlo a condiciones de funcionamiento óptimas, dependiente éstas del compromiso entre grado de confort y nivel de eficiencia energética que se desee adoptar, lo cual implica no sólo acciones técnicas sino también decisión empresarial a nivel de gerencia y propiedad del edificio.

Por otra parte, se han obtenido registros que revelan detalles de funcionamiento en carga de pequeños electrodomésticos, que aportan datos objetivos para contrastar sus características de eficiencia y la adecuación para su funcionamiento, con arreglo a lo originalmente esperado.

A modo de ejemplo, para la constatación de la producción de ahorro energético se pueden considerar los resultados obtenidos en el dormitorio doméstico gracias a la red de computadores empotrados. Al respecto, en la Figura 9 se observa el registro de consumo eléctrico en este dormitorio, así como la evolución del consumo general registrado en el contador de acometida. Durante el primer tramo horario hasta las 22:38 horas, el dormitorio se encontraba en prueba de funcionamiento doméstico con el sistema empotrado activado. Después de esta hora, finalizadas las pruebas,

la habitación se reconfigura para modo de funcionamiento convencional, lo que se traduce en un incremento brusco en la gráfica de consumo que se refleja incluso sobre los registros de consumo general del hotel. De forma general, se observa coincidencia de funcionamiento con lo señalado por Windbeger [13].

Resultados similares cabe esperar en otros sectores de la instalación del hotel, como son: el sistema de iluminación de la avenida de acceso en la entrada al mismo, el restaurante, la cocina y los patios. Por otra parte, se podría esperar obtener beneficios de explotación por reducción del gasto eléctrico acometiendo posteriores trabajos de automatización que contemplen la regulación automática de la producción de agua caliente en la sala de calderas, la integración automatizada del sistema de ACS con el primario de calderas, para evitar caldeamientos innecesarios regulando las entradas en funcionamiento del circuito primario ante la previsión de incorporación de caudales del secundario.

Otra característica a destacar es la detección de fugas hidráulicas en el circuito de abastecimiento de agua corriente por secuencias continuadas de impulsos periódicos

detectados en los motores de la sala de hidrocompresores. No solamente se produce el gasto innecesario de caudales de agua, sino que estos impulsos son una fuente importante de gasto eléctrico con fuerte componente reactiva y por tanto es deseable controlarlos y regularlos.

Asimismo, como resultado de estos trabajos se han obtenido claves relativas a la ubicación, número e interconexión en el Bus doméstico de los elementos adecuados para la mejor definición del sistema al completo. Especialmente interesan los detalles concernientes a la óptima ubicación y configuración de los sensores de movimiento y de los detectores de presencia.

Las posibilidades de automatización a que se refieren estos últimos párrafos quedan facilitadas, tanto en diseño, implementación y ejecución como en costes, al emplear arquitecturas de computadores empotrados mediante el patrón de diseño por cableado estructurado con el que se ha realizado las instalaciones someramente descritas en el presente artículo, dada la característica de estándar abierto con que fue concebido el sistema doméstico KNX.

En el seguimiento temporal realizado hasta el momento del sis-

tema descrito, además de las virtudes expuestas, se han detectado también algunas limitaciones, contrastadas por los autores. La primera y esencial es la necesidad de contar en el mismo hotel con un servicio de mantenimiento cualificado, apto para la asimilación de la innovación tecnológica, conforme a las descripciones de la norma CENELEC. Asimismo conviene proporcionar una instrucción básica al personal del hotel que habitualmente opere con el sistema. A estos efectos, es más eficaz el uso del sistema cuanto mejor sea la motivación de dicho personal a favor de la aceptación y empleo de la innovación tecnológica.

Antecedentes motivadores

La realización de los trabajos de investigación y desarrollo aquí propuestos surgen como consecuencia posterior de las iniciativas emprendidas desde del Gobierno Autónomo de aportar ayudas de inversión tecnológica, con el propósito de facilitar la aplicación de políticas de contención de gastos energéticos en la explotación de los establecimientos turísticos, canalizadas a través del Instituto Tecnológico de Canarias por las que, a través de convocatorias públicas se han concedido subvenciones a edificios y complejos hoteleros destinadas a la ubicación de instalaciones y equipos de tecnología avanzada orientados a la captación de

energías renovables y a la optimización de su consumo. En virtud de tales acuerdos de cooperación, algunos hoteles canarios han sido parcialmente equipados, a modo de prueba, con tecnología avanzada de automatización por domótica mediante cableado estructurado a las que el equipo de investigación de la ULPGC autor del presente artículo, ha accedido con la finalidad de prestar su asesoramiento y mejor seguimiento técnico, tanto para obtener el mejor funcionamiento de las instalaciones de tecnología innovadora como para la posterior monitorización de los datos de consumo obtenidos a partir de ellas.

Notas y referencias bibliográficas

- (1) Benitez, D. (2007): *Edificios Inteligentes y Multimedia*, Las Palmas de Gran Canaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- (2) BOE (2007) : *Real Decreto 47/2007 de 19 de Enero de 2007 por el que se establece el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción*, publicado en el BOE.
- (3) Cedeño, F.; Rivas, J. (2009): *Análisis de la eficiencia energética en la actividad hotelera*. Oviedo, Septem Ediciones.
- (4) Cruz Gómez, J.M. de la; Cruz Hidalgo, A. de la (2008): *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación*. Barcelona, Ediciones Experiencia.
- (5) [EU2002] Directiva 2002/91/EC del Parlamento Europeo aprobada el 16 de Diciembre de 2002 *sobre las Prestaciones Energéticas de las Edificios*.
- (6) González, C. (2009): *Automatización para la Eficiencia Energética. Principios fundamentales. Experiencias en un hotel rural*, La Palmas de Gran Canaria. Departamento de Informática y Sistemas. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- (7) [IDAE], Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (1993) : *Guía de la Energía*. Madrid, Ministerio de Industria Ciencia y Turismo (MICYT).
- (8) Konnex, (2006): *Handbook for Home and Building Control*; German Electrical and Electronic Manufacturers' Association.
- (9) Lui, T. (2009) : "83. Automation in Home Appliances", en Springer Handbook of Automation, Springer, págs. 1469-1483.
- (10) Salsbury, T. (2009) : "62. The Smart Building", en Springer Handbook of Automation, Springer, págs. 1079-1093.

Agradecimientos

Al Hotel Rural Maizep (La Calzada, Gran Canaria). Al personal del hotel por su colaboración y especialmente a don Luis Sicilia por las facilidades dadas para la realización de las instalaciones y estudios.

Al organismo gubernamental Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), especialmente a don Carlos Hernández López, por las facilidades dadas y la promoción de esta actividad, en el marco del proyecto EFIENER.

A la compañía eléctrica UNELCO-ENDESA por su interés y patrocinio de este estudio.

A la Fundación Universitaria de Las Palmas, por su acción de mecenazgo, que permite canalizar las ayudas, mantener y divulgar la actividad investigadora.

Glosario

ACS: Acrónimo para "Agua Caliente Sanitaria".

Algoritmo: Procedimiento sistemático, matemáticamente organizado para obtener la solución de un problema.

Arquitectura de computadores: Disciplina técnica concerniente con la organización, diseño y análisis de máquinas de procesos de la información.

Cableado estructurado: Método para la interconexión de sistemas de proceso de la información.

Computador empotrado: Sistema de proceso de información, capacitado para resolver un número limitado de funcionalidades, normalmente de pequeño tamaño y construido en base a un circuito integrado, que se ubica dentro de caja de empotramiento en pared o bien superpuesta a ésta, en sustitución de órganos de mando eléctrico de funcionamiento convencional.

Sistema domótico: Conjunto de dispositivos que, técnicamente operan de forma interconectada para proporcionar una funcionalidad de manera automática dentro o en la proximidad de una vivienda, de un local o de un edificio.

Implementación de sistemas: Acción de dotar de funcionalidad a un sistema electrónico de información o automatización, por la cual además de instalar algunos de los elementos o partes constituyentes del mismo, también se les programa o al menos se les configura determinados parámetros, para que pueda iniciarse su funcionamiento.

KNX: Norma de origen europeo para la definición de un patrón de automatización domótica que está reconocida internacionalmente mediante regulaciones ISO / IEC.

Konnex: Un modo alternativo de hacer referencia a la norma KNX.

TIC: Acrónimo para "Tecnologías de la Información y Comunicaciones".

- (12) Siemens, (2007): *Catálogo Konnex Siemens*: http://www.automation.siemens.com/cgi-extern/et_instabus_eib.pl?te1=*%te2=251&sm=instabus&la=en&ac=fa&rm=main&rs=-1&rr=10&ns=Next&mo=*%ye=*%re=&fc=70cbs&x=31&y=15
- (13) Windberger; M. (2007): *KNX Standard Enables Significant Energy Savings*. KNX Journal, 1/2007, pp: 5-7.
- (14) Zalesak, M. (2006): *Possible impacts of intelligent technologies application in residential buildings on energy efficiency*. Konnex Scientific Conference, www.knx.org.
- (15) www.knx.org, página web oficial de la organización KNX.

Reseña curricular

Carlos González Muñoz es ingeniero industrial y profesor de la Escuela de Ingeniería Informática de la ULPGC. Es miembro del COIIC. Está interesado en la automatización aplicada a la optimización del aprovechamiento energético.

Departamento de informática, Campus de Tafira, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 35017.

E-mail: cgonzalez@dis.ulpgc.es

Domingo Benítez Díaz es catedrático de la Escuela de Ingeniería Informática de la ULPGC. Es Konnex Partner y fundador del Grupo de Investigación en Domótica de esta Universidad. Desde hace 10 años imparte, tanto en Canarias como en territorio peninsular, cursos de domótica por cableado estructurado. Ganador del Premio Mención Especial del 1^{er}. KNX Awards Forum España.

E-mail: dbenitez@dis.ulpgc.es

Luis Carrasco Medina es ingeniero industrial y profesor de la Escuela de Ingeniería Informática de la ULPGC. Es miembro del COIIC.

Jose F. Medina Padrón es ingeniero industrial y profesor de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ULPGC. Realiza investigación en materia de integración y aprovechamiento de energías renovables. Es miembro del COIIC.