



El BMS desde más cerca

Marta Haro Morillas

Ingeniera Electrónica Industrial

**Técnico en eficiencia energética en I+D en Electrotecnia Monrabal
(www.monrabal.net)**



RESUMEN

El gran avance tecnológico que estamos experimentando tanto en internet como en el desarrollo de nuevas tecnologías está permitiendo la gestión de grandes cantidades de datos. En edificios e instalaciones, estos datos son generados por los distintos equipos electrónicos que han sido instalados para controlar los parámetros de su funcionamiento. Los datos obtenidos adquieren más valor cuanto mayor sea la información que aportan sobre una determinada instalación, ya que, cuanto mayor sea el conocimiento que aportan mejor se podrá optimizar su uso.

Una solución de análisis que actualmente se está utilizando y que cada vez se presenta en más proyectos es la instalación de un sistema BMS (Building Management System) integrado en la instalación o en el edificio. En este artículo se aborda desde el punto de vista técnico, esta solución y se da respuesta a preguntas del tipo: ¿qué es el BMS? ¿qué componentes contiene? ¿cómo funciona? ¿cuáles son los beneficios de su instalación?

Por último, en este trabajo se describen de principio a fin los elementos y tecnologías de comunicación necesarias para realizar con éxito una instalación de BMS.

PALABRAS CLAVE

BMS, eficiencia energética, seguridad y confort.

1	QUÉ ES EL BMS.....	2
1.1	HARDWARE Y SOFTWARE	2
1.2	PRINCIPALES COMPONENTES	3
1.3	SENSORES Y ACTUADORES.....	3
1.4	PROTOCOLOS	4
1.4.1	BACNET	5
1.4.2	KNX.....	6
1.4.3	DALI	7
1.4.4	MOD-BUS.....	8
2	BENEFICIOS DE UNA INSTALACIÓN DE BMS.....	9
3	REFERENCIAS	10



1 QUÉ ES EL BMS.

El BMS (Building Management System) consiste en un sistema que supervisa y controla de manera automática edificios. Se compone de un software y un hardware que aportan inteligencia al edificio.

Este sistema está compuesto por diferentes elementos. Cada edificio tiene sus particularidades y cada uno tiene diferente información que se quiere analizar (consumos, horas de utilización de salas/máquinas, temperatura...) o realizar diferentes actuaciones (encender/apagar luces, activar/desactivar alarmas, activar/desactivar sistema de riego...). Por tanto, en cada caso, se necesita una programación de los elementos diferente. Esta programación variará dependiendo de la cantidad de elementos que formen el BMS, el nivel de sofisticación que se desea, la posible escalabilidad (dado que es posible que en un futuro se necesite ampliar la instalación, o no) y la inversión económica que se pretende realizar.

Instalar un sistema de BMS aporta muchos beneficios al usuario como conseguir un ahorro energético y económico. Ofrece la posibilidad de realizar un mantenimiento proactivo en vez de un mantenimiento reactivo. Además, se crea un canal de comunicación entre las diferentes áreas del edificio y proporcionan confort, incluso puede brindar ayuda y calidad de vida a personas con algún tipo de necesidad especial. Por si no fuera suficiente, aumenta considerablemente la seguridad tanto del edificio como de las personas que permanecen dentro de él.

A continuación, se comentan en detalle los aspectos mencionados en este apartado.

1.1 HARDWARE Y SOFTWARE

El **hardware** son los componentes **materiales y físicos** que componen un sistema. Son aquellos elementos que se pueden ver y tocar. Por ejemplo, en una instalación son los sensores, alarmas, central donde se realiza la gestión del edificio (torre, pantalla, teclado, ratón...)

El **software** son los **programas** informáticos que permiten la comunicación entre los equipos y los usuarios. Hacen posible la realización de tareas específicas marcadas por los usuarios. Por ejemplo, una aplicación que gestiona la monitorización del edificio.

En la siguiente imagen se muestra algunos ejemplos:



Ilustración 1. Hardware y software. Elaboración propia



1.2 PRINCIPALES COMPONENTES

Una instalación de BMS está compuesta por sensores, actuadores, centrales de gestión, alarmas... y por programas que pueden utilizar diferentes protocolos para comunicarse como por ejemplo Modbus, Bcnet, KNX.

A la hora de diseñar un BMS, hay que tener en cuenta cuantos elementos se va a querer/necesitar para realizar la monitorización y gestión del edificio, cual es la manera de optimizar la instalación teniendo en cuenta las características del inmueble, ya que para un mismo escenario, existen múltiples soluciones.

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo podría ser una instalación de BMS:

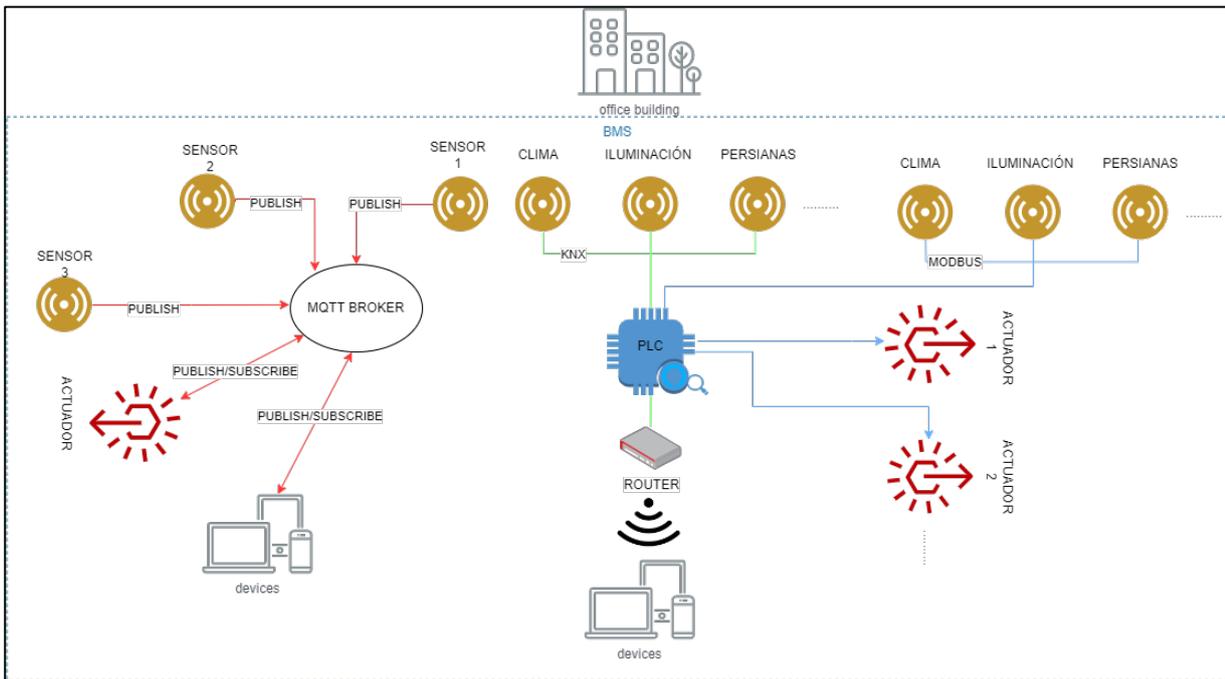


Ilustración 2. Ejemplo esquema BMS. Elaboración propia

1.3 SENSORES Y ACTUADORES

Los elementos principales de una instalación para la gestión de edificios son:

- **Soportes de comunicación:** Son los elementos que permiten el acceso al sistema mediante una conexión remota a través de Internet o de manera local. Un ejemplo podría ser una pantalla táctil, un teléfono móvil, o un reloj inteligente desde donde se podrían activar, desactivar y controlar las funciones domotizadas.
- **Sensores:** Se denominan dispositivos de entrada y son aquellos que reciben información del exterior (del entorno o de la propia instalación). En base a esa información obtenida, los actuadores de la instalación domótica (explicados más adelante) ejecutan una acción ya sea de manera manual o automática. Los sensores más comunes en este tipo de instalaciones son los sensores de presencia, los sensores de temperatura, los detectores de humo/fuego, los sensores de agua, los detectores de fugas de gas, los sensores de iluminación y los sensores de humedad.



- **Actuadores:** Los actuadores son los elementos de la instalación que se encargan de ejecutar una acción concreta en base a la información obtenida por los sensores. Cada uno de ellos cumple una función específica con el objetivo de que los sistemas trabajen de forma óptima permitiendo la transmisión de la información mediante un lenguaje denominado protocolo.

1.4 PROTOCOLOS

Los protocolos sirven para poder establecer una **comunicación** entre el usuario y los elementos de campo (sensores, actuadores, válvulas...). En otras palabras, los protocolos son un conjunto de reglas que se establecen entre dos o más elementos de un sistema para poder comunicarse y **transmitir una información**. Hay muchos tipos de protocolos y cada uno tiene un uso en específico, los más comunes son BACnet, KNX, Dali y Modbus. Esta comunicación se puede establecer mediante un bus de comunicación que corresponde al conjunto de conexiones físicas (cable, placa de circuito impreso...) mediante las cuales se envía la información de forma simultánea. La comunicación entre los dispositivos puede ser también mediante software o una combinación de ambos.

Los protocolos pueden ser abiertos o cerrados. Los de código abierto, permiten al usuario ver y modificar el código que controla el programa. En cambio, los de código cerrado no permiten ninguna de las dos opciones o se limitan a dar acceso a aquellos usuarios con licencia, en estos casos, limitan al usuario y suele incrementar los costes a la hora de querer actualizar el sistema. Los protocolos abiertos suelen ser de menor coste y tienen un mayor número de equipos disponibles en el mercado y disponen de más información proporcionada por otros usuarios de la red.

Como hemos dicho anteriormente, cada protocolo controla diferentes elementos. Dentro de una misma instalación, con el objetivo de disponer de un control total de la misma, se necesita manejar diversos parámetros/elementos. Es por ello por lo que en muchos de los casos existe la necesidad de que coexistan varios protocolos. Para poder convertir todos estos protocolos en un único protocolo para realizar una supervisión centralizada, se podrá utilizar una **pasarela** multiprotocolo. Las pasarelas sirven para integrar/compatibilizar diferentes protocolos.



Ilustración 3. Protocolos más utilizados en BMS. Elaboración propia

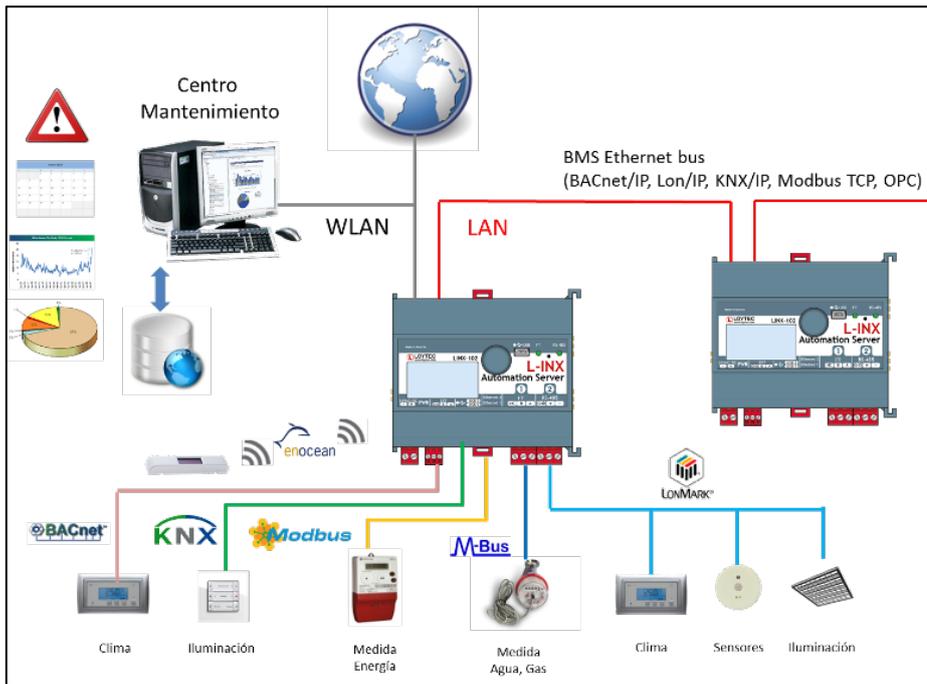


Ilustración 4.E-controls. (2020). Integración mediante pasarela [Ilustración]. Fuente: <https://www.e-controls.es/es/servidores-automatizacion/linx-102-linx-103-lonworks-knx-modbus-m-bus-y-opc>

1.4.1 BACNET

El protocolo BACnet (Building Automation Control Network) fue originalmente patrocinado por la Asociación de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE). Cuando se estableció en 1980, el objetivo era crear un protocolo abierto para conectar equipos de calefacción y aire acondicionado en edificios permitiendo una gestión energética eficiente de los mismos. Es un estándar ISO (EN ISO 16484-5), es decir, un estándar europeo (DIN EN ISO 16484-5:2017-12) y también un estándar nacional en muchos países.

Las aplicaciones más comunes de este protocolo son la calefacción, ventilación y aire acondicionado, control de iluminación, monitoreo de ascensores, control de accesos, monitoreo e integración de sistemas de alarma de seguridad y contra incendios, gestión y servicios energéticos y datos de operaciones (XML).

Este protocolo proporciona un conjunto completo de mensajes para transportar datos binarios, analógicos y alfanuméricos codificados entre dispositivos incluyendo valores de entrada y salida de hardware, valores de entrada y salida analógicos de hardware, valores binarios y analógicos de software, valores de cadena de texto, información de horarios, información de alarmas y eventos, archivos y lógica de control.

Este protocolo funciona con cuatro estructuras básicas de datos llamadas "objetos". Estos objetos representan una información física o virtual del equipo y son analog input, analog output, binary input y binary output.



Ilustración 5 About BACnet. (s. f.). THE BACnet INSTITUTE. Recuperado 12 de octubre de 2022, de <https://thebacnetinstitute.org/about/>

1.4.2 KNX

KNX es un sistema de bus desarrollado para el control y la automatización de viviendas y edificios. Todos los dispositivos usan el mismo medio de comunicación y pueden intercambiar información a través del bus común.

La tipología de KNX es descentralizada. Esto quiere decir que no requiere de ninguna unidad central sino que cada dispositivo tiene su propio microprocesador y puede enviar información a los actuadores dependiendo de lo que hayan registrado tanto los propios sensores como los usuarios.

Este protocolo puede establecer comunicación de diferentes maneras:

- Transmisión a través de un **par de hilos trenzados (bus)**: KNX Twisted Pair (KNX TP). Es el más utilizado en instalaciones de KNX ya que el cable tiene un coste bajo y la instalación es sencilla. Todos los elementos están conectados entre sí mediante el bus y necesitan fuente de alimentación de 24 V. Aunque el cableado necesario para la instalación es un par de hilos trenzados, lo normal es que se encuentre en el mercado cable con un segundo par de hilos adicionales que se suele emplear para una alimentación suplementaria de dispositivos de mayor consumo.
- Transmisión a través de la línea de fuerza 230 V existente: KNX Powerline (KNX PL). En este tipo de comunicación no se requiere ningún cable de bus específico, se emplea una de las tres fases más el neutro para la transmisión y no necesita una fuente de alimentación adicional. La velocidad de transmisión de información es más lenta que la de KNX TP.
- Transmisión inalámbrica: KNX Radio Frequency (KNX RF). Este tipo de transmisión se utiliza en situaciones en las que el tendido de un bus o cable es difícil incluso imposible (como podría ser un edificio de gran valor arquitectónico o con una ubicación remota). Para



alimentar los dispositivos se necesitaría una fuente de alimentación y se podría enviar información (telegramas) a varios receptores al mismo tiempo (por ejemplo, en el caso de querer subir o bajar varias persianas a la vez). A la hora de realizar la instalación hay que tener en cuenta el rango de transmisión, en este caso es capaz de transmitir datos entre dispositivos alimentados por una batería a 100 metros separados entre sí.

- Transmisión mediante mensajes IP: (KNX IP). Este protocolo se utiliza para la transmisión simultánea y sin conexión de telegramas KNX a varios dispositivos a través de un router. Dado que es un sistema complejo de cablear y con alto coste económico, esta transmisión se utiliza sobre todo en elementos de alta complejidad, para el resto de los elementos como podrían ser sensores y actuadores se utilizan otros protocolos antes mencionados.

1.4.3 DALI

El protocolo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) se utiliza en el **control de luminarias** tanto para gobernar luces individuales como grupos de luces. Fue diseñado para reemplazar los sistemas analógicos tradicionales de 0-10V. Con esta interfaz de control de iluminación se pueden conectar, desconectar y regular las luces, ajustando el flujo luminoso o el color, y programar diferentes escenarios de iluminación a lo largo del día para aprovechar al máximo la luz natural.

Con el sistema DALI se pueden integrar sensores de presencia o de luz, aumentando la eficiencia de la instalación ya que la luz emitida por la luminaria se adaptará a las condiciones existentes en el espacio.

Se trata de un interfaz de regulación bidireccional con una estructura maestro-esclavo donde la información fluye desde un controlador, que opera como maestro, hacia los equipos de iluminación que actúan únicamente como esclavos, ejecutando los comandos o respondiendo a las solicitudes de información recibidas.

El protocolo DALI es sencillo de instalar. Las luminarias Dali tienen dos bornas adicionales para coser el Bus Dali, sin polaridad. Para conectar las luminarias se necesitaría la alimentación eléctrica (Fase, Neutro y Tierra) más dos cables del bus. Con lo cual, en este tipo de instalaciones lo normal es tener una manguera de cinco hilos (fase, neutro, tierra y los dos de bus Dali) con la que se van conectando todas las luminarias.

Cada bus de dos hilos puede gestionar hasta 64 luminarias en un total de 16 grupos. Esto quiere decir que con un único bus se puede gestionar de manera independiente 64 luminarias repartidas en 16 grupos.

Por ejemplo, si tuviésemos un edificio con 64 luminarias distribuidas en 16 habitaciones de manera uniforme, podríamos controlar las 4 luminarias que habría en cada habitación de manera independiente al resto de salas. También, podríamos decidir controlar tan solo 40 luminarias de todo el edificio, agruparlas de 10 en 10 y tener 4 grupos en todo el sistema.

Para poder realizar este sistema, los materiales que se necesita son un maestro (controlador) para cada 64 esclavos (driver), luminarias que admitan control DALI y cables para realizar el control.

Algunas ventajas destacables de este protocolo son:

- Fácil instalación tanto en sistemas de BMS nuevos como existentes.
- Posibilidad de modificar fácilmente grupos o escenas.
- Fácil integración con otros protocolos.



Ilustración 6. DALI+ delivers DALI lighting control with wireless and IP-based networking. (2023). DALI ALLIANCE. Fuente: <https://www.dali-alliance.org/news/293/dali-delivers-dali-lighting-control-with-wireless-and-ip-based-networking>

1.4.4 MOD-BUS

El protocolo MODBUS fue desarrollado por Modicon (actualmente Schneider Electric) a finales de los años 70. Es un protocolo de comunicación en serie y abierto basado en cliente/servidor que establece conexión mediante diferentes tipos de buses y redes.

Existe un dispositivo encargado de solicitar información al que se le llama maestro y hasta 247 dispositivos (por cada maestro) que se encargan de suministrar información llamado esclavo, por lo tanto, el dispositivo esclavo no envía información hasta que no es solicitada por el maestro. Las conexiones pueden ser mediante RS-485, RS-232 y Ethernet.

Sus principales aplicaciones son la comunicación entre dispositivos inteligentes y sensores para monitorización de sistemas. Su arquitectura es la siguiente:

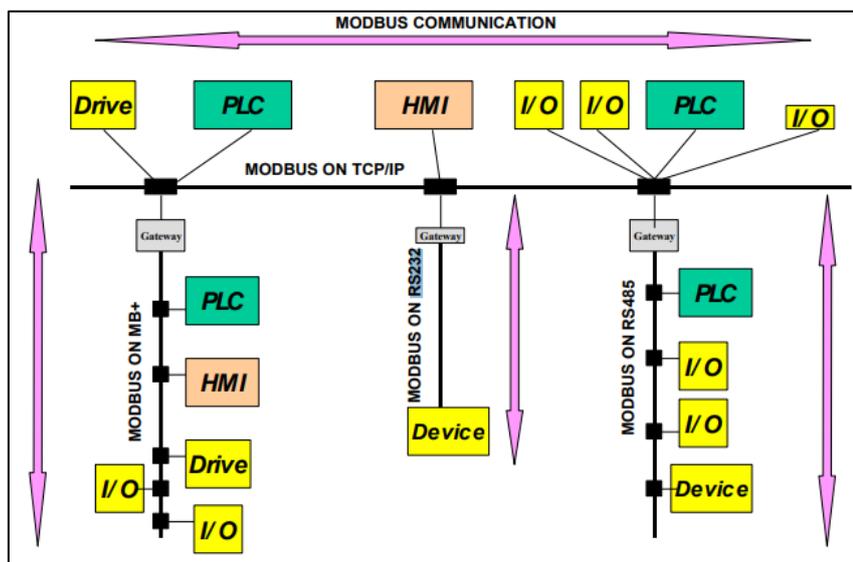


Ilustración 7. Arquitectura del protocolo MODBUS. MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION. (2012, 26 abril). <http://www.modbus.org>, V1.1b3. Fuente: https://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf



Dentro del protocolo, existen varios tipos con sus características específicas:

- **MODBUS RTU:** los datos se transmiten en bytes de 8 bits a velocidades hasta 115.200 bits (aunque existen dispositivos que no son capaces de soportar velocidades mayores de 38.400 bits por segundo).
- **MODBUS TCP:** esta versión de Modbus está implementada para comunicaciones a través Redes TCP / IP vinculación sobre el puerto 502. Pueden existir varios maestros y varios esclavos. Se utiliza frecuentemente en PLC, SCADA y sensores y actuadores.
- **MODBUS ASCII:** es una versión más antigua que expresa los caracteres en ASCII. Se considera un protocolo obsoleto.
- **MODBUS PLUS:** (MB+) es una red de comunicación local de alta velocidad o con velocidad de transmisión de 1 megabit por segundo, para aplicaciones de control industrial. La transmisión se realiza con cable de tipo par trenzado enmallado y La longitud máxima de cable de una red Modbus Plus sin el repetidor es de 457 metros.

2 BENEFICIOS DE UNA INSTALACIÓN DE BMS

Llevar tecnología a un edificio tiene numerosas ventajas. A continuación, comentamos algunas de ellas:

- Se puede conocer cuáles son las rutinas que se siguen en el edificio. Por ejemplo, qué horas está ocupado, el nivel de luminosidad que hay en ciertas áreas/habitaciones/salas o la temperatura adecuada para cada espacio, se puede **optimizar** el **consumo** para que se utilice la electricidad únicamente cuando sea necesaria y **reducir** los **gastos** asociados al consumo de electricidad.
- El mantenimiento correctivo sólo se realiza en caso de avería. A través de un **mantenimiento preventivo** con un sistema de BMS se consigue conocer el estado de los equipos, verificar el correcto funcionamiento y tener avisos en tiempo real de cualquier incidencia que se ocasione en el edificio. Lo que **permite adelantarse** a cualquier **avería**, **solventarla** en un periodo de **tiempo** más **reducido** y con **menos recursos económicos**.
- Proporciona **confort**:
 - El BMS ofrece la posibilidad de encender las luces automáticamente cuando se accede a una sala, desde otro lugar de manera remota o poder programar un horario de encendido y apagado.
 - También, es posible programar el sistema de climatización de manera automática. Se puede indicar un horario de encendido o una temperatura de consigna a través de una plataforma web.
 - Es capaz de subir y bajar las persianas/toldos dependiendo de la luminosidad o de un horario indicado por el usuario.
 - Usando nuevos métodos de acceso a las salas. Por ejemplo, tecleando un pin, introduciendo la huella digital o a través del reconocimiento facial o por voz se puede acceder a diferentes espacios sin necesidad de llevar encima una llave en exclusiva.
- Proporciona **seguridad**. La **vigilancia automática** de personas, animales o bienes es una de las aplicaciones más valoradas. Se puede tener vigilado el edificio desde el exterior, interior o incluso zonas más concretas como habitaciones, despachos... También se puede utilizar para posibles averías o incidencias. A través de controles de intrusión, como alarmas o cámaras, se puede detectar cualquier presencia no habitual,



o la existencia de algún incendio en fase incipiente, notificando el suceso inmediatamente a un dispositivo móvil en el caso de tener una aplicación para ello.

3 REFERENCIAS

- *About BACnet*. (s. f.-b). THE BACnet INSTITUTE. Recuperado 12 de octubre de 2022, de <https://thebacnetinstitute.org/about/>
- The BACnet institute. (2016). *BACnet Basics*. Lesson 1: The Business Case for BACnet https://bacnet.mycrowdwisdom.com/resource/courses/bacnet/1475007075888/story_content/external_files/BACnet_Basics_Summary_Lesson_1.pdf Versión 1.0
- www.galileu.net. (s. f.). *KNX España - KNX Association [Official website]*. KNX España. Recuperado 12 de octubre de 2022, de <https://www.knx.es/es>
- Conocimientos básicos del estándar KNX. (s. f.). *KNX, V9-14*. https://www.knx.org/wAssets/docs/downloads/Marketing/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics_es.pdf
- *Standards - Digital Illumination Interface Alliance*. (s. f.). Recuperado 12 de octubre de 2022, de <https://www.dali-alliance.org/dali/>
- *The Modbus Organization*. (s. f.). Recuperado 12 de octubre de 2022, de <https://modbus.org/>
- *MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION*. (2012, 26 abril). <http://www.modbus.org>, V1.1b3. https://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf
- Haro Morillas, M. (2021) *Sistema de control domótico de vivienda gestionado mediante aplicación móvil*. Universidad Politécnica de Valencia, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Valencia.