

Esta guía recoge de forma simplificada soluciones para cumplir con las estrategias LEED. Sin entrar en demasiados conceptos técnicos, se ofrece un conocimiento que sirve para orientar al consultor de edificios sostenibles.

LEED y KNX persiguen los mismos objetivos, pero a diferentes niveles, y de la unión de ambos se benefician tanto los futuros usuarios de las viviendas y edificios así como el medio ambiente y la sociedad en general.

KNX puede ayudar a implementar las estrategias LEED con el objetivo de conseguir una puntuación alta en el proceso de certificación, lo cual viene a significar un edificio más sostenible y energéticamente eficiente.

El éxito, aplomo y aceptación con los que la tecnología KNX ha contado en los últimos años indica un esperanzador futuro al ahorro energético en edificios y viviendas, de la mano de un estándar maduro, que defiende el concepto de un lenguaje común.

No es posible separar tecnología de edificios sostenibles. Al igual que la arquitectura pasiva es indispensable para obtener eficiencia energética, la gestión de la parte activa, mediante sistemas de control, garantiza el uso adecuado y optimizado de los servicios necesarios para la habitabilidad y uso eficiente de toda edificación.

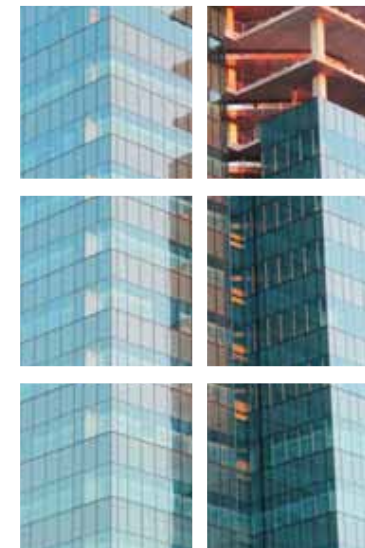
Tanto la certificación LEED como el estándar KNX tienen muchos elementos filosóficos de base en común, que abarcan desde los sistemas de formación hasta el apoyo a la eficiencia energética.

© 2013 1st edition  
ISBN-13 978-84-616-4946-4



KNX for LEED / Implementando la certificación LEED a través de la aplicación de la tecnología KNX

2013



## KNX for LEED

Implementando la certificación LEED  
a través de la aplicación de la tecnología KNX



# **KNX for LEED**

**Implementando la certificación LEED  
a través de la aplicación de la tecnología KNX**

Publica:

© 2013 1st edition  
ISBN-13 978-84-616-4946-4



Producción, distribución y traducción por cortesía de:  
KNX Association cvba  
De Kleetlaan 5 Bus 11  
B - 1831 Diegem-Brussels, Belgium

Información de contacto:  
Phone: +32 - (0)2 - 775 85 90  
Fax: +32 - (0)2 - 675 50 28  
E-mail: [info@knx.org](mailto:info@knx.org)  
Web: [www.knx.org](http://www.knx.org)

Todos los derechos, especialmente los relacionados con la traducción, reimpresión, el uso de imágenes, la transmisión por radio, la reproducción digitalizada y el almacenamiento en equipos electrónicos de procesos de datos, totales o parciales, quedan reservados a KNX Association.



### **Nombre del coautor y méritos:**

*Jiménez Ibiricu, Miguel Ángel (Santacara, Navarra, España, 1972)*

Ingeniero Industrial, KNX Partner y usuario habitual desde 2003 de sistemas de control, sistemas de generación renovables (solar fotovoltaica, solar térmica, solar termodinámica) y su aplicación práctica en el control y mejora real de la eficiencia energética.

Director desde 2007 del portal sobre sistemas de control [www.domoprac.com](http://www.domoprac.com), donde es autor de numerosos artículos sobre sistemas de control y sus aplicaciones prácticas en confort, seguridad y eficiencia energética.

#### Dedicatoria

“A mis padres, por su educación y valores, a mi mujer y mis hijas, por su cariño y el tiempo que me han regalado para poder realizar esta obra”



### **Nombre del coautor y méritos:**

*Arias García, Jesús (La Adrada, Ávila, España, 1983)*

Ingeniero Técnico de Telecomunicación, KNX Partner y KNX Tutor, con acreditación PMP, ha desarrollado su carrera profesional trabajando en relevantes puestos en importantes e innovadoras empresas del sector de la automatización de viviendas y edificios, y lo que es más importante de todo, en diferentes continentes, contextos y culturas. Actualmente, dirige su propio negocio de consultoría, cuya meta es generar sinergias entre diferentes sectores afines, y cuyo fin último es conseguir un desarrollo sostenible, colaborando para que los hijos del planeta Tierra hereden un mundo que merezca la pena vivir.

#### Dedicatoria

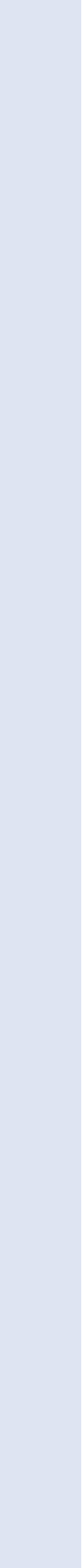
“A todos los que me han ayudado a desarrollarme como profesional, y lo que es más importante, como persona”

"Esta obra realiza un interesante y novedoso análisis de aproximación entre el Estándar KNX y la Certificación LEED. Las medidas activas y pasivas que requiere una eficiencia en la edificación sostenible del S XXI, pueden ser definidas en estrategias LEED y fácilmente implementadas mediante tecnología estándar KNX, dando como resultado Edificios Inteligentes que ya podemos vislumbrar entre nosotros."

*Ms. Mila Plaza*  
*Architect LEED GA*  
*Vice President Global Business Development*  
*Onyx Solar*

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1 – Preámbulo</b>	<b>8</b>
Estándar KNX, sinergia perfecta con certificación LEED	8
Democratización tecnológica en viviendas y edificios	9
KNX en cifras	12
<b>CAPÍTULO 2 – Objetivo de la guía</b>	<b>14</b>
LEED y sistemas de control, compatibles y necesarios	14
El edificio pasivo Vs. el edificio activo	16
Auditoría energética y de consumos, “Smart-Metering” y “Feedback”	18
Sistemas de control integrado, todos para uno y uno para todos	19
Centralizar Vs. Distribuir	20
<b>CAPÍTULO 3 – Introducción a KNX</b>	<b>22</b>
Tecnología KNX, filosofía estándar	22
Pero, ¿qué es el estándar KNX?	27
Proyecto KNX. Principios básicos.	34
Tecnología	38
Eficiencia energética y ahorro con KNX	40
Integración con sistemas complementarios	43
Futuro del estándar KNX	44
<b>CAPÍTULO 4 – Estrategias LEED implementadas con KNX</b>	<b>46</b>
A. Estrategias LEED – Sustainable Sites	46
1. Maintain site lighting to prevent light pollution	46
2. Harvest rainwater	49
B. Estrategias LEED – Water Efficiency	52
1. Install submeters	56
2. Select efficient irrigation technologies	56
C. Estrategias LEED – Energy and Atmosphere	59
1. Use free energy	59
2. Monitor consumption	61
3. Capture efficiencies of scale	65



4. Monitor and verify performance	67
5. Generate on-site renewable energy	69
D. Estrategias LEED – Materials and Resources	73
1. Design smaller, more flexible homes and buildings	74
E. Estrategias LEED – Indoor Environmental Quality	77
1. Ensure adequate ventilation	77
2. Monitor carbon dioxide	79
3. Install operable windows	81
4. Give occupants temperature and ventilation control	85
5. Give occupants lighting control	88
6. Control humidity	92
7. Daylighting	95

## **CAPÍTULO 5 – Créditos LEED y estándar KNX** **98**

Consecución de créditos LEED aplicando tecnología estándar KNX	98
SS - Parcelas sostenibles (Sustainable Sites)	99
WE - Eficiencia en Agua (Water Efficiency)	100
EA - Energía y Atmósfera (Energy & Atmosphere)	102
MR - Materiales y Recursos (Materials & Resources)	104
EQ - Calidad Ambiental Interior (Indoor Environmental Quality)	105
DI - Innovación en el Diseño (Design Innovation)	109
Resumen de puntos con el estándar KNX	110

## **CAPÍTULO 6 – Aplicaciones en proyectos reales** **112**

Aplicaciones prácticas en situaciones reales	112
Edificio de oficinas con producción solar fotovoltaica.	113
Viviendas modulares prefabricadas.	118
Otros ejemplos prácticos.	120

## **CAPÍTULO 7 – Integración KNX con otros sistemas** **122**

Los sistemas de control y su unión mediante las pasarelas	122
Eligiendo el sistema MASTER: criterios de selección	125
Criterios de selección	127
Gestión centralizada: BMS e integración total con bases de datos	129



# I. Preámbulo

## Estándar KNX, sinergia perfecta con certificación LEED

Cualquier profesional que esté acostumbrado a trabajar con los principios propuestos en la certificación LEED podrá detectar, al profundizar en la materia, que la tecnología estándar KNX puede ayudar a implementar numerosas estrategias que se enseñan en la formación reglada LEED, así como cumplir con numerosos créditos de cara a la obtención de un nivel determinado (platino, oro...). Precisamente este es el principal pilar sobre el que se basa esta guía: soluciones concretas para las estrategias LEED, mediante la utilización de la tecnología estándar KNX. Dicha tecnología es la única estándar en el entorno de la automatización de viviendas y edificios, como así acredita su cumplimiento con las principales normas internacionales.



### Estrategias LEED

El estándar KNX es una herramienta eficaz para implementar las estrategias propuestas en la certificación LEED, desde un punto de vista técnico.

El carácter de “estándar” encaja con la filosofía del USGBC. Las soluciones no dependen de una marca en concreto, sino de una implementación técnica basada en una tecnología.

Estas dos características, ESTÁNDAR y EFICIENCIA, acompañarán al lector a lo largo de toda la guía, puesto que son dos características a remarcar que forman la sinergia perfecta con la certificación LEED.

Esta guía recoge de forma simplificada soluciones para cumplir con las estrategias LEED. Sin entrar en demasiados conceptos técnicos, se ofrece un conocimiento que sirve para orientar al consultor de edificios sostenibles. Las principales características que hacen de esta guía un ejemplar esencial para cualquier consultor son:

- **Aséptica**

Esta guía no se basa en ninguna marca o fabricante, sino que se basa en un estándar de tecnología.

- **Amena**

Se evita entrar en demasiados tecnicismos, puesto que el objetivo es sentar las bases necesarias para comprender posibles soluciones desde un punto de vista amplio, donde es necesario no perder la globalidad del proyecto y la finalidad de la certificación LEED.

- **Sintonizada**

Directamente se ofrecen soluciones a las estrategias propuestas en el curso LEED 201: Core concepts and strategies. Como dichas estrategias, estas soluciones son ejemplos prácticos de aplicación, además de existir muchas otras soluciones para muchos otros problemas.

Es destacable que, la certificación LEED, en un esfuerzo por conseguir los edificios más sostenibles posibles, partiendo desde el punto de concepción del edificio hasta las variables de entorno, pasando por los materiales usados, no se centra de forma exclusiva en el apartado de la automatización. Sin embargo, muchos de los aspectos indicados son ejecutables con la tecnología estándar KNX. Es por ello, de nuevo, que la sinergia entre ambos mundos es muy favorable, ya que KNX, con la bandera de estándar, viene a rellenar la falta de especificaciones concretas por parte de la certificación LEED en estos aspectos.

LEED y KNX persiguen los mismos objetivos, pero a diferentes niveles, y de la unión de ambos se benefician tanto los futuros usuarios de las viviendas y edificios así como el medio ambiente y la sociedad en general. KNX puede ayudar a implementar las estrategias LEED con el objetivo de conseguir una puntuación alta en el proceso de certificación, lo cual viene a significar un edificio más sostenible y energéticamente eficiente.

## Democratización tecnológica en viviendas y edificios

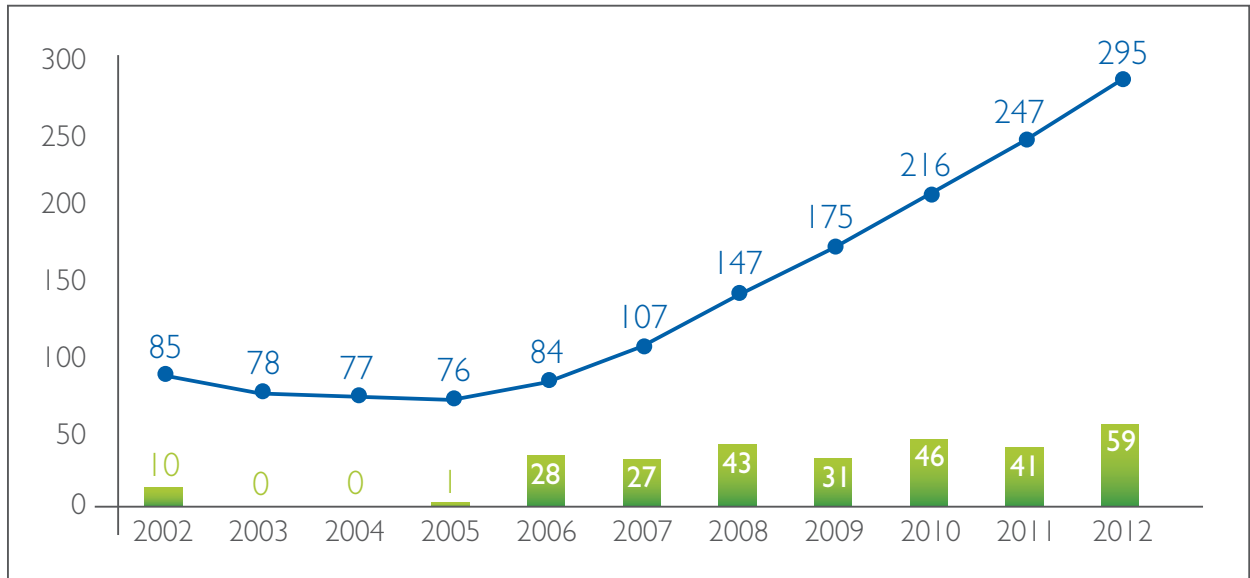
Las necesidades de ahorro energético son cada vez más imperiosas, ya que los precios de los combustibles fósiles aumentan mes tras mes, y la transición hacia energías limpias es todavía una incertidumbre. Pero no solo en obtener otros métodos de producción de energía consiste el desarrollo futuro, sino que es inconcebible no mejorar el consumo energético de todos los sistemas que obtienen energía de las redes de distribución eléctrica. Y de ahí se extrae que todas las viviendas y todos los edificios deben unirse a esta corriente de sostenibilidad. Precisamente es en ese punto donde LEED y KNX convergen.



### LEED y KNX, similares filosofías

Tanto la certificación LEED como el estándar KNX tienen muchos elementos filosóficos de base en común, que abarcan desde los sistemas de formación hasta el apoyo a la eficiencia energética

Una mejor gestión en el consumo energético es clave y vital para poder favorecer una transición a otros tipos de energías, como lo son las renovables.



**Figura 0.1** Evolución del número de fabricantes KNX hasta el año 2012.

De igual manera que la certificación LEED pretende crear un patrón de sostenibilidad en los edificios y viviendas, tratando de calificar el esfuerzo invertido en materiales utilizados provenientes de fuentes sostenibles, tratamiento de aguas para su aprovechamiento, etc., el estándar KNX pretende crear (de hecho, ya lo ha creado y está en vigor) un patrón de comunicación entre dispositivos electrónicos enfocados al ámbito de la edificación, con el fin de poder realizar el mejor uso posible de la energía disponible, así como de los recursos existentes.

Todo este proceso necesita, al igual que en el caso de LEED, del asentamiento de unos conocimientos y de su aceptación por parte de los colectivos implicados en el sector. Dicha aceptación no se produce por imposición, sino por la necesidad que existe de mejorar y avanzar en materia constructiva. Además, a medida que este tipo de tecnología se ha ido introduciendo paulatinamente en el conjunto de elementos que componen un edificio, se ha visto modificada a su vez la cultura medioambiental del conjunto de la sociedad, sobre todo en los últimos años, por la necesidad de ahorrar energía.

Todo este cóctel resulta en una democratización de la tecnología cuyo objetivo es un uso racional.

La aplicación de tecnologías como el estándar KNX en viviendas y edificios no es un lujo, es una necesidad, al igual que no es el futuro, sino que es el presente. Durante las dos últimas décadas se ha vendido una vertiente de este tipo de tecnologías asociada al lujo, lo cual no es que no sea posible, pero no es el único aspecto a remarcar. Los sistemas que hacen que una vivienda o un edificio sea inteligente no tienen como fin último dotar a estos de unos acabados “high end”, sino que en el fondo está asociado a un aumento del confort y un ahorro debido a la eficiencia energética, uniéndose así el aspecto medioambiental y el de la comodidad.

Si bien los acabados disponibles permiten adaptar una instalación realizada en base al estándar KNX a un entorno de lujo, no significa que ese sea el fin último, pudiendo encontrar alternativas convencionales o intermedias.

Como en todas las tecnologías, los precios se van democratizando a medida que más y más empresas entran en juego, buscan nuevas soluciones, se invierte en i+D, y se va generando una demanda. Hasta entonces, los precios se mantienen altos, y son solo accesibles por las clases más pudientes, de ahí esa imagen del lujo asociada a este sector. Pero así ha sucedido, al igual que ocurrió con otras tecnologías, como los teléfonos móviles. Al principio eran teléfonos-maletines solo al alcance de los bolsillos de hombres de negocios más importantes. Con el paso del tiempo, los teléfonos móviles han experimentado una sorprendente evolución, alcanzando unos niveles de desarrollo tecnológico y unos índices de penetración asombrosos y difícilmente predecibles.



### **Sector asociado al lujo**

Los sistemas que dotan de inteligencia a viviendas y edificios han sido publicitados desde un punto de vista estético y elitista, de ahí que se asocien al lujo. Nada más lejos de la realidad, estos sistemas pueden y deben estar enfocados al confort y al ahorro

El problema en el caso de las viviendas y edificios, es que ha estado asociado a un desarrollo más lento de esta tecnología, puesto que no se trata de una tecnología de consumo masivo. Ahora, los dos mundos, tanto tecnología de nicho como tecnología de consumo, se unen, y se potencian.

El número de empresas fabricantes de tecnología ha aumentado de forma general, y especialmente en el caso particular de la tecnología KNX. Con fabricantes de varios continentes, se potencia una competencia saludable, donde el máximo beneficiado es el usuario final, lo que repercute positivamente en el mercado en general. Esta competencia es beneficiosa porque se trabaja en el marco de un estándar, y donde los atajos no consisten en escatimar en componentes o en tecnología, porque las bases están sentadas, sino en invertir en i+D y en aprovechar las tendencias que ocurren en sectores afines, como el de la electrónica de consumo.



### **Aumento espectacular de fabricantes KNX**

Los datos hablan por sí solos. Más de 300 empresas fabricantes están asociadas al estándar KNX, con un crecimiento porcentual de dos dígitos año tras año. Entre las últimas, grandes compañías como Philips o AMX.

Este aumento del sector presenta tintes exponenciales, puesto que cuanto más crece, más efecto llamada produce, incluidas grandes empresas multinacionales. Y no solo empresas más tradicionales del sector, sino incluso de otros sectores. Por ejemplo, un fabricante de estaciones meteorológicas obtendrá mucha más visibilidad si fabrica bajo el estándar KNX, gracias en parte al aparato de marketing de la asociación KNX, el cual es digno de mención. Debido a que cada vez más proyectos incluyen esta tecnología, el no producir bajo este estándar reduce las posibilidades de entrar en dichos proyectos.

En resumen, este efecto ha atraído (y sigue atrayendo) a numerosos fabricantes, lo que ha repercutido ostensiblemente en la variedad de productos disponibles, lo cual facilita las tareas de diseño a los integradores de proyectos llave en mano, resultando en un incremento de la calidad global del conjunto.

### KNX en cifras

El éxito, aplomo y aceptación con los que la tecnología KNX ha contado en los últimos años indica un esperanzador futuro al ahorro energético en edificios y viviendas, de la mano de un estándar maduro, que defiende el concepto de un lenguaje común.

La asociación KNX ha ganado mucho terreno como entidad, gracias a su buen hacer en materia de marketing. Pero ese marketing no es vacío, sino que está apoyado y respaldado por éxitos conseguidos día tras día, con un número creciente de KNX Partners (ya más de 32000), KNX Members (más de 300) y de exitosos casos que sirven de referencia mundial. Detrás de los principales aeropuertos, edificios de oficinas, estadios, hospitales... se puede encontrar KNX como tecnología principal, responsable de la eficiencia energética y del confort. La terminal 5 de Heathrow en Londres, la terminal 3 del Indira Gandhi International Airport en New Delhi, o el aeropuerto Hongqiao en Shanghai, son ejemplos recurrentes, debido a la envergadura de los mismos. Aunque no es necesario que las dimensiones del proyecto sean desorbitadas para poder disfrutar de las ventajas que ofrece este estándar. Su escalabilidad es absoluta.



#### Números espectaculares

Más de 32000 KNX Partners (integradores de proyectos) y más de 300 KNX Members (fabricantes de productos bajo el estándar KNX) conforman la fuerza de empuje de este estándar, presente en todos los continentes.

Es tan factible encontrar una instalación KNX en un apartamento de 50 m<sup>2</sup> como en el mayor de los edificios, gracias a esa flexibilidad que permite a los integradores de proyectos realizar los diseños más adecuados para cada situación y necesidad. Gracias al incremento de KNX Members, el catálogo de productos del que disponen los KNX Partners es inmenso, con las consecuentes ventajas de posibilidades en lo que se refiere a la adaptación a los diseños y proyectos, así como de un notable incremento en la competencia que permite al mercado ajustar los precios. Como ya se ha mencionado, este sector y esta tecnología tienen un ojo puesto en la tecnología de consumo, lo que permite aprovechar su dinamismo y adaptar métodos de producción y desarrollo, lo que redonda en una reducción de los precios y en una mayor competitividad, sin sacrificar en ningún momento la calidad.

## 2. Objetivo de la guía

### LEED y sistemas de control, compatibles y necesarios

Uno de los retos más importantes en edificación en la actualidad es el cambio de modelo hacia uno que permita la sostenibilidad de los edificios desde su diseño, construcción y uso posterior.

Existen diversos criterios para distinguir cada construcción por su nivel de sostenibilidad, desde la etiqueta energética (como en los electrodomésticos) que indica su grado de eficiencia energética, pasando por las normativas ISO 50001 o certificaciones como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), considerada la más completa, porque mide, además de los criterios de eficiencia energética, otros también importantes, como el grado de impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción, el consumo de agua, la integración con el entorno o la protección del mismo.

Para poder hacer frente a la sostenibilidad en toda construcción existen diferentes estrategias:

- **Pasivas**

Apuntan hacia la minimización de energía consumida sin que afecte en el nivel de confort, estudiando el aprovechamiento de los recursos energéticos del entorno donde se ubica la construcción, como el sistema Passivauss o los conceptos bioclimáticos. Estos sistemas tienen en cuenta aislamientos, ventilaciones, orientaciones, temperaturas y climas del lugar, pluviometría... de cara a obtener un diseño correcto que ayude a mantener una temperatura confortable de forma natural en cualquier época del año.

Existen materiales de nueva generación que ayudan a conseguir estos objetivos de energía mínima, como los vidrios Electrocrómicos (EC) que permiten un control dinámico del calor y la luz, o los aislamientos de mezcla de parafinas que se funden a diferentes temperaturas. De esta forma se consigue refrescar o calentar de forma natural.

La finalidad de las tecnologías pasivas es reducir el consumo energético, pero no son capaces por sí solas de conseguir el nivel óptimo de confort de la edificación, por lo que se requieren fuentes artificiales de luz, calor y frío que tienen un consumo energético más alto o más bajo, en función de la efectividad de la estrategia pasiva aplicada y el nivel de confort exigido.

- **Generadoras**

Es un hecho que la generación de energía en la propia construcción eleva a altas cotas la sostenibilidad del edificio, ya que se pueden satisfacer muchas de las demandas energéticas (edificios de energía cero) con los sistemas generadores adecuados (Sol, viento, geotermia..., captados en el mismo lugar donde estos se encuentren). Todo esto dentro de un entorno de sostenibilidad que asegura

el retorno de inversión con el uso, formando una parte importante de la red eléctrica distribuida (Smart-Grid) que permite un mejor aprovechamiento de la misma, menos costes de transporte, cortes de suministro y pérdidas para las compañías eléctricas.

En las últimas décadas, desde la firma del protocolo de Kioto, se ha potenciado la producción eléctrica basada en energías renovables a gran escala. Pero también se ha potenciado la generación de energía a una escala más pequeña, gracias a las nuevas políticas gubernamentales para establecer el consumo neto (Net-Metering) entre la energía que se genera y la que se consume. Esto hace muy atractivo incorporar sistemas generadores de energía en las edificaciones, que ayuden a ser lo más auto-suficientes posible.

Una de las principales barreras a la hora de implementar este tipo de sistemas generadores ha sido, aparte de la inversión (cada vez menor), la integración arquitectónica de elementos generadores en las edificaciones.

La diversificación de empresas del sector fotovoltaico ha conseguido que algunas empresas se centren en la integración arquitectónica de energía solar fotovoltaica, creando vidrio fotovoltaico, conocido por sus siglas BIPV (Building Integrated Photovoltaic), multiformato, multicolor (incluso transparente) que se puede incorporar en las fachadas de las edificaciones. Si bien la fachada vertical de un edificio no presenta el ángulo óptimo de captación de máxima de energía, este factor se ve compensado por la estética y el aislamiento de segunda o tercera capa que disponen este tipo de soluciones

#### • Activas

Las construcciones se diseñan para estar habitadas, y en función de los diferentes usos a los que se destinen, los horarios, la presencia en sus zonas... se produce mayor o menor consumo de recursos. Ejerciendo un control lógico sobre la parte activa del edificio, se puede mejorar el ahorro sin perder un ápice de confort en los servicios que se demanden (iluminación, climatización, riego, calidad del aire...).

El cambio en el modelo energético global, hace que la construcción eficiente sea una de las principales prioridades a nivel mundial. Hoy en día se dispone de la tecnología, los materiales y las técnicas que pueden hacer posible este cambio



#### Tecnología en edificios

No es posible separar tecnología de edificios sostenibles. Al igual que la arquitectura pasiva es indispensable para obtener eficiencia energética, la gestión de la parte activa mediante sistemas de control garantiza el uso adecuado y optimizado de los servicios necesarios para la habitabilidad y uso eficiente de toda edificación.



## El edificio pasivo Vs. el edificio activo

Es en el uso de los servicios (agua, energía...) donde se consumen realmente los recursos, por lo que no controlar la parte activa de una edificación supone un desperdicio de recursos que los sistemas pasivos no pueden evitar.

Una fachada bien aislada trata de evitar pérdidas de calor, pero en cambio no se consigue un ahorro real si no se actúa en el mecanismo de calefacción ante la apertura de ventanas, apagando el termostato de esa zona de forma automática, mien-



### Consumo derivado del uso

El control automatizado de las edificaciones desde el punto de vista activo solo es posible mediante el uso de sistemas de control.

tras las ventanas permanezcan abiertas.

Los sistemas de control en edificios optimizan el uso de los recursos de un edificio, atendiendo a:

- **Horarios**

Si se sabe cuándo se van a ocupar ciertas zonas se puede obtener una respuesta automática en servicios que requieren un uso determinado durante un tiempo determinado.

En edificios donde se trabaje con un horario determinado se pueden programar encendidos de la climatización según el horario de entrada o de salida del personal, pudiendo establecer diferentes modos en los termostatos (confort, noche, stand-by) que llevarán una temperatura de consigna más o menos severa según si está ocupado o no el edificio. Estos modos pueden ser lanzados automáticamente según horarios y fechas, actuando de forma integrada con otros controles como la detección de presencia en áreas, que cambiará el modo a uno más eficiente si se detecta falta de ocupación en un intervalo de tiempo determinado.

- **Presencia**

La falta de presencia es un indicador clave para actuar sobre los sistemas de iluminación y climatización. La correcta medición de la misma, unida a una buena programación en el sistema de control, hace que se puedan llegar a consumir los recursos sólo cuando se vayan a emplear, evitando desperdicios de energía.

Si se controla la presencia y sobre todo la falta de la misma (ausencia) por medio de los sensores adecuados, se pueden lograr respuestas automáticas a cambios en la iluminación. Se pueden apagar, o dejar al mínimo, zonas desocupadas, y al

mismo tiempo actuar en el sistema de climatización. De igual manera se puede bajar la temperatura de consigna a un modo más económico si no hay nadie en la zona, o apagar el termostato si el tiempo de ausencia es prolongado.

Todas estas actuaciones combinadas permiten la creación de estrategias de control con jerarquía, atendiendo a la eficiencia, sin perder la funcionalidad en el servicio que dan los sistemas controlados.

Una buena estrategia de climatización puede consistir en supeditar el funcionamiento de la climatización a los horarios, como puede ser el caso de un edificio de oficinas, pero gobernados por la detección de presencia, de tal forma que si algún trabajador quiere hacer uso de una oficina fuera de horario, la presencia del mismo hace que se active el clima en el área donde esté presente, prevaleciendo la presencia sobre el control de horarios.

El control manual puede estar a la cabeza de la jerarquía, siempre que esté vigilante el control de ausencia, es decir, que sea posible encender la climatización de forma manual, pero si no se detecta presencia en un tiempo determinado, se cambia automáticamente la consigna a un modo más económico o se apaga por completo, según requisitos de diseño.

- **Interacción con elementos o partes**

Con los sensores adecuados se puede interactuar con diversos elementos o partes y reaccionar de forma automática ante diferentes situaciones de control. En ventanas y puertas se puede conocer cuando están abiertas y proceder a reacciones en los sistemas de clima. Es posible controlar los encendidos y apagados de los termostatos que gobiernan cada zona del edificio, en función de la apertura o cierre de ventanas. De esta forma la climatización se detendrá automáticamente y volverá a ponerse en marcha cuando la zona esté de nuevo aislada, consiguiendo que la climatización sea efectiva en las condiciones óptimas de su aprovechamiento.

Estos mismos detectores pueden generar avisos informativos (ventanas abiertas: climatización parada) en los mismos dispositivos de control del clima, como pueden ser las pantallas táctiles, e incluso pueden ser integrados en el sistema de intrusión para disparar el sistema de alarma si éste se encuentra conectado.

- **Condiciones ambientales**

Disponer de medidas de temperatura, humedad, luminosidad... permite reaccionar de forma automática para mantener unos niveles pre-establecidos de confort y eficiencia.

Con las medidas de la temperatura interior y la exterior se pueden establecer mecanismos automáticos que den una respuesta lógica, para conseguir el mismo efecto con menos recursos y una programación adecuada.

De esta forma se pueden programar ventilaciones en el edificio para renovar el aire del interior del mismo, además de por horarios, cuando el diferencial de temperaturas exterior e interior sea el adecuado para refrescar el edificio sin consumo de las máquinas de clima (freecooling).

Por otra parte, el control óptimo de un sistema de iluminación se produce, en una estancia que se encuentra ocupada, cuando se consigue disponer de la cantidad justa de intensidad lumínica artificial aprovechando al máximo la luz natural.

Así es posible reducir la cantidad de luz artificial que ilumina una zona del edificio si se disponen de sensores que midan la mezcla de luminosidad interior (artificial) y exterior (natural), con lo que se pueden establecer umbrales de luminosidad objetivo a los que el sistema de control tratará de llegar priorizando la utilización de luz natural y por consiguiente reduciendo el consumo de luz artificial.

### Auditoría energética y de consumos, “Smart-Metering” y “Feedback”

Una de las principales estrategias de control energético y de consumos debería ser el poder demostrar lo eficiente que es la edificación en el tiempo, y para eso hay que medir, actuar y volver a medir el efecto que hayan tenido las acciones ejecutadas con ese fin.



#### Eficiencia en el tiempo

La parte pasiva de un edificio no necesita re-auditar, en cambio la parte activa, la generación energética y la eficiencia sí.

Las acciones solo las pueden ejecutar los sistemas de control en función de las estrategias de eficiencia que se planifiquen en el edificio en cuestión. Pero también, con estos sistemas de control, es posible medir y actuar según la medición, en caso que se requiera ejecutar una acción directa derivada de un exceso de consumo o la superación de cierto umbral determinado.

Un contador de gas o de energía eléctrica, integrado en el sistema de control, proporciona medidas de consumos, voltajes, intensidades... de igual forma que un sensor envía valores de luminosidad o de presencia para luego actuar en consecuencia. Se pueden establecer reglas de limitación de consumos de manera que cuando se superen ciertos umbrales se puedan desactivar zonas menos críticas y avisar de ello.

El estudio de los gráficos de consumo ayudará a modificar la estrategia en función del uso eficiente del edificio y con ello cambiar la programación de los sistemas de control para que actúen de forma alineada a los objetivos marcados.

Por eso, no solo es importante medir, sino hacerlo de forma integrada como un elemento más del sistema de control.

Del mismo modo, para el control de consumos de agua, son necesarios contadores integrados en el sistema de control, que reporten medidas del consumo de agua de riego en las zonas verdes de la edificación. De igual manera son necesarios para el consumo de agua en el edificio y otras estrategias de ahorro, como recuperación y posterior uso del agua de lluvia y de las aguas grises, que pueden ser gestionadas por el sistema de control. Este sistema de control del edificio actúa de forma conjunta con los sensores de alarmas técnicas (humo, agua, gas, CO<sub>2</sub>) que ayudan a alertar de posibles fugas al tiempo que se pueden proporcionar respuestas automáticas, como pueden ser cortes de válvulas o la activación del sistema contra-incendios.

La estación meteorológica a su vez indica la temperatura exterior, si es de día o de noche, si está lloviendo, el azimut solar y el nivel de luminosidad exterior... magnitudes todas ellas útiles para lograr una programación eficiente de los sistemas de iluminación y climatización. Son también útiles para el control de riego, parando el mismo si está lloviendo o activándolo por las noches para evitar demasiadas pérdidas por evaporación.

En definitiva, se considera una buena práctica no sólo poner en marcha un mecanismo de control, que cumpla los objetivos de la estrategia de eficiencia energética y consumos de la edificación, sino que además es necesario poder demostrarlo.

### **Sistemas de control integrado, todos para uno y uno para todos**

Existen en el mercado infinidad de sistemas de control, en la mayoría de los casos, orientados al control de un solo sistema en particular, como puede ser el control de luces o el clima, de tal forma que si bien realizan su tarea de forma adecuada, no son capaces de integrarse con otros sistemas de control para poder ejercer un control óptimo y unificado, aprovechando al máximo el número de dispositivos conectados.

Un sistema de control aislado puede tener el control del sistema de iluminación de un edificio, mediante la activación/desactivación de luces por la detección de sensores de movimiento. De la misma forma que otro sistema de control aislado puede encargarse del control de clima. Siendo ambos incompatibles a la hora de compartir funciones, como puede ser reducir la temperatura de consigna del termostato cuando no existe movimiento en un tiempo determinado.



### **Integración óptima**

El funcionamiento óptimo de un sistema de control proviene de la integración de los dispositivos empleados en el mismo, mediante la selección de dispositivos que pertenezcan a un estándar.

Este tipo de sistemas aislados no facilitan el control centralizado de todas las variables de un edificio y tampoco ayudan a disponer de una estrategia de programación común, combinando las señales y acciones que los dispositivos deberán ejecutar para tener un control optimizado.

A modo de ejemplo, un sistema de control integrado, como es el estándar internacional KNX, puede combinar dispositivos de sistemas inalámbricos y auto-alimentados del estándar EnOcean con sus propios dispositivos cableados de comunicación de bus, gracias a las pasarelas de comunicación bidireccionales KNX-EnOcean, que permiten organizar la programación y el control del mismo desde visualizaciones mediante pantallas táctiles presentes en la instalación.

Esta interrelación entre diferentes sistemas de control se estudiará con detalle en el capítulo 7 de la guía.

### **Centralizar Vs. Distribuir**

Uno de los conceptos que tienen que estar claros a la hora de seleccionar un sistema de control integrado es la capacidad de inteligencia distribuida. Es decir, que cada aparato disponga de su propia inteligencia sin necesidad de depender de una unidad central de control para funcionar. De tal forma que si este dispositivo falla, solo fallan los elementos de control conectados a él mientras que el resto seguirían funcionando.

Imaginemos un edificio en el que hay instalado un sistema de control centralizado. En caso de fallo de la unidad de control central, el edificio se quedaría sin todos los servicios, tales como luces, clima... Este mismo edificio dotado de un sistema de control con inteligencia distribuida, en caso de fallo afectaría solamente al área del dispositivo que ha fallado, y por tanto se minimiza el impacto y el tiempo de respuesta ante averías, sustituyendo el elemento dañado para restablecer su funcionalidad, sin que el resto de la instalación se vea afectada.

La inteligencia distribuida no tiene nada que ver con la centralización de dispositivos en localizaciones del edificio (como pueden ser los cuadros eléctricos), ya que de esta forma se puede organizar mejor la instalación y se tiene un mejor acceso a dichos elementos. Como se verá más en detalle en el capítulo 3 de la guía, el estándar KNX cumple perfectamente con este requisito indispensable.

Una funcionalidad muy útil en edificaciones, para funciones de supervisión y control en tareas de mantenimiento, es la representación de todas las funciones de control en una visualización de plano o SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). De esta forma se dispone de un BMS (Building Management System) con el que realizar un control muy gráfico de toda la instalación y poder actuar sobre ella desde multi-dispositivos (PC, tableta y teléfono móvil...).

Los sistemas de control integrados deben ser considerados dentro del plan de contingencia del edificio, al mismo nivel que la pérdida de datos o el fallo de máquinas críticas para el funcionamiento del mismo, porque pasan a controlar servicios sin los cuales no se pueden realizar las actividades cotidianas. Por ello, es bueno implementar una política de selección del sistema de control que cumpla con un estándar, para así disponer de repuestos de forma fácil y subsanar posibles fallos en un plazo corto de tiempo.



#### **Protocolo estándar**

Se considera acertado elegir sistemas de control integrado con tecnología estándar, como KNX, que permitan interoperabilidad entre diferentes fabricantes y protocolos, de forma que la vida útil del sistema sea muy larga, al poder cambiar dispositivos en un futuro por otros de funcionalidades parecidas sin que afecte al buen funcionamiento de la instalación.

Si se eligen los actuadores para el control de cargas de forma homogénea, en caso de urgencia se pueden reemplazar de forma sencilla. Por ejemplo, si un actuador de un sistema crítico falla, se podría utilizar el actuador dedicado al riego (considerado como secundario) hasta que llegue el repuesto. De esta forma, se evita tener un sistema crítico parado.

## 3. Introducción a KNX

### Tecnología KNX, filosofía estándar

Antes de comenzar a hablar sobre el estándar KNX desde un punto de vista descriptivo y detallado, conviene destacar los puntos que lo convierten en el aliado perfecto de cualquier edificación que persiga la excelencia energética, como es en el caso de los edificios que aspiran al certificado LEED.

Al igual que los profesionales certificados LEED, los profesionales certificados en el estándar KNX se encuentran a diario con diseños poco acertados o con utilización de tecnologías obsoletas y poco adecuadas. De igual manera que se está inundando el mercado con el concepto “eficiencia energética”, métodos de clasificación ecológica y demás, en referencia a construcciones sostenibles, ocurre lo mismo en el sector tecnológico de control inteligente de viviendas y edificios. Cada vez es más difícil diferenciar entre lo que realmente supone un avance y un elemento diferenciador de lo que es puramente marketing. Porque, aunque cueste reconocerlo, toda esta tendencia “verde” se está utilizando tanto para bien como para mal, siendo casi obligatorio para cualquier compañía u organización el estar asociada a este color, y detrás de la conciencia ecológica y responsable se esconde muy a menudo campañas de marketing y objetivos comerciales. Para ayudar al lector de esta guía a discernir entre todos los sistemas que puedan inundar el mercado, se explican los conceptos más importantes sobre estas tecnologías en general, y el estándar KNX en particular.

Por lo tanto, lo que el lector se va a encontrar en este capítulo es información básica acerca del estándar KNX, que es recomendable comprender, puesto que ayuda a asimilar por qué KNX y no otra tecnología es el aliado perfecto de cualquier edificio con certificación LEED.

KNX encaja en la filosofía de la certificación LEED, puesto que uno de los principales objetivos de aplicar esta tecnología en edificios y viviendas no es otro que el de conseguir la máxima eficiencia energética, enfocada desde el punto de vista del ahorro así como desde el punto de vista ecológico, sin dejar de lado el confort y la salud de los habitantes de los edificios. Y todo ello teniendo en cuenta el comportamiento y el tipo de funcionamiento de los sistemas a integrar así como la interfaz adecuada con los usuarios.

Este último punto, la interfaz con el usuario (HMI, Human Machine Interface) es un aspecto fundamental que entronca con la filosofía LEED, y que el estándar KNX ayuda a mejorar de forma sensible. KNX permite aplicar diferentes niveles de actuación, pudiendo disponer de fórmulas adecuadas para cada situación, y así conseguir la mejor interacción sistema-usuario posible, responsable en gran medida del balance energético final de un edificio.