

# Nuevos requisitos de comunicaciones para instalaciones electromecánicas

PONENCIAS

## New communication requirements for electromechanical systems

◆ Javier Álvarez, Esteban Domínguez

### Resumen:

En el momento actual se diseñan y especifican de forma separada e inconexa la red de comunicaciones para soportar el negocio de los edificios y la red para soportar el control de las instalaciones electromecánicas de los mismos. Esta situación provoca duplicidades e ineficiencias en la operación de las instalaciones electromecánicas y perversiones en el diseño, así como inestabilidad en el funcionamiento de los sistemas que soportan el negocio de los edificios. Se propone un cambio de paradigma como estrategia de aproximación para generar una solución integrada y soportada en una única infraestructura de red, utilizando tele-alimentación PoE y tecnología IP.

**Palabras clave:** GTE, BMS, BACS, Infraestructura de comunicaciones

### Summary:

At the present time networks to support the business of buildings and the control of electromechanical installations are designed and specified independently. This situation leads to perversions in the design and duplications, inefficiencies and instabilities in the operation. We propose a change of strategy approach, by creating an integrated network infrastructure supporting both services, using PoE telepowering and IP technology.

**Keywords:** GTE, BMS, BACS, Communications Infrastructure

## 1. Introducción

Se abordan los requisitos de comunicaciones para las instalaciones electromecánicas, asociadas a edificios singulares. Se entiende por edificio singular, un edificio de propiedad única, en el que se desarrolla actividad de una única organización, en general de pública concurrencia y que queda fuera del ámbito del Reglamento de ICT (Infraestructura Común de Telecomunicaciones). Ejemplos de edificios singulares son hospitales, universidades y en general edificios que alojan Instituciones públicas.

Debido a la crisis económica, garantizar la sostenibilidad ambiental, maximizar el ahorro energético y aumentar la eficiencia de las instalaciones electromecánicas de los edificios, va a adquirir gran relevancia el control y operación de las mismas. En esa línea el marco normativo español ha desarrollado el nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) según RD 1027/2007 o la certificación energética de edificios según RD 47/2007, normas básicas para un consumo eficiente en el ámbito de las instalaciones. Estos sistemas de control se conocen genéricamente como BACS (Building Automation and Control System) y se desarrollan e implantan con tecnología SCADA (Supervision, Control And Data Acquisition) soportada en autómatas.



Se propone un cambio de paradigma como estrategia de aproximación para generar una solución integrada y soportada en una única infraestructura de red, utilizando tele-alimentación PoE y tecnología IP



Estos sistemas de control se conocen genéricamente como BACS y se desarrollan e implantan con tecnología SCADA



## 2. Componentes de una instalación electromecánica

Una instalación electromecánica cualquiera consta de dos componentes: a) Potencia y b) Control. El rendimiento y eficiencia de la misma, está modulado por el componente de control. La integración de los componentes de control de todas las instalaciones electromecánicas de un edificio, usando como referencia el edificio y no cada instalación en si misma, se conoce como Gestión Técnica de Edificio (GTE), o por sus siglas en inglés BACS (Building Automation and Control System) o BMS (Building Management System). Tiene tal entidad, que en la formalización del proyecto de ejecución de cualquier edificio singular, ocupa un capítulo del mismo, al igual que cualquier otra instalación.

El BACS es un sistema de inteligencia distribuida y en su arquitectura se identifican 4 niveles:

La integración de los componentes de control de todas las instalaciones electromecánicas de un edificio se conoce como Gestión Técnica de Edificio (GTE)

a) Sensores/actuadores integrados en los elementos de las instalaciones electromecánicas a controlar. Se conectan a los autómatas de control mediante cableado con topología radial en estrella o lineal en bus.

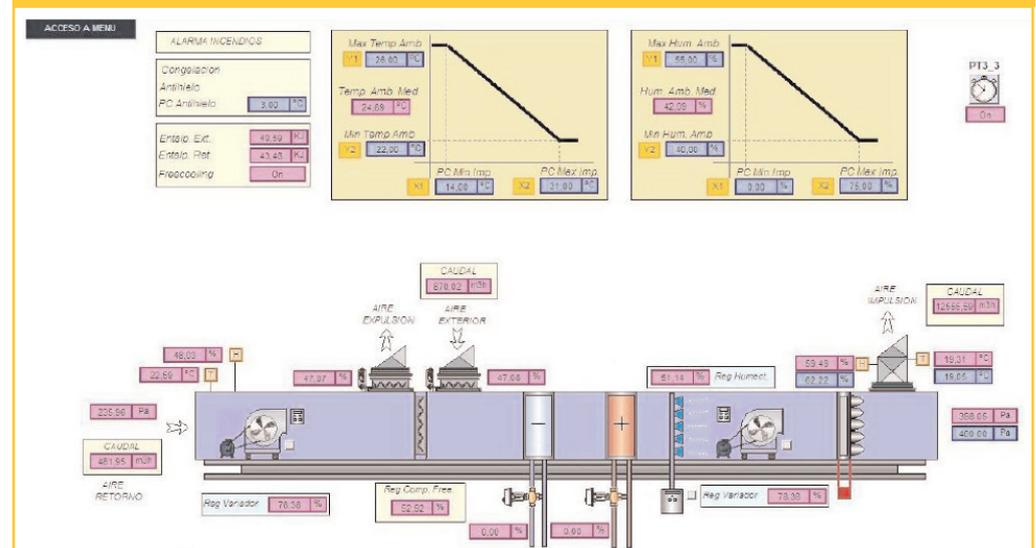
b) Autómatas que controlan con un programa fijo, parametrizable mediante valores de consigna, los sensores y actuadores con los que se controla la instalación industrial. Se conectan a los controladores de autómatas mediante cableado con topología radial en estrella o lineal en bus.

c) Controladores de autómatas que sincronizan las funciones de los autómatas. Se conectan a los servidores que alojan las aplicaciones de operación y control del BACS con cableado lineal en bus (típicamente RS485) o con cableado radial en estrella (LAN).

d) Software de operación y control de la instalación BACS. Se instala en un ordenador de tipo servidor, su arquitectura es cliente/servidor (actúa de agente cliente el software instalado en el servidor y de agentes servidores todos los autómatas a los que interroga y envía órdenes). El interfaz de usuario, en los sistemas más evolucionados está desarrollado con tecnología Web y su monitorización y operación se realiza en modo gráfico con sinópticos activos sobre los planos del edificio.

El BACS es un sistema de inteligencia distribuida

FIGURA 1: Representación gráfica de un bucle de control de climatizadores- Gentileza de Honeywell



### 3. Nuevo escenario para la implantación de las instalaciones electromecánicas

En la especificación de la infraestructura de red de los edificios para conectar los autómatas que controlan las instalaciones electromecánicas, va a haber un cambio significativo, que no es consecuencia de ninguna regulación, sino del abaratamiento de costes y de la disponibilidad de tele-alimentación PoE Plus hasta 30W, suficiente para hacer funcionar los autómatas.

### 4. Escenario actual y consideraciones para la especificación

La situación actual es la siguiente:

a) La parte de control de las instalaciones electromecánicas en los edificios (obligatoria desde el RD 1751/1998 que desarrollaba el RITE y ampliado su alcance con el mencionado RD 1027/2007), está soportada en sistemas propietarios, siendo los principales fabricantes SIEMENS, HONEYWELL y JOHNSON CONTROL. Este hecho ha provocado que empresas pequeñas no hayan accedido al sector, consecuencia de la inversión necesaria para desarrollar el sistema completo.

b) La asociación americana ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) ha concretado y formalizado una norma sobre cómo implantar la parte de control de las instalaciones electromecánicas, en concreto la climatización, que necesariamente requiere de una red de comunicación para su correcto funcionamiento, denominada BACnet (Building Automation and Control network). Existe una especificación sobre protocolo IP denominada BACnet/IP. Debido a que ASHRAE goza de reconocimiento internacional, ha promovido a través de las organizaciones de normalización de cada país el contenido de BACnet a norma ISO/IEC. Dicha especificación, actualmente tiene status IS (International Standard) con referencias ISO/IEC 16484-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Están traducidas al español como normas de AENOR la 2 (Soporte físico) y la 3 (Funciones).

c) Actualmente nuevas empresas están empezando a desarrollar software para gestión técnica de edificios (BACS), accediendo al mercado reservado a las grandes (mencionadas anteriormente). Esto ha sido consecuencia de que los fabricantes de sensores y actuadores, han desarrollado autómatas (a los que se conectan éstos) con conectividad Ethernet y direccionamiento IP hacia los controladores de autómatas.

d) Se plantea un serio problema en la gestión técnica de un edificio cuando falla la energía eléctrica de la compañía suministradora. Los autómatas se apagan y dejan de funcionar, con lo cual, ni siquiera se pueden arrancar los grupos electrógenos, porque su dimensionado en general, solo cubre un porcentaje de la carga a alimentar y requiere realizar deslastes (desconectar sistemas) antes de ponerse en marcha, con el fin de que la demanda de carga en el arranque no exceda del 60% de la potencia de los grupos, a fin de absorber el pico inicial. Actualmente, cuando se resuelve el problema mencionado, se utilizan resortes mecánicos, con el consiguiente consumo energético (utilizando muelles y electroimanes para su anclaje o soluciones equivalentes).

e) En el momento actual, uno de los avances importantes es que la electrónica de transmisión de red local (conmutadores Ethernet) incorporan PoE Plus (hasta 30W, petición que demandó ISO a IEEE en 2008), capaz de resolver la tele-alimentación de los autómatas e incluso de las válvulas e interruptores motorizados.

f) Otro problema que a fecha de hoy está mal resuelto, es la sincronización horaria de todo el



La asociación americana ASHRAE ha formalizado una norma denominada BACnet



Se plantea un serio problema en la gestión técnica de un edificio cuando falla la energía eléctrica de la compañía suministradora



equipamiento de un edificio que requiere horario para su funcionamiento, ya sea como parte activa del control o de la trazabilidad del mismo.

## 5. Ventajas de migrar la red de control a tecnología IP y tele-alimentar los autómatas con PoE

En el escenario descrito, migrar la red de control (de las instalaciones electromecánicas) a tecnología IP aportaría los siguientes beneficios:

◆  
Al conectarse los autómatas con topología radial, se minimiza el impacto que una mala conexión pueda tener sobre la red de control

a) Resolver por diseño la estabilidad de funcionamiento del sistema de control debido a que los autómatas serían tele-alimentados con PoE desde la electrónica de transmisión, que estaría alimentada desde SAIs, y éstos protegidos por grupos electrógenos en conmutación automática. Esta estrategia resuelve por diseño mantener el estado de todas las instalaciones, frente a un eventual corte de suministro de la compañía eléctrica, permitiendo ejecutar el deslastre de carga de forma ordenada e inteligente, facilitando el arranque de los grupos electrógenos.

b) Resolver por diseño el ajuste de la disfunción de cualquier automático o la actualización de su firmware en el menor tiempo posible, ya que sería accesible tanto local como remotamente, utilizando direccionamiento IP y las utilidades típicas de establecimiento de sesión y transferencia de ficheros en este entorno, ssh y tftp.

c) Resolver por diseño la estabilidad de funcionamiento de la transmisión con los autómatas, debido a que el cero de la técnica de señalización lo proporciona la electrónica que los tele-alimenta. Una consideración importante en la ejecución, es eliminar los bucles de tierra y resolver la adaptación de impedancias en los edificios, particularmente en aquellos con régimen de neutro distinto de TN-S en su instalación eléctrica.

◆  
En relación con la actividad, permitiría implantar la metodología de gestión "just in time"

d) Al conectarse los autómatas con topología radial, se minimiza el impacto que una mala conexión pueda tener sobre la red de control. Igualmente se tiene que resolver por diseño que ningún elemento de la parte de control de cualquier instalación electromecánica, se alimente eléctricamente de un centro de transformación distinto al que alimenta la electrónica de transmisión del cuarto al que se conectan los autómatas que gobiernan su comportamiento, evitando recirculación de corrientes entre transformadores y el consiguiente deterioro de los "drivers" de línea.

e) Instalar un único servidor de tiempo NTP, sincronizado con la red de GPS y contra el que se sincronizaría todo el equipamiento, independientemente de que su funcionalidad esté relacionada con las instalaciones electromecánicas del edificio o con la actividad que se desarrolle en el mismo. En relación con las instalaciones permitiría ajustar su funcionamiento a franjas horarias, al tiempo que disponer de trazabilidad con sellado de tiempo fiable. En relación con la actividad, permitiría implantar la metodología de gestión "just in time", al tiempo que cubrir parte de los requisitos del Esquema Nacional de Seguridad (según RD 3/2010) en el acceso a los servicios de administración electrónica.

Este escenario plantea unos requisitos de dimensionado sobre la instalación de Transmisión y Comunicaciones nada evidente, consecuencia de que la red a instalar en un edificio para implantar la gestión técnica del mismo (BACS) es más grande que la red para gestionar la actividad que se desarrolle en el mismo, particularmente en hospitales.

## 6. Experiencias que permiten identificar y establecer el dimensionado de la red

En la siguiente tabla se ilustran valores de densidad de puntos de control (a partir de los cuales se deducen los requisitos de conexión a red) en hospitales de diferentes tamaños:

Edificios	Puntos de control electromecánicos/m2
Nuevo Hospital Río Ortega de Valladolid (2001)	0,08
Nuevo Hospital de Lugo (2003)	0,09
Nuevo Hospital de Ceuta (2004)	0,09
Nuevo Hospital de Son Dureta (2006)	0,10
Nuevo Hospital de Burgos (2006)	0,12

Tabla 1.- Densidad de puntos de control en distintos Hospitales de relevancia

Como ejemplo, mencionar que en el caso del hospital de Ceuta, el número de autómatas asociados al control de las instalaciones electromecánicas (climatización, electricidad, detección de incendios, tubo neumático, megafonía de evacuación, fontanería, grupos de presión, monitorización de ascensores, grupos electrógenos, gases criogénicos, gases medicinales, gases de combustión, tanques nodriza de combustible, grupos electrógenos, control de accesos, video-vigilancia, etc.) es de unos 950, mientras que el número de ordenadores personales, impresoras y equipos de instrumentación clínica, quirúrgica, de diagnóstico y laboratorios (monitores de constantes vitales, respiradores, bombas de perfusión, RX digital, TAC, RNM, ecógrafos, densitómetros, etc.), es de unos 650.

En el caso del hospital de Ceuta, el número de autómatas asociados al control de las instalaciones electromecánica es de unos 950

## 7. Nuevo paradigma para la especificación del capítulo de Transmisión y Comunicaciones

Consecuencia de lo anterior será necesario especificar la instalación de Transmisión y Comunicaciones de forma completa (componentes activos y pasivos) tanto para la gestión técnica del edificio (BACS) como para el negocio a desarrollar en el mismo. Este hecho contribuirá a eliminar o mitigar los siguientes problemas:

a) En la redacción del proyecto de ejecución de edificios singulares, actualmente se especifican solo los componentes pasivos de la Instalación de Transmisión y Comunicaciones y a posteriori, en la fase de equipamiento, se dota de electrónica, en cuya caracterización, participan con un protagonismo desmedido los fabricantes de electrónica de comunicaciones, que en general adolecen de conocimiento sobre especificación de instalaciones electromecánicas, promoviendo soluciones débilmente acopladas con los componentes pasivos instalados, que a su vez son consecuencia de los requisitos del Programa Funcional. Este hecho provoca la falta de especificación en las instalaciones eléctrica y de climatización de los componentes necesarios, que no están adecuadamente dimensionados (por falta de los valores de demanda de carga), para garantizar la estabilidad térmica y eléctrica en los locales donde se concentra el cableado y se ubica la electrónica de transmisión.

b) En el momento actual se abordan a modo de islas inconexas la red de comunicaciones para el BACS (gestión, control y operación de las instalaciones electromecánicas del edificio) y la red para gestión,

Será necesario especificar la instalación de Transmisión y Comunicaciones de forma completa



En el momento actual se abordan a modo de islas inconexas la red de comunicaciones para el BACS

control y operación del negocio del edificio. Este hecho provoca que tanto la electrónica del BACS como la del negocio se ubique en lugares inapropiados, con el consiguiente deterioro de la misma, al carecer dichos lugares (locales) de estabilidad térmica y eléctrica, imprescindibles para garantizar el funcionamiento estable de cualquier electrónica.

c) Actualmente en los cuartos donde se concentra el cableado de comunicaciones para el negocio del edificio, no se concentra el cableado del control de las instalaciones, ni su equipamiento, quedando desperdigado por el mismo, lo que dificulta tanto la localización de averías como su mantenimiento.

d) Si no se especifican los componentes activos de la Instalación de Transmisión y Comunicaciones, los cuartos para comunicaciones seguirán sin disponer de estabilidad térmica ni eléctrica debido a que se desconoce la demanda de potencia eléctrica y carga para climatización. Este hecho provoca que la infraestructura con la que se desarrolla el negocio sea inestable y lo que es peor, se resuelve en general de forma esperpéntica (cuando no perversa) redundando la electrónica de comunicaciones, que produce el doble de calor y consume el doble de energía, lo que crea un escenario aún más inestable para la misma.

e) Se desperdicia superficie del edificio debido a la necesidad de cuartos para alojar el equipamiento de control de instalaciones electromecánicas, que por otra parte, no se dota de la estabilidad térmica y eléctrica que debería tener.

f) Se duplican funcionalidades de forma innecesaria y se limita o impide el acceso remoto para gestión operación y control de las instalaciones electromecánicas, con el correspondiente sobre-coste por atención presencial.

g) Si bien el nuevo paradigma aparentemente solo proporciona beneficios, como corresponde a todo nuevo modelo que se implanta, requiere un plan de seguimiento y contemplar una evaluación de resultados para su validación.

## 8. Conclusiones

Nos enfrentamos a un cambio de paradigma en el diseño y especificación de la parte de control de las instalaciones electromecánicas soportada en el BACS

Nos enfrentamos a un cambio de paradigma en el diseño y especificación de la parte de control de las instalaciones electromecánicas soportada en el BACS, motivado por la disponibilidad de PoE Plus y la convergencia IP.

En el caso de hospitales, el tamaño de la instalación de Transmisión y Comunicaciones, como mínimo se duplicará, consecuencia de que la red necesaria para soportar el BACS es mayor que la red necesaria para soportar la actividad del mismo (gestión, clínica, asistencial, docente y de investigación).

Se requiere un mayor nivel de coordinación entre los miembros del equipo redactor de proyecto en la fase de especificación, con el fin de compartir los mismos locales en los que alojar, tanto la concentración de cableado y electrónica de la red de actividad, como los controladores de autómatas de la red del BACS, así como dotar a dichos locales de estabilidad térmica y eléctrica, que garanticen por diseño el funcionamiento estable de ambas electrónicas.

Se deberá especificar el capítulo de Transmisión y Comunicaciones completo (componentes pasivos y activos) para soportar el BACS y la actividad del edificio, con el fin de poder llevar a término la puesta en marcha de las instalaciones electromecánicas y absorber el mantenimiento de sus sistemas por parte del mismo equipo humano que mantiene los sistemas de la actividad del edificio.

Se deberán concentrar los servidores que alojen las aplicaciones del BACS en el "Data Center" del edificio y garantizar el acceso a través de la red de actividad del edificio, con el fin de permitir su operación desde cualquier parte del mismo y desde su exterior, usando la misma electrónica de conectividad y mismo control de acceso y trazabilidad en los accesos.

Se deberá especificar un servidor de tiempo NTP, sincronizado con la red de GPS, como fuente horaria única, contra la que establecer la sincronización de todos los sistemas que soportan tanto la actividad del edificio como el BACS, para disponer de una fuente fiable con la que efectuar el sellado de tiempo en la trazabilidad de los mismos, así como la ejecución de procesos controlados por reloj.

Consecuencia de la envergadura de la nueva instalación de Transmisión y Comunicaciones, se debería diseñar la instalación eléctrica con régimen de neutro TN-S, con el fin de maximizar el cumplimiento de la compatibilidad electromagnética, para garantizar el funcionamiento estable de cualquier electrónica.

### Definición de acrónimos utilizados:

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

BACS: Building Automation and Control System

BMS: Buiding Management System

GPS: Global Positioning System

GTE: Gestión Técnica de Edificio

IP: Internet Protocol

IEC: International Electrotechnical Comission

ISO: International Organization for Standardization

LAN: Local Area Network

NTP: Network Time Protocol

PoE: Power over Ethernet (max. 14W)

PoE Plus: Power over Ethernet (max. 30W)

RD: Real Decreto

RX: Rayos X

RITE: Reglamento Instalaciones Técnicas de Edificios

SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida

SCADA: Supervision, Control And Data Adquisition

TAC: Tomografía axial Computerizada

TN-S: Esquema de distribución de energía eléctrica trifásica, en el que el neutro y la tierra de protección se distribuyen mediante conductores separados, que están al mismo potencial y en cortocircuito a la salida del transformador.

Se deberá especificar un servidor de tiempo NTP

Se debería diseñar la instalación eléctrica con régimen de neutro TN-S

### Referencias

[1] R.D. 1027/2007 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Disponible en: [http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases\\_datos/doc.php?id=BOE-A-2007-15820](http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2007-15820)

[2] R.D.47/2007 Certificación Eficiencia Energética de los Edificios. Disponible en: [http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases\\_datos/doc.php?id=BOE-A-2007-2007](http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2007-2007)



- [3] R.D. 3/2010 Esquema Nacional de Seguridad. Disponible en: [http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases\\_datos/doc.php?id=BOE-A-2010-1330](http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2010-1330)
- [4] ISO/IEC 16484-1 Building automation and control systems (BACS) -- Part 1: Project specification and implementation [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=37300](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=37300)
- [5] ISO/IEC 16484-2 Building automation and control systems (BACS) -- Part 2: Hardware [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=29682](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=29682)
- [6] ISO/IEC 16484-3 Building automation and control systems (BACS) -- Part 3: Functions [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=37205](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=37205)
- [7] ISO/IEC 16484-5 Building automation and control systems (BACS) -- Part 5: Data communication protocol [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=44998](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=44998)
- [8] ISO/IEC 16484-6 Building automation and control systems (BACS) -- Part 6: Data communication conformance testing [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=52149](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=52149)
- [9] Johnson Controls Inc [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: [http://www.johnsoncontrols.com/publish/us/en/products/building\\_efficiency/building\\_management.html](http://www.johnsoncontrols.com/publish/us/en/products/building_efficiency/building_management.html)
- [10] Honeywell [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: [https://www.honeywellbuildingsolutions.co.uk/technologies/bms\\_page18.aspx](https://www.honeywellbuildingsolutions.co.uk/technologies/bms_page18.aspx)
- [11] Siemens [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: <http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/buildingautomation-hvac/building-automation/Pages/building-automation-system.aspx>
- [12] BACnet [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: <http://www.bacnet.org/Tutorial/BACnetIP/index.html>
- [13] BACnet [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/BACnet>
- [14] Tecnología SCADA [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>
- [15] Sistema BACS [consultado: 1 Septiembre 2010]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/BACS>

**Javier Álvarez**  
ISCI-INGESA  
(jalvarez@isciii.es)  
**Esteban Domínguez**  
UC3M-UEM