

# Boletín 104

## INTERFAZ DE ILUMINACIÓN DIRECCIONABLE DIGITAL

## SISTEMA DE ILUMINACION DALI

Boletín técnico N°104  
PARTE 1  
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

## INTERFAZ DE ILUMINACIÓN DIRECCIONABLE DIGITAL. SISTEMA DE ILUMINACION DALI

### PARTE 1

Por:

**Ing. Gregor Rojas**  
GERENTE NACIONAL  
MERCADERO Y VENTAS  
División materiales eléctricos

#### 1. Generalidades.

DALI cuyas siglas significan Digital Addressable Lighting Interface es un protocolo de comunicación empleado en aplicaciones de iluminación en edificios y se utiliza para establecer comunicación entre dispositivos de control de la iluminación como balastos electrónicos, sensores de brillo o detectores de movimiento, entre otros.

DALI se desarrolló originalmente para permitir el control digital, la configuración y la consulta de balastos fluorescentes, reemplazando la operación simple, unidireccional y similar a la transmisión del control analógico 0/1-10V.

Con DALI, la opción de transmisión se hace disponible, conjuntamente, con una configuración simple cada dispositivo DALI se le puede asignar una dirección separada, lo que permite el control digital de dispositivos individuales.

Otra gran aplicación es que los dispositivos DALI pueden programarse para trabajar en grupos, proporcionando una excelente flexibilidad ya que los sistemas de iluminación se pueden reconfigurar mediante la reprogramación del software, sin necesidad de cambiar el cableado.

Con Dali se puede obtener distintas funciones de iluminación y ambientes en diferentes habitaciones

o áreas de un edificio, posteriormente, se ajustan y optimizan con facilidad.

#### 2. Evolución de Dali.

En 1991 comienza la historia de DALI, es entonces cuando la empresa austriaca Tridonic lanzó el protocolo DSI cuyas siglas corresponde a interfaz de iluminación digital primero en el mundo para el control de señales de luz para iluminación. Su ventaja es que la línea de señal de control no está polarizada y el material y las especificaciones del cable son bajos. Aún así, solo se puede transmitir sin abordar luces individuales.

A finales de 1990 a objeto de desarrollar una superior tecnología de iluminación digital que pudiera satisfacer los requerimientos del mercado de la iluminación, Tridonic al igual que otros fabricantes de equipos conocidos en Europa, Helvar, Osram, Philips entre otros del ramo de iluminación, desarrollaron de manera conjunta la iluminación direccionable digital protocolo de interfaz DALI.

Posteriormente, la sucursal Lantern de ZVEI (Asociación Alemana de Electrónica Eléctrica) creó DALI Ag (Grupo de actividad) para promover el protocolo DALI y los productos relacionados. Los miembros de DALI AG principalmente venían de fabricantes del campo de la iluminación comercial.

Desde el año 2009, DALI está separado de la norma IEC 60929, pasando como un estándar de la serie IEC 62386 independiente. El sistema estándar DALI se establece inicialmente y los fabricantes registrados pueden crear marcas comerciales DALI para productos que cumplan con los estándares.

El producto no necesita someterse a una certificación forzada de terceros, siempre que afirme cumplir con los requisitos estándar, puede obtener la marca comercial DALI.

Desde el 2014, DALI Ag ha mejorado el protocolo DALI, formando la segunda edición del protocolo DALI-2, y el contenido del sistema estándar DALI ha mejorado gradualmente. Al mismo tiempo, para regular la aplicación del mercado de productos del lado de la aplicación, todos los productos deben probarse y reconocerse para alcanzar las marcas registradas de DALI.

En el año 2017, Digital Illumination Interface Alliance siglas DIIA, aprobó la IEEE Industry and Technology Organisation siglas IEEE-ISTO a través de ZVEI. La implementación de la comercialización y certificación de productos. Para facilitar la comprensión de las personas, a partir de octubre de 2020, DIIA anunció el trabajo de marketing como una marca DALI Alliance (Alianza DALI), y DIIA aún implementa los procesos de desarrollo y certificación del trabajo.

Para 2021, en DALI en la red IP y la red inalámbrica, la Alianza DALI lanza el plan de certificación DALI+. El protocolo DALI no solo puede realizar la conexión del equipo del sistema de iluminación, sino también integrar la interconexión con varios dispositivos inteligentes mediante la integración en otros sistemas.

### 3. Aplicaciones de Dali.

La naturaleza digital de DALI permite la comunicación bidireccional entre dispositivos, de modo que un dispositivo puede informar de un fallo o responder a una consulta sobre su estado u otra información.

Las soluciones de control de iluminación DALI son aplicables a múltiples entornos como:

- Hoteles: Salas de reuniones, zonas comunes, habitaciones
- Oficinas: Salas de reuniones, despachos, zonas diáfanos, escaleras, control temperatura de color

- Hospitales: Regulación de luz y color en quirófanos, salas de exploración TAC
- Naves logísticas: Regulación de intensidad en función de la luz natural
- Bares y restaurantes: Gestión de escenas combinadas con luz blanca y RGB
- Viviendas: Regulación de intensidad y escenas para conseguir un confort óptimo

### 4. Logo Dali

DALI se originó a finales de la década de 1990 y se definió en la norma internacional IEC60929, desde su edición ha sido modificada de forma sustancial. La versión del 2020 de DALI se denomina DALI-2 y es la más actual, se encuentra definida en la norma IEC62386.

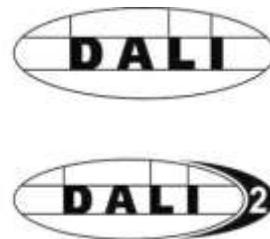


Figura 1. Logos DALI

En la figura 1 se puede observar el logotipo DALI original perteneciente a la versión 1 y el logotipo DALI-2 más reciente.

Ambos logos son propiedad de DiiA, cuyas siglas significan Digital Illumination Interface Alliance, un consorcio global abierto de empresas del sector iluminación que se trazo como objetivo hacer crecer el mercado de soluciones de control de iluminación fundadas en tecnología Dali.

### 5. Regulación DALI iluminación.

El sistema de regulación DALI (Interfaz de Iluminación Direccional Digital) , permite el control digital de cada luminaria DALI o accesorio de iluminación de manera individual.

Dali emplea un protocolo de comunicación bidireccional de bajo voltaje que permite enviar y recibir mensajes desde cada dispositivo.

DALI es un protocolo estandarizado por la industria y se especifica en la norma internacional de varias partes IEC 62386 , así como en las nuevas especificaciones escritas por DiiA.

La norma IEC 62386 se reestructuró a finales de 2014 para facilitar su uso y facilitar el desarrollo de DALI-2. Se realizaron muchas mejoras a esta normativa, incluida la adición de nuevos comandos y funciones.

Uno de los cambios más significativos fue la adición de dispositivos de control (incluidos controladores de aplicaciones y dispositivos de entrada), que no estaban incluidos en absoluto en la versión original de la norma.

Dali como hemos comentado es un control de iluminación definido bajo la normativa europea IEC 62356 para el control de balastos electrónicos, transformadores, módulos LED, emergencias y señales de salida.

DALI fue diseñado para sustituir los sistemas analógicos tradicionales de 1-10V y los sistemas digitales como DSI. Adicionalmente, con este protocolo de iluminación se asegura la completa compatibilidad entre equipos sin importar su fabricante.

Mediante la regulación DALI puede efectuarse el direccionamiento individual en una sola línea, de hasta 64 luminarias DALI, la asignación de estas en 16 grupos y la programación de 16 escenas luminosas.

Por otra parte, las reagrupaciones necesarias, por ejemplo, tras una remodelación o cambio de la función de una sala, son posibles en cualquier momento, sin que se tenga que efectuar una laboriosa modificación del cableado.

Ing. Gregor Rojas

## 6. Funcionamiento de la regulación DALI.

Existe una amplia gama de productos de control de iluminación habilitados para DALI disponibles de todos los fabricantes líderes y ahora es ampliamente reconocido como el estándar mundial para el control de iluminación.

DALI usa un sistema de inteligencia distribuida; múltiples controladores se comunican con inteligentes drivers. Cada controlador DALI funciona como un «maestro» y controla la comunicación en la línea de control. En la figura 2 se puede apreciar un sistema Dali.

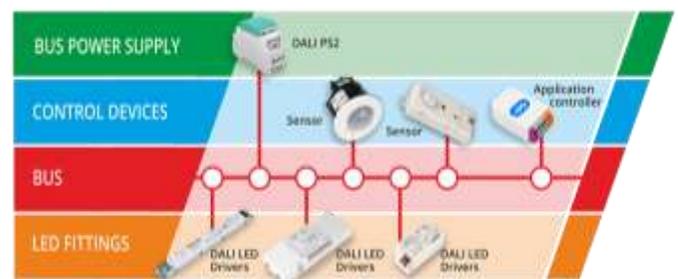


Figura 2. Sistema de bus DALI

El núcleo de DALI es un bus conformado por un par de cables que transportan señales de control digital desde dispositivos de entrada como podrían ser los sensores hasta un controlador de aplicación.

El controlador de la aplicación dicta las reglas con las que se programo para generar las señales de salida a dispositivos como los controladores LED.

Los balastos reaccionan solo como esclavos a petición del maestro. Ciertos parámetros se almacenan directamente en la unidad DALI.

Regulación DALI iluminación: Características

- Aparatos de servicio DALI: 64
- Cantidad de grupos DALI: 16

- Cantidad de escenas DALI: 16
- Tensión DALI: 9,5 – 22,5 V, normalmente 16 V
- Corriente del sistema DALI: máx. 250 mA (en función de la alimentación de corriente DALI instalada)
- Velocidad de transmisión de datos: 1200 baudios
- Máxima longitud de cable bus DALI: La longitud máxima del cable resulta de la caída de tensión máxima admisible en la línea DALI, definida con un máximo de 2 V. Esto equivale a una longitud máxima del cable de 300 m, con una sección transversal de 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Para el diseño también deben observarse las resistencias de paso. No se puede exceder una caída de tensión de 2 V.
- No tiene polaridad el bus DALI

### **7. Comparación entre DALI y 1-10V.**

Tanto DALI como 1-10V tienen en común que fueron diseñados para la industria de la iluminación.

Los componentes de control de iluminación, tales como: los controladores LED y los sensores, están disponibles en una variedad de marcas que tienen interfaces DALI y de 1 a 10 V. No obstante, hasta ahí comparten similitud.

A continuación vamos a presentar algunas de las principales diferencias entre DALI y 1-10V las cuales son:

- DALI es direccionable. Esto abre el camino para muchas características valiosas como la agrupación, el escenario y el control dinámico, como cambiar qué sensores e

interruptores controlan qué accesorios de iluminación en respuesta a cambios en el diseño de la oficina.

- Al ser DALI digital y no analógico, esto significa que puede ofrecer un control de nivel de luz mucho más preciso y una atenuación más uniforme.
- Al tratarse de que DALI está normalizado, la curva de atenuación está normalizada, lo que significa que los equipos son interoperables entre fabricantes.
- La curva de atenuación de 1-10 V nunca se ha normalizado, lo que implica que el uso de marcas distintos fabricantes de controladores en el mismo canal de atenuación podría producir resultados muy inconsistentes.
- El sistema 1-10 V solo puede controlar el encendido o apagado y una atenuación simple.
- Con DALI se puede administrar el control de color, el cambio de color, la prueba y retroalimentación de iluminación de emergencia, la configuración de escenas complejas y muchas otras funciones específicas de iluminación.

### **8. Normativa básica de DALI-2**

Las normativas de demanda común de acuerdo a IEC 62386 del Estándar DALI-2 son los siguientes:

- IEC 62386-101 parte 101 requisitos generales, componentes del sistema
- IEC 62386-102 parte 102 requisitos generales, equipo de control
- IEC 62386-103 parte 103 requisitos generales, dispositivos de control

La PARTE 101 es la base de todo el protocolo DALI, que está normalizado desde la perspectiva del sistema DALI. La Parte 102 lleva a cabo especificaciones generales para los equipos de control en el sistema DALI y publica los archivos estándar de la serie PARTE 2xx para diferentes tipos de productos para normalizar especialmente.

No existe una definición clara de dispositivo de control en DALI-1. DALI-2 formula las normas de las series PART 103 y Part 3xx para dispositivos generales y necesidades especiales de expansión.

### 9. Cableado sistema DALI

Es importante resaltar cuales son las topologías de cableado del bus con las que Dali puede operar, estas son:

- Bus wiring
- Estrella (Hub and spoke)
- Árbol
- Lineal
- o cualquier combinación de estas.

La figura 3 muestra estas configuraciones de cableado del bus Dali.

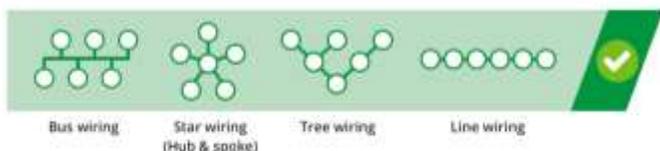


Figura 3. Cableado de bus DALI

De igual forma, es importante resaltar cuales son las topologías de cableado del bus con las que Dali no puede operar, estas son:

- Malla (Mesh wiring)
- Anillo (Ring wiring)

La figura 4 muestra estas configuraciones de cableado del bus Dali.



Figura 4. Cableado de bus DALI

#### 9.1. Calculo de la caída de voltaje.

La fórmula para calcular la caída de voltaje es la siguiente:

$$U_v = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot S}$$

De donde

- U<sub>v</sub>** Caída de voltaje
- I** Corriente en amperios (0,25A)
- S** Sección transversal en mm<sup>2</sup>
- L** Longitud del cable en metros
- γ** Conductibilidad eléctrica en m/ohm x mm<sup>2</sup>

#### Nota.

La máxima corriente de 250 mA debe ser empleada para calcular la caída de voltaje, ejemplo:

Para un circuito DALI partiendo de un cable de longitud 300 metros, con sección transversal de 1,5 mm<sup>2</sup>

$$U_v = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot S} = \frac{2 \cdot 300 \text{ m} \cdot 0.25 \text{ A}}{56 \cdot 1.5 \text{ mm}^2} = 1.786 \text{ V}$$

Podemos establecer como una regla general que:

TABLA 1	
Longitud del cable	Sección transversal
Menor a 10 metros	10,5 mm <sup>2</sup>
Entre 100 y 150 metros	0,75 mm <sup>2</sup>
Mayores a 150 metros	1.5 mm <sup>2</sup>

#### 9.2 Cable DALI de control por la misma tubería del cable de alimentación de red.

Sí, la instalación del sistema de iluminación DALI se efectúa con material de instalación para tensión de red convencional. Para el circuito de control de iluminación DALI se requieren dos conductores.

El voltaje de red y la línea de bus pueden encontrarse en el mismo cable.



Figura 5. Ejemplo de bus DALI

### 9.3. Cable para cableado de la línea de control DALI.

El cableado Dali no requiere que sea blindado, la instalación del sistema DALI se efectúa con material de instalación para voltaje de red convencional.

La tasa de datos es relativamente lenta (1200 baudios), el voltaje del bus es relativamente alto (16 V) y existe una gran tolerancia a la fluctuación del voltaje. Juntos, estos factores hacen que el bus sea muy robusto en presencia de interferencias eléctricas, por lo que no se requiere blindaje.

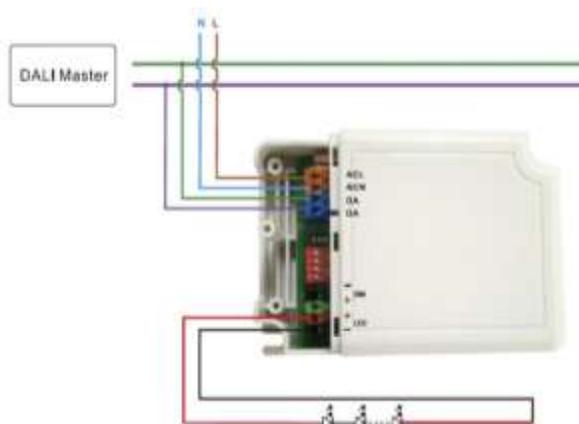


Figura 6. Ejemplo de driver DALI

En la figura 6 podemos observar claramente que los bornes del driver donde se conecta la línea DALI no indica polaridad solo señala DA, DA.

El cableado del sistema DALI generalmente esta realizado con un cable multiconductor, además también transporta la alimentación de red. Los cables típicos serían de 5 conductores fase, tierra, neutro, DA, DA.

Es importante recordar que el par de cables que conforman el bus DALI no son sensibles a la polaridad. Por tal razón, los terminales de los dispositivos DALI, como los controladores de LED generalmente se encuentran señalizados como DA, DA, en los cuales no se hace indicación de ninguna polaridad.

### 9.4 Conexión del sistema de iluminación DALI

En la figura 7 se puede apreciar un sistema de iluminación típico con elementos DALI donde se encuentran:

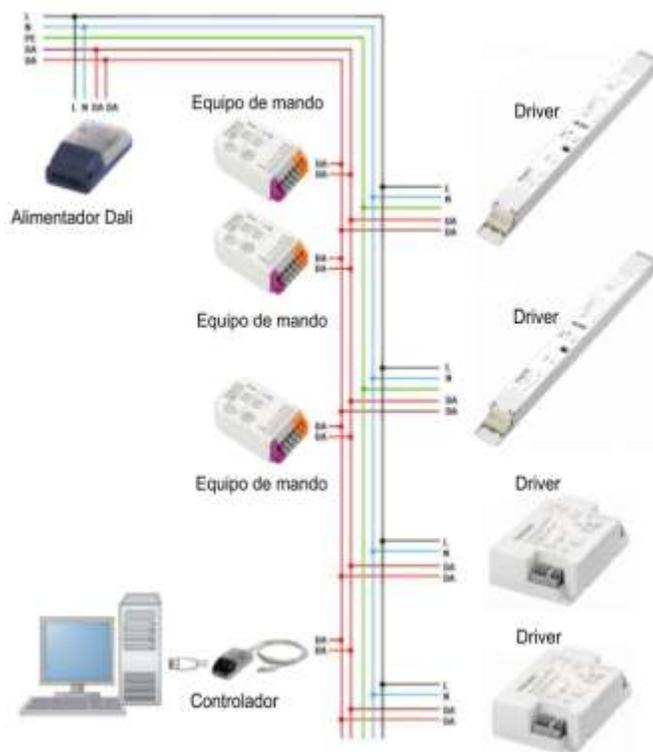


Figura 7. Ejemplo de bus DALI

- Equipos de mando
- Drivers
- Controladores
- Fuente de alimentación del sistema.

#### **9.4. Dali no es SELV.**

Es importante tener presente que DALI no es SELV de las siglas en ingles Safety Extra Low Voltage. Por lo tanto, son de aplicación las instrucciones de instalación para voltaje de red.

#### **10. Parámetros programables en drivers DALI**

- Actual Level: Valor actual de intensidad lumínica del driver DALI
- Maximum Level: Valor máximo de intensidad lumínica, este valor no se puede exceder cuando se programa.
- Minimum Level: Valor de intensidad lumínica mínima, este valor no puede ser disminuir mas cuando se programa.
- Power ON Level: Valor de intensidad lumínica al que cambia el driver DALI cuando se enciende la fuente de alimentación.
- System Failure Level: Valor de intensidad al que cambia el controlador DALI cuando se detecta una falla en el circuito DALI (por ejemplo, interrupción o cortocircuito en la línea DALI)
- Fade Time: Tiempo en segundos que tarda la intensidad lumínica actual en adoptar el nuevo valor de brillo (Por ejemplo en el cambio de escenas)

- Fade Rate: Es la velocidad del cambio de intensidad lumínica desde el valor actual al nuevo valor
- Grupos: Este registro es donde se almacena la asignación de grupo del driver DALI.
- Escena: Estos registros son donde se almacenan los valores de intensidad para las escenas individuales.

#### **11. Diferencia entre DALI Tipo 6 y DALI Tipo 8**

Los comandos DALI tipo 6 de un solo canal emplean una única dirección para controlar un solo canal. Por ejemplo, la temperatura del color se controla en un canal, mientras que el brillo es controlado en otro.

Los comandos multicanal DALI tipo 6 usan un sin número de direcciones para controlar un sin número de canales. Los comandos DALI tipo 8 usan una dirección para controlar dos canales. Por ejemplo, tanto la temperatura del color como el brillo pueden ser controladas a través de un unico canal.

Cuando empleamos DALI tipo 6, el control de transmisión solo es posible si se instalan líneas energizadas por separado para cada color deseado. Los canales multirruta de dirección única de DALI tipo 8 pueden controlar dos o más salidas. Los datos se transmiten en serie a la luminaria desde el dispositivo maestro DALI.

#### **12. Beneficios de DALI tipo 8 sobre DALI tipo 6**

Existen una gran cantidad de beneficios cuando utilizamos DALI tipo 8 en lugar de DALI Tipo 6, y las aplicaciones son amplias y diversas.

DALI tipo 8 permite ahorrar en la complejidad del sistema. Un controlador DALI tipo 8 puede realizar las mismas funciones que dos controladores DALI tipo 6 de un solo canal. Así mismo, un controlador DALI tipo 8 puede efectuar en su totalidad las

mismas funciones que realiza un controlador DALI tipo 6 de dos canales, mientras utiliza únicamente una dirección DALI.

Si empleamos DALI tipo 8 este nos permite reducir la cantidad de controladores utilizados en una aplicación, de igual forma, la cantidad de cableado necesario para la instalación y la cantidad de direcciones DALI utilizadas.

### 13. Sistema de control de luz DALI

A continuación vamos a ver un caso práctico de un sistema de control de iluminación. En este ejemplo vemos dos configuraciones realizadas mediante el sistema DALI para un sala multifuncional. Note que hacer estos cambios mediante cableado sería costoso y con poca flexibilidad futura.

Tenemos 3 módulos de control para la asignación de dos escenas, tres grupos y 8 luminarias.

En la figura 8 se puede observar la primera configuración en donde se han asociado las luminarias en los grupos 1 y 2.



Figura 8. Ejemplo aplicación DALI

En la figura 9 se puede observar la segunda configuración en donde se han congregado las luminarias en los grupos 1,2,3 y 4.

La creación de escenas desde el modulo de control (2) es totalmente configurable. Por ejemplo podríamos crear una escena con el grupo 2 al 0% y el 1 al 50% para realizar una conferencia.

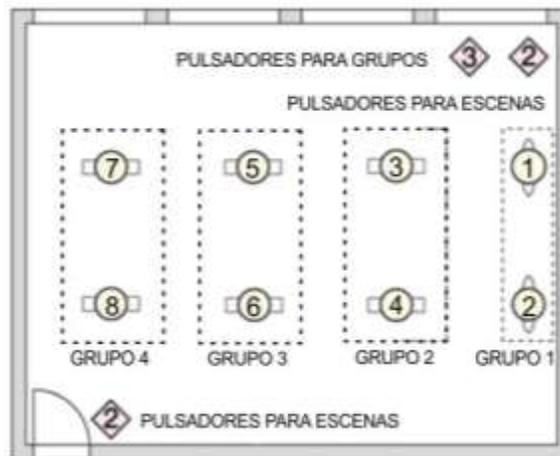


Figura 9. Ejemplo aplicación DALI

En cuanto al modulo de control de grupos (2) también es configurable. Pudiendo indicar que grupo o luminaria queremos controlar desde ese punto.

Además podemos incluso programar el sistema de iluminación de forma tal que donde se disponía de un pulsador para escenas ahora se convierta en uno para grupo.

### 14. Ventajas de la regulación DALI

- **Facilidad de planificación:** Como el bus de control conecta todas las luminarias, es mucho más sencillo realizar cambios ya que todo está programado.
- **Sencilla instalación:** Las líneas eléctricas y las líneas de control se pueden unir en el mismo cable. No se necesita cableado especial.
- **Comentarios de estado:** Los informes de estado pueden ser emitidos por las unidades DALI. La información sobre lámparas defectuosas, por ejemplo, puede

ser transferido directamente a un sistema de mayor rango.

- No se necesitan reles para el conmutado de encendidos.
- Maxima flexibilidad: La asignación se configura mediante parámetros y no mediante cableado fijo. Los valores de la escena de iluminación, grupo... se almacenan en la unidad DALI.
- Curva de atenuación logarítmica: La curva de atenuación se corresponde con la sensibilidad del ojo, sin saltos. Rango de regulación entre 0,1 y 100%.
- Regulación sincronizada: Todas las luminarias reciben la misma señal digital sin interferencias y, por lo tanto, el mismo valor de atenuación.
- Posibilita el controlar, desde un mismo punto, diferentes luminarias, grupos o escenas. Cada luminaria tiene una dirección en el sistema.

### **15. Comparación entre DALI y KNX.**

Los protocolos KNX, LON y BACnet para control de edificios, están diseñados para integrar y controlar múltiples dispositivos y sistemas en un edificio.

No hay controladores LED en el mercado que puedan admitir una conexión directa a estos protocolos, no obstante, existe una pequeña cantidad de controladores LED disponibles con una interfaz KNX, por lo que no se pueden implementar como protocolos de control de iluminación.

El sistema DALI y DALI-2 fueron diseñados específicamente para el control de iluminación y el conjunto de comandos DALI-2 contiene muchos comandos específicos de iluminación. Estos

incluyen comandos y funciones para atenuación, cambio de color, ambientación, prueba de emergencia y retroalimentación e iluminación circadiana.

Actualmente se dispone en el mercado de una extensa gama de componentes de control de iluminación, especialmente controladores LED, que admiten una conexión DALI de manera directa.

En muchas implementaciones realizadas para un sistema de gestión de edificios (BMS) se usaría KNX, LON, BACnet y protocolos similares para el control general del edificio integrando HVAC, seguridad, control de acceso, ascensores, etc., mientras que DALI se usaría solo para controlar la iluminación.

En el próximo boletín técnico continuaremos con este interesante tema.