

metalTIC – Hogar Digital

Francisco Flórez Revuelta
*Grupo de Domótica y Ambientes Inteligentes,
Universidad de Alicante
florez@dtic.ua.es*

Miguel Cabo Díez
*Grupo de Domótica y Ambientes Inteligentes,
Universidad de Alicante
mcabo@dtic.ua.es*

Francisco Javier Ferrández Pastor
*Grupo de Domótica y Ambientes Inteligentes,
Universidad de Alicante
ffferran@dtic.ua.es*

Vicente Romacho Agud
*Grupo de Domótica y Ambientes Inteligentes,
Universidad de Alicante
vromacho@dtic.ua.es*

Resumen

metalTIC – Hogar Digital es un proyecto empresa-universidad para la recreación de una vivienda con los últimos avances en las tecnologías y servicios del hogar digital. Incorpora un amplio abanico de tecnologías de control, tanto estándares como propietarias, cableadas e inalámbricas. El middleware de gestión permite la interoperabilidad entre todos ellos. Asimismo, toda su funcionalidad puede ser accedida mediante servicios web, abstrayendo de toda la tecnología subyacente y haciendo sencillo el trabajo de desarrolladores de nuevos servicios y, en particular, de interfaces persona-entorno. Se ha prestado especial atención a la vida asistida por el entorno, por lo que incorpora una amplia colección de interfaces que permiten la accesibilidad al entorno del hogar de personas con diferentes capacidades.

Abstract

metalTIC – Hogar Digital is a joint private sector-university for the simulation of a home with the latest advances in technologies and services for the smart homes. It incorporates a wide range of control technologies, both standard and proprietary, wired and wireless. The middleware for its management enables the interoperability between all of them. Also, all its functionality can be accessed through Web services, abstracting from all the underlying technology and making easier the work of developers of new services and, in particular, of person-environment interfaces. Special attention has been

paid to ambient assisted living, so it includes an extensive collection of interfaces that allow accessibility to the home of people with different abilities.

1. Introducción

El proyecto metalTIC – Hogar digital (<http://www.metaltic.org>), realizado por el grupo de Domótica y Ambientes Inteligentes de la Universidad de Alicante y la Federación de Empresarios del Metal de la Provincia de Alicante (FEMPA), tuvo como objetivo el diseño y desarrollo de un espacio demostrativo que simulara una vivienda con los últimos avances en las tecnologías de la información, las comunicaciones y el control para aportar servicios en el hogar con diferentes objetivos en función del destinatario:

- Dar a conocer las posibilidades del sector domótico entre la ciudadanía para que puedan valorar objetivamente las ventajas materiales y de calidad de vida relacionadas con el control del gasto energético, la seguridad de los bienes y de las instalaciones, la salubridad química y bacteriológica del hábitat, la interconectividad del hogar, etc.
- Difundir la innovación y el desarrollo de la domótica en el nivel de interés profesional y de los especialistas del sector.
- Proporcionar instrumentos para ejercitarse en la elaboración de proyectos y para simular y recrear situaciones y ambientes a fin de facilitar y ayudar a las empresas pequeñas y a

los particulares a definir el proyecto domótico de la vivienda.

- Mostrar al colectivo de instaladores cómo adaptarse a los nuevos tiempos y a las nuevas tendencias como son el ahorro, la sostenibilidad, la automatización, la gestión integral de un edificio actual, la seguridad, accesibilidad, etc. además de servir de vehículo de intercambio de experiencias y conocimientos entre los miembros del colectivo. Son estos avances los que requieren de una importante labor de difusión y concienciación para su uso, así como de un reciclaje constante en contacto intenso con el mercado.

Al presentar las nuevas tecnologías en muchas de las áreas de trabajo de los asociados a FEMPA, este proyecto pretende ser un espacio germen de ideas para su innovación al mostrarles posibles líneas en donde innovar. De hecho, se plantea que en esta vivienda se puedan evaluar los resultados derivados de innovación de las empresas asociadas. Asimismo, se producirán importantes sinergias al ser la vivienda objeto del proyecto un lugar común de presentación de tecnologías y de encuentro de empresas de diferentes sectores industriales, que llevará a la colaboración en futuras labores de innovación.

El espíritu de este proyecto es dar lugar a una forma novedosa de proporcionar los servicios digitales para la vivienda mediante innovación inspirada en las líneas siguientes:

- Oferta integrada de los servicios para poder justificar la amortización de infraestructuras potentes.
- Incorporación de servicios novedosos que resuelvan verdaderas necesidades o sirvan para acrecentar los objetivos de mejora de calidad de vida.
- Concepción integral de los servicios, tanto en lo concerniente a la instalación y puesta en uso como al mantenimiento de las prestaciones y su actualización para que puedan proporcionar servicios de alto grado de satisfacción: asistencia a lo largo de la vida de la vivienda.

Con esto, el proyecto metalTIC – Hogar Digital tiene objetivos en cuatro vertientes diferentes:

- Servir de laboratorio de **investigación** en tecnologías de la información, las comunicaciones y el control en la vivienda. Se han incorporado las últimas tecnologías tanto en interacción persona-entorno (dispositivos de visión, reconocimiento de voz, dispositivos móviles,...) como de sistemas domóticos para poder realizar en un futuro proyectos de investigación tanto básica como aplicada.

Además se han incorporado múltiples sistemas alternativos de energía (energía solar térmica, energía solar fotovoltaica, suelo radiante, bombas de calor, etc), por lo que también se podrán realizar proyectos de investigación de relevancia en el área de aprovechamiento energético y eficiencia energética en edificios.

- Ser germen de ideas para la **innovación** de las empresas asociadas a FEMPA. Por ello, en su diseño se ha tenido en cuenta que las instalaciones pudieran ser susceptibles de modificaciones en el futuro, incorporando un mayor número de canalizaciones de cableado de las necesarias, un mayor espacio en los diferentes cuadros (eléctricos, de control domótico, de gestión de la climatización, de telecomunicaciones) y además se ha utilizado suelo técnico fácilmente desmontable.
- Servir de laboratorio docente para la **formación** de estudiantes y profesionales del sector. La construcción se ha realizado mostrando separadamente las diferentes instalaciones susceptibles de ser de interés docente y haciendo que sean fácilmente accesibles por el mayor número de personas posible en cada momento, puesto que tienen un importante carácter didáctico, tanto de presentación a profanos de los servicios e instalaciones del hogar digital, como a profesionales de las diferentes tecnologías presentes.
- Ser un mecanismo de **difusión** de las tecnologías y servicios del hogar digital, no sólo entre los profesionales y especialistas del sector, sino entre todos los colectivos de la sociedad.

2. metalTIC – Hogar Digital

La vivienda de unos 50 metros cuadrados cuenta con un salón con cocina integrada, un dormitorio y un cuarto de baño (Imagen 1 a 5) donde se han integrado las tecnologías de la información, las comunicaciones y el control más recientes e innovadoras que aportan servicios a la vivienda, articulando conceptos clave como el control energético, la vigilancia y la seguridad, el confort y el ocio, las comunicaciones, la accesibilidad y la administración.

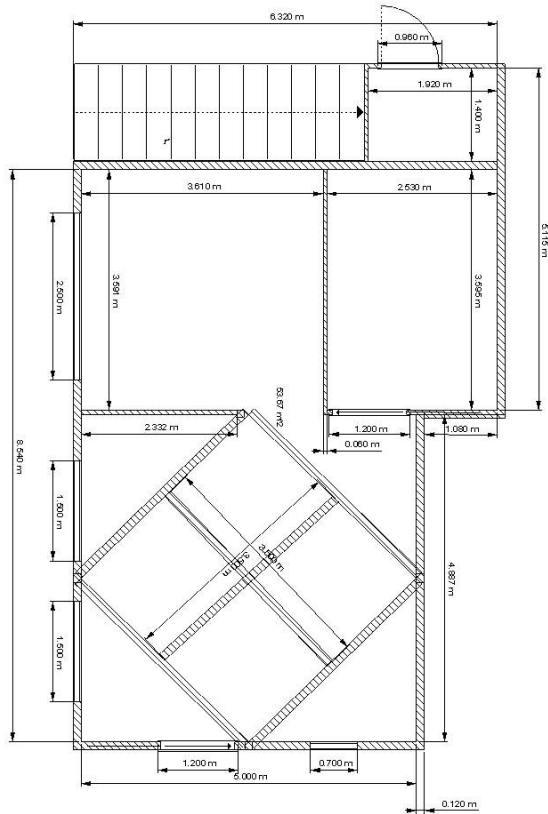


Imagen 1. Plano en planta de metalTIC – Hogar Digital

Cada uno de estos subsistemas proporciona una colección de funciones o utilidades que son las que el usuario percibe directamente como unidades de servicio y que podrán ser aplicables a los diferentes sistemas y subsistemas del hogar como son: climatización, agua, gas, iluminación, persianas y toldos, alarmas, presencia, electrodomésticos... con objeto de racionalizar la gestión de los dispositivos del hogar: automatización de instalaciones del hogar; gestión desasistida e inteligente de los dispositivos, control local y remoto de dispositivos.

Los múltiples y diversos requisitos a satisfacer, como la necesidad de ser un espacio flexible en el que se pudieran incorporar nuevos desarrollos, el permitir la formación de un grupo amplio de alumnos, su ubicación dentro de una nave industrial,...; condicionaron el diseño de metalTIC – Hogar Digital. Por esta razón, las instalaciones más interesantes fueron incluidas en cuadros que pueden ser observados desde el exterior.



Imagen 2. Vista frontal de metalTIC - Hogar Digital

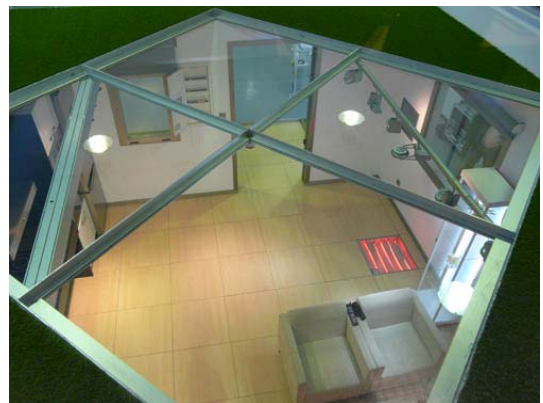


Imagen 3. Vista superior de metalTIC - Hogar Digital

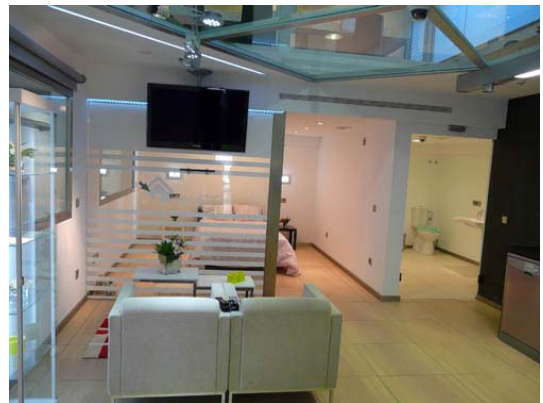


Imagen 4. Vista desde la entrada



Imagen 5. Vista de la cocina

3. Tecnologías

Dado que dos de los objetivos son los de formación e innovación, en lugar de seleccionar una única tecnología con la que se hubiera podido implantar todo el sistema, se han seleccionado un amplio abanico de tecnologías, tanto abiertas como propietarias, tanto cableadas como inalámbricas. Por esta razón, uno de los esfuerzos más importantes ha sido realizar el diseño de un elemento integrador que permitiera la comunicación entre las diferentes tecnologías y subsistemas.

Con estos requisitos, se han integrado las tecnologías abiertas KNX [1], LonWorks [2] y DALI [3] (iluminación), la tecnología inalámbrica EnOcean [4], y las tecnologías propietarias INELI (empresa asociada a FEMPA) que emplea bus CANopen [5] y Fagor (electrodomésticos). Algunos sistemas integrados emplean también RS485 y RS232. Asimismo, en algunos casos ha sido necesario generar directamente las señales para el control de motores.

Para no duplicar sensores y actuadores con cada una de estas tecnologías se ha optado por seleccionar determinados subsistemas completos o dispositivos en particular que empleen alguna de estas tecnologías de control. KNX controla varios conjuntos de iluminación que incluyen un amplio abanico de lámparas incandescentes, halógenas, fluorescentes y led. La inclusión de diferentes tipos de iluminación permitirá desarrollar en el futuro proyectos de evaluación de consumos eléctricos. KNX también permite la activación y desactivación de enchufes y el control avanzado de persianas, estores y toldos. Se han incorporado también elementos de sensorización con KNX como pulsadores e interruptores, sondas de temperatura interior y exterior, sensores de presencia, control de lluvia, viento e iluminación exterior.

El estándar DALI controla luminarias con leds RGB y lámparas fluorescentes; pudiendo encenderlas,

apagarlas, alternar su estado, regularlas paso a paso y una regulación absoluta.

Se han incorporado elementos que emplean tecnologías Lonworks para la monitorización de los consumos eléctricos de la vivienda así como para la gestión de la iluminación exterior.

EnOcean se ha empleado para crear una red de sensorización de dispositivos inalámbricos y autoalimentados. Los dispositivos instalados de esta tecnología son pulsadores, sensores de apertura de puertas y sondas de temperatura en la instalación del suelo radiante.

Se ha utilizado CANopen, protocolo empleado por el sistema propietario de INELI para la gestión de las alarmas técnicas (fuego, gas, intrusión, escape de agua) y para las acciones de apertura/cierre de las electroválvulas de gas y agua.

Se ha utilizado RS485 para controlar y ajustar las máquinas del sistema HVAC y para obtener información de medidores de consumos. Por encima de RS485 se está empleando Modbus, protocolo de la capa de aplicación público y de sencilla implementación.

RS232 se ha empleado para obtener información del sistema de control de los paneles solares, para determinar si se está necesitando o no aporte de la red eléctrica. También obtiene información sobre la cantidad de la carga acumulada por las baterías. También es utilizado para notificar alarmas al usuario vía SMS mediante un modem GPRS.

Una de las cuestiones más interesantes del proyecto es el gran esfuerzo realizado en la integración de todas estas tecnologías. Para ello, se ha empleado un autómatas Beckhoff que ofrece una plataforma hardware-software que combina el estándar industrial IEC-61131 para la programación de autómatas programables con las prestaciones de un sistema informático basado en una arquitectura PC embebida. La potencialidad de dicha configuración se muestra en el desarrollo de módulos de programación que integran sistemas estándar junto con sistemas propietarios. Esto permite independizar las aplicaciones y los servicios del tipo de tecnología y aumenta las posibilidades de desarrollo de servicios de valor añadido.

Uno de los aspectos más importantes del proyecto es el del sistema operativo (middleware) desarrollado para la integración de los servicios a ofertar. Este middleware estará destinado a independizar los aspectos más técnicos de los niveles más altos de aplicación. El desarrollo de esta capa ha ido parejo al nivel de inteligencia incorporado al sistema y al grado de generalización deseado. Este middleware permite una completa interoperabilidad entre todos los sistemas de control mencionados, que es una de las cuestiones más importantes en las que se está trabajando en la

actualidad en multitud de proyectos relacionados con plataformas abiertas para la vida asistida por el entorno. Los servicios ofrecidos en el sistema hacen uso de la especificación Open Services Gateway Initiative (OSGi) R4 [6] y los componentes del sistema se han definido como paquetes OSGi. Asimismo, se ha llevado a cabo una solución de accesibilidad de alto nivel basada en una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API), la cual garantiza la interoperabilidad con todo tipo de interfaces. Este API proporciona una solución SOA (Service Oriented Architecture) mediante Servicios Web basados en REST, así el nodo del cliente obtiene del sistema los datos necesarios para construir de forma transparente al usuario una interfaz adaptada a éste.

4. Interacción persona-entorno

El entorno de interacción entre los usuarios y el sistema es una componente primordial ya que va a permitir el control del sistema y, por tanto, la posibilidad de disfrutar de todas sus funcionalidades.

Se han analizado los datos necesarios para operar con el sistema y mostrar los resultados de una forma amigable al usuario. Se ha realizado un estudio de la información que puede proporcionar el sistema y, consultando con potenciales usuarios, se ha decidido la información de interés y el modo de presentarla.

En particular, en la entrada de la vivienda se cuenta con una pantalla táctil de grandes dimensiones (Imagen 6) que permiten interactuar con toda la funcionalidad del sistema domótico. A su vez, en las demás estancias se han incluido pantallas o teclados más reducidos que permiten acceder a determinadas funciones localizadas en esa área.



Imagen 6. Pantalla táctil

Asimismo, se puede interactuar con la vivienda a través del televisor (Imagen 7). En este caso, la

comunicación puede realizarse con un teclado o con un sistema compuesto por sensores de infrarrojos, giroscopios y acelerómetros (para reducir el coste se ha empleado el mando de la consola Wii de Nintendo) (Imagen 8).



Imagen 7. Interfaz en el televisor

El empleo de sensores inerciales permite la calibración del mismo para hacer equivaler determinados movimientos del mando con órdenes concretas a la vivienda, de importante utilidad para personas con discapacidad motora que únicamente pueda realizar determinados movimientos.



Imagen 8. Mandos para interactuar con la televisión

También se ha incluido el sistema de reconocimiento del lenguaje natural Vocali de Invox que permite introducir órdenes al sistema mediante la voz. Este interfaz, además de incorporar confort para el control del entorno, es de gran utilidad para personas con discapacidad motora o visual. Entre otros servicios, mediante la voz se puede encender, regular y apagar las luces de todas las estancias; bajar y subir los estores; recoger y extender el toldo; abrir y cerrar las puertas; encender la bomba de recirculación del agua caliente; activar o apagar las salidas de climatización

del dormitorio y el salón; así como activar o desactivar todos los ambientes programados en la vivienda como cuando nos vamos a dormir, salimos de casa,...

Asimismo se ha incorporado la capacidad para que la vivienda genere mensajes de audio para interactuar con los habitantes. En particular, para dar la bienvenida al hogar o para avisar de alarmas técnicas por fugas de agua, gas o incendio. Este mismo sistema está siendo empleado en la actualidad para interactuar remotamente con el habitante en caso de que éste sufra una caída.

Otro modo de interacción desarrollado es el interfaz basado en dispositivo móvil. En este caso, mediante un teléfono móvil se puede interactuar con la vivienda, accediendo a toda la funcionalidad. Sin embargo, a diferencia de otros sistemas, la interacción puede realizarse visualmente, ya que se han incluido cámaras en todas las estancias. Para ello, se han desarrollado mandos virtuales de cada uno de los dispositivos, facilitando en gran medida la introducción de comandos. Esto, además, permite recibir una confirmación visual inmediata de la ejecución de la orden.

Este interfaz basado en dispositivo móvil presenta una variante para personas con diversidad funcional visual, ya que el teléfono se comunica por voz con el usuario, mientras que este navega por los menús e introduce los órdenes mediante los botones del teléfono o mediante gestos realizados sobre la pantalla.

Por último, se ha desarrollado el servicio de gestión y control remoto del hogar a través de internet, que permite interactuar con la misma funcionalidad que desde la pantalla principal del hogar. Se permite, asimismo, visualizar todas las estancias de la vivienda.

En determinados casos se han contemplado las necesidades de interacción persona-entorno de personas que pudieran tener algún tipo de diversidad funcional (motora, visual, cognitiva, auditiva):

- Discapacidad motora: interacción persona/entorno mediante voz y gestos aprendidos ad-hoc por el sistema en función del nivel de diversidad funcional
- Discapacidad visual: interacción persona/entorno mediante voz, interfaz móvil accesible
- Discapacidad auditiva: realimentación mediante combinación de luces de mensajes sonoros (especialmente con alarmas de seguridad y técnicas, control de accesos,...)
- Discapacidad cognitiva: La instalación está preparada para adaptar, sin muchas dificultades, la pantalla principal, el interfaz en la televisión y el dispositivo móvil incorporando métodos de comunicación aumentativa o alternativa (a realizar en el futuro con especialistas)

5. Servicios

Dados los múltiples requisitos diferentes establecidos al iniciar el proyecto, metalTIC – Hogar Digital aporta servicios en múltiples áreas diferentes, a diferencia de otros proyectos que se centran en determinados servicios. En otros se ofrecen servicios de:

- ahorro energético
- confort
- seguridad
- vida asistida por el entorno
- salubridad
- comunicaciones
- ocio
- administración,...

Al haberse dotado de una completa interoperabilidad de todo el sistema, estos subsistemas no se encuentran aislados y pueden ser accedidos desde diferentes interfaces o se permite el desarrollo de servicios que afecten a varias de estas áreas.

A continuación, se muestran algunas de las pantallas de acceso a los diferentes servicios. La información presente en ellas es similar a la que se presenta en prácticamente la totalidad de interfaces que se han o se están desarrollando.

La pantalla de inicio muestra los diferentes usuarios del sistema y solicita una clave de acceso (Imagen 9). Una vez introducida se accede al menú principal del sistema. Este menú, tanto en las acciones que se permite realizar así como en el modo de presentación pueden ser diferentes en función del usuario. Esto permite controlar los permisos de acceso a los servicios del sistema así como adecuar el interfaz a las capacidades sensoriales o cognitivas del usuario. En la actualidad, se está desarrollando un sistema de reconocimiento fácil que permita la modificación “en tiempo real” del interfaz en función de la personas que se encuentre interactuando con la pantalla.



Imagen 9. Pantalla inicial

El menú principal (Imagen 10) muestra los diferentes servicios que pueden ser accedidos. Como el

objetivo es mostrar que el hogar digital es más que únicamente confort, como piensan bastantes personas, se han incorporado un abanico amplio de servicios que sirvan de ejemplo.



Imagen 10. Menú principal

El menú “Control” (Imagen 11) permite controlar los dispositivos como luces, persianas, puertas,... Sería lo que usualmente un usuario concibe como domótica. Se incorpora la posibilidad de interactuar mediante escenas ya programadas (Imagen 12). Entre otras se ofrecen escenas de bienvenida y salida del hogar, ver película, noche,... Asimismo se puede controlar la climatización, tanto el fancoil instalado como el suelo radiante.



Imagen 11. Menú “Control”



Imagen 12. Menú “Escenas”

Una de las formas de interactuar innovadora que posee metalTIC es la que se ofrece con el botón “Domótico”, ya que permite seleccionar las estancias (Imagen 13) y los dispositivos y darles órdenes pulsando sobre ellos en la imagen en vídeo que se obtiene continuamente del hogar (Imagen 14). Esto permite obtener una realimentación inmediata por parte del usuario de que la orden ha sido ejecutada. Este servicio aporta una importante confianza y seguridad al usuario.



Imagen 13. Pantalla de selección de estancia



Imagen 14. Pantalla para interacción directa con los dispositivos

Como se indicó anteriormente, metalTIC – Hogar Digital también presta especial atención al uso eficiente de energía. Se incluyen servicios para monitorizar los consumos así como las generaciones de energía con las diferentes fuentes con las que se cuenta (Imagen 15).



Imagen 15. Menú "Energía"

Asimismo, se incorporan diferentes servicios para la seguridad tanto personal como de intrusión (Imagen 16). Se pueden visualizar las imágenes que son capturadas por las cámaras situadas en cada una de las estancias, se puede simular la presencia en la vivienda haciendo que los dispositivos (persianas, luces,...) modifiquen su estado cada cierto tiempo, se puede localizar a los habitantes dentro de la vivienda (en la actualidad se está integrando un sistema de seguimiento que emplea tecnología Zigbee) y se pueden detectar alarmas técnicas por fuga de agua o gas e incendio.



Imagen 16. Menú "Seguridad"

Con el objetivo de hacer patente cómo se pueden ofrecer servicios del hogar digital diversos y diferentes al control directo de dispositivos se han incluido las opciones de información y comunicación. El menú "Información" (Imagen 17) permite acceder a las versiones electrónicas de diferentes periódicos, mientras que la opción de comunicación (Imagen 18) permite enviar mensajes de texto a los usuarios del hogar desde la propia pantalla (Imagen 19). También, para mostrar cómo las redes sociales pueden estar enlazadas con el hogar digital, metalTIC – Hogar Digital cuenta con una cuenta en twitter, de modo que desde la pantalla se pueden enviar mensajes cortos a los que sigan dicha cuenta, que por lo usual serán sus habitantes.



Imagen 17. Menú "Información"



Imagen 18. Menú "Comunicación"



Imagen 19. Pantalla de envío de mensaje de texto

La mayor parte de estos servicios pueden ser accedidos desde todos los interfaces persona-entorno que han sido desarrollados, ya sean para pantalla táctil, televisión, dispositivo móvil, sistema de reconocimiento del lenguaje natural,...

6. Trabajos actuales y futuros

En definitiva esta vivienda-laboratorio es un instrumento de gran valor para FEMPA, puesto que sirve para mostrar a los diferentes colectivos de instaladores que están integrados en la Federación cómo adaptarse a los nuevos tiempos y a las nuevas tendencias como son el ahorro, la sostenibilidad, la

automatización, la gestión integral de un edificio actual, la seguridad, accesibilidad, etc. además de servir de vehículo de intercambio de experiencias y conocimientos entre los miembros de estos colectivos (instaladores de: fontanería, electricidad, energías renovables, climatización, carpintería metálica, etc). Asimismo, su versatilidad permite desarrollar, validar e incorporar nueva tecnología y servicios del hogar digital.

En el campo de la vida asistida por el entorno, la oferta de su funcionalidad mediante un API permite el desarrollo sencillo de prototipos de servicios e interfaces para su validación en metalTIC – Hogar Digital. Ejemplo de esto es la validación que en el entorno del hogar se ha realizado recientemente del proyecto INREDIS [7]. Esta facilidad está permitiendo el desarrollo, en la actualidad, de multitud de interfaces persona-entorno. En particular, se están implementando interfaces para dispositivos móviles con sistema operativo Android, Windows Phone 7, iOS (iPhone y iPad), iFreetablet, Microsoft Surface,... Dado que todo el sistema es interoperable también se está trabajando en el diseño accesible de las visualizaciones de todos los servicios ofertados. Por ejemplo, se van a incorporar sistema de comunicación aumentativa o alternativa.

Por otro lado, se está finalizando el desarrollo de una recreación virtual de metalTIC – Hogar Digital que incorpora su misma tecnología y servicios y simula su funcionamiento. Toda su funcionalidad será accedida mediante la misma API que se dispone en el laboratorio real, con lo que se facilitará la validación de los prototipos sin tener que probarlos en el entorno real. La idea es que este laboratorio virtual esté a disposición libre de todos los desarrolladores que lo requieran.

7. Agradecimientos

metalTIC – Hogar Digital es un proyecto realizado por el Grupo de Domótica y Ambientes Inteligentes de la Universidad de Alicante para la Federación de Empresarios del Metal de la Provincia de Alicante (FEMPA). El proyecto ha sido financiado por la Unión Europea a través de los fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) y del Instituto de la Mediana y Pequeña Industria Valenciana (IMPIVA) a través del marco del II Plan de Competitividad de la Empresa

Valenciana (PCEV) impulsado por la Generalitat Valenciana.

8. Más información

Se puede obtener más información sobre metalTIC – Hogar Digital, visualizar vídeos, solicitar visitas,... en su web <http://www.metaltic.org> o leyendo el siguiente código QR.



Imagen 6. Acceso a la web de metalTIC – Hogar Digital

8. Referencias

- [1] KNX Association, *Manual para la Gestión Técnica de Edificios y Viviendas*, KNX Association, Bruselas, 2009.
- [2] Echelon Corp., *LonMaker user's guide Manual*, KNX Association, United States of America, 2006.
- [3] DALI AG, *Digital Addressable Lighting Interface*, DALI AG, Frankfurt, Germany, 2001.
- [4] EnOcean, *EnOcean equipment profiles*, EnOcean Alliance, San Ramon, USA, 2011.
- [5] K. Etschberger, *Controller Area Network basics, protocols, chips and applications*, IXXAT Press, Weingarten, Germany, 2001.
- [6] OSGi Alliance Specifications. <http://www.osgi.org/Specifications> (último acceso: marzo 2011).
- [7] VOCALI . INVOX. <http://www.vocali.net/invox>. (último acceso: marzo 2011).
- [8] Proyecto INREDIS. <http://www.inredis.es>. 2007-2010 (último acceso: marzo 2011).