

Tema 7: Tecnologías de las HAN

□ Contenidos

- Redes de control

- *X10, KNX, LonWorks, ZigBee HA, 6LoWPAN, EnOcean, Z-Wave, MyHome con OpenWebNet, INSTEON, DMX.*
 - *Sistemas basados en autómatas programables (LOGO!Soft...).*

- Redes de datos

- *Ethernet, WiFi, HomePlug, HomePNA.*

- Interconexión de dispositivos

- *USB, FireWire, UWB, Bluetooth, IrDA, Bluetooth LE, LPD433, NFC, HDMI.*

Buses y Fabricantes de sistemas de control de edificios



saia-burgess



LANDIS & GYR



Drayton

EBERLE



Andover Controls

EIB

SIEMENS

kieback&peter



European Installation Bus

MODBUS

Honeywell

Staefa®
Control SystemMOELLER 

BACnet®

Interest Group Europe e.V.

Invensys Messner

ABB

JOHNSON
CONTROLS

Buses domóticos más extendidos

- X-10
 - Desarrollado en Europa en 1975
- KONNEX (KNX)
 - Convergencia de EIB, BatiBUS y EHS
 - *EIB: Protocolo europeo, iniciado en Alemania*
 - *EHS (European Home Systems): Promovido y financiado por la CEE*
- LonWorks (LonTalk)
 - Iniciado en estados unidos como protocolo propietario



X10

X10

- ❑ Se trata de la primera tecnología domótica desarrollada, diseñada por Pico Electronics of Glenrothes en Escocia, entre los años 1975 y 1978,
- ❑ Transmitir datos por las líneas de baja tensión (PLC) a muy baja velocidad (60 bps en EEUU y 50 bps en Europa) y a costes muy bajos.
- ❑ Hoy en día es una de las más extendidas, con una gran cantidad de dispositivos disponibles y una gran facilidad de instalación gracias a su filosofía Plug&Play (conectar y funcionar) y su facilidad de manejo.
- ❑ Cuidado: los dispositivos X-10 no hacen desconexiones de seguridad para mantenimiento...

Direccionamiento X10

- Tipos de dispositivos X10:
 - sólo pueden transmitir órdenes
 - sólo pueden recibirlas
 - pueden enviarlas y recibirlas (bidireccionales).
- Cualquier dispositivo receptor puede recibir órdenes de cualquier dispositivo transmisor.
- Los dispositivos bidireccionales tienen la capacidad de responder y confirmar la correcta realización de una orden, lo que es esencial si el sistema X10 está conectado a un programa de ordenador que muestra los estados en que se encuentra la instalación domótica de la vivienda.



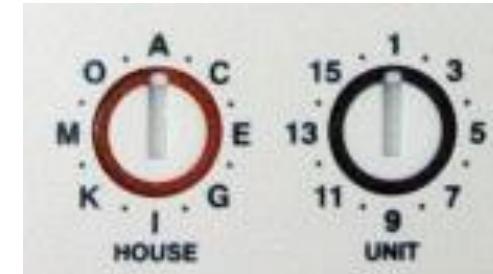
Any product displaying
this symbol transmits
X10 signals.



Any product displaying
this symbol transmits &
receives X10 signals.

Direccionamiento X10

- Hasta 256 direcciones: 16 casas x 16 dispositivos.
- La dirección se establece normalmente mediante dos pequeños conmutadores giratorios:
 - Código de vivienda de 16 letras (A – P)
 - Número de unidad, con 16 números (1 – 16)
- A los dispositivos transmisores básicos se les configura también la dirección y envían las ordenes a los receptores que tengan su misma dirección.
- El control también se puede realizar utilizando teclados, temporizadores, controles por radio e infrarrojos e interfaces de ordenador.

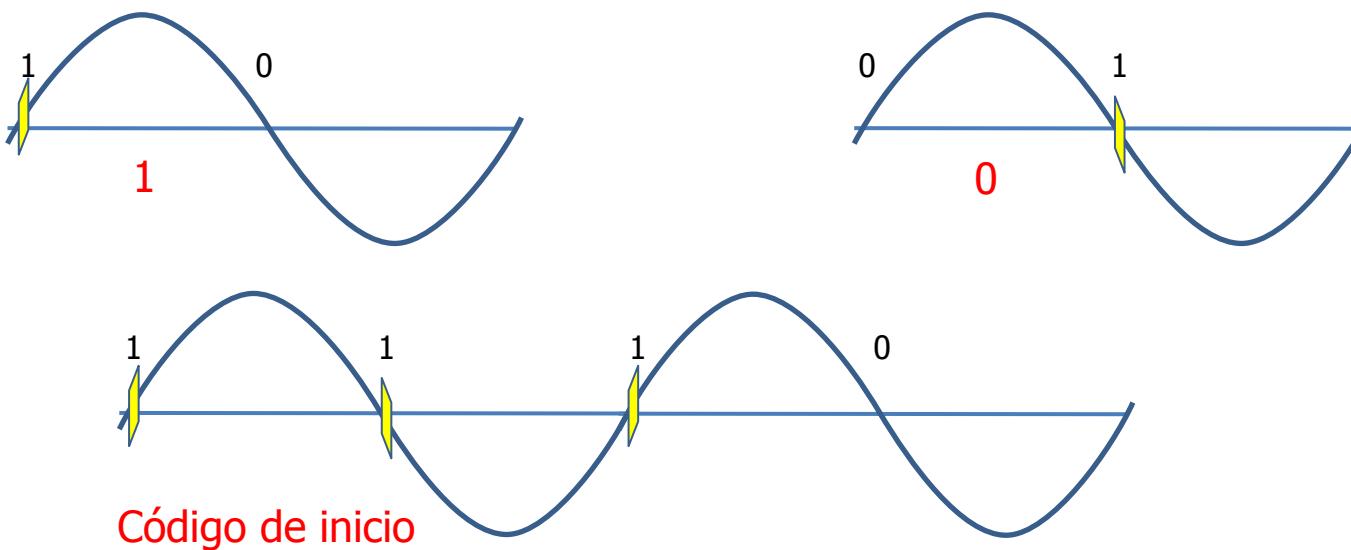


Protocolo de comunicación

- El protocolo de comunicación se basa en el envío desde un transmisor hacia un receptor de
 - órdenes de selección de dispositivo, indicando el código de la casa (A – P) y el código de dispositivo (1 – 16)
 - una orden de función indicando el código de la casa (A – P) y un código asociado a la función a realizar.
- Existen múltiples funciones utilizadas por el protocolo entre las cuales están: ON, OFF, All Lights ON, All OFF, DIM, BRIGHT...
- Ejemplos:
 - P2+PON: seleccionar el dispositivo 2 de la casa P (P2) y encender el dispositivo seleccionado de la casa P (PON).
 - A2+A4+A5+AOFF: seleccionar los dispositivos 2, 4 y 5 de la casa A y encender los dispositivos seleccionados de la casa A.

Nivel Físico

- Modulación muy sencilla, comparada con las que usan otros protocolos de control por ondas portadoras:
 - Inserción en los pasos por cero de la onda senoidal de una ráfaga a una frecuencia fija de 120 KHz durante 1 milisegundo.



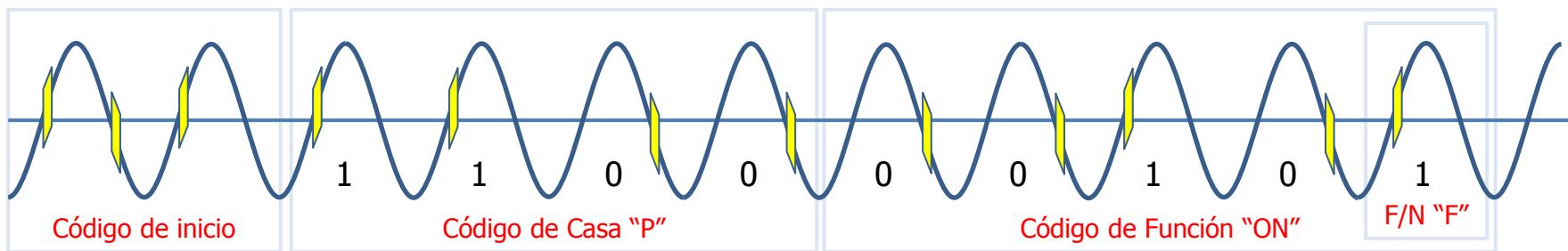
- La tasa de transmisión de 50 bps viene impuesta por la frecuencia de la red eléctrica (en Estados Unidos 60 bps).

Tramas de X-10

- Cada trama se divide en tres campos de información (once ciclos)

- Código de Inicio: dos ciclos
- Código de Casa (letras A-P): cuatro ciclos
- Código Numérico (1-16) de la dirección o bien el Código de Función (Encender, Apagar, Aumento de Intensidad, etc...). El último bit determina si es numérico (0) o función (1): cinco ciclos

C. inicio	C. Casa	C.Numérico/Función
-----------	---------	--------------------



- Para aumentar la fiabilidad del sistema, esta trama (Código de Inicio, Código de Casa y Código de Función o Numérico) se transmite siempre dos veces.

C. inicio	C. Casa "P"	Función "ON"	C. inicio	C. Casa "P"	Función "ON"
-----------	-------------	--------------	-----------	-------------	--------------

- Duración: $2 \text{ tramas} \times 11 \times 20 \text{ ms} = 440 \text{ ms}$

Tipos de tramas y ejemplos

□ Dos tipos de tramas:

- Tramas de dirección: para seleccionar dispositivos (1-16)
- Tramas de función: ordenan una acción sobre los dispositivos seleccionados (Encender, Apagar, Aumento de Intensidad, etc...)

□ Ejemplos:

- P2+PON
 - *P2: trama para seleccionar el dispositivo 2 de la casa P*
 - *PON: trama para encender el dispositivo seleccionado.*



- A2+A4+A5+AOFF
 - *A2, A4, A5: tramas para seleccionar distintos dispositivos de la casa A*
 - *AON: trama para encender los dispositivos seleccionados de la casa A.*

Códigos de casa, de dispositivo y de funciones X-10

Códigos de Casa			
A=0110	E=0001	I=0111	M=0000
B=1110	F=1001	J=1111	N=1000
C=0010	G=0101	K=0011	O=0100
D=1010	H=1101	L=1011	P=1100

Códigos numéricos (dispositivo)			
1=0110	5=0001	9=0111	13=0000
2=1110	6=1001	10=1111	14=1000
3=0010	7=0101	11=0011	15=0100
4=1010	8=1101	12=1011	16=1100

Código	Función	Descripción
0 0 0 0	All units off	Apaga todos los dispositivos con el código de casa indicado en el mensaje
0 0 0 1	All lights on	Enciende todas las luces (con la posibilidad de controlar el brillo)
0 1 1 0	All lights off	Apaga todas las luces
0 0 1 0	On	Enciende un aparato
0 0 1 1	Off	Apaga un aparato
0 1 0 0	Dim	Atenúa la intensidad de la luz
0 1 0 1	Bright	Incrementa la intensidad de la luz
0 1 1 1	Extended code	Código de extensión
1 0 0 0	Hail request	Solicitud de saludo: solicita una respuesta del dispositivo
1 0 0 1	Hail acknowledge	Confirmación de saludo: respuesta al comando anterior
1 0 1 0	Pre-set dim	Permite la selección de dos niveles predefinidos de intensidad de luz
1 1 0 1	Status is on	Respuesta a la Solicitud de Estado indicando que el dispositivo está encendido
1 1 1 0	Status is off	Respuesta indicando que el dispositivo está apagado
1 1 1 1	Status request	Solicitud pidiendo el estado de un dispositivo

Dispositivos X-10. Módulos de aparato de conmutación

- Diseñados para conmutar cargas como luces, ventiladores, bombas y motores.
- Enchufables y con toma de enchufe
 - Se conecta a un enchufe eléctrico y ofrece su propia toma para el aparato que se desea controlar
 - Ejemplo: Marmitek AM12. Módulo X10 interruptor para 1 zona de iluminación. Referencia MMTK-08915.
 - *Para encender y apagar aparatos de 230 V, iluminación halógena y fluorescente*
 - *Los nuevos también sirven para bombillas de bajo consumo y sirenas.*
 - *Conmuta cargas hasta 3.600 W.*
 - *Manejable con comandos de encender y apagar (ON/OFF).*



Módulos de aparato de conmutación.

□ Instalables con cables, sin toma de enchufe

- Se instala con cables, no dispone de toma de enchufe.
- Ejemplo: Marmitek AM12W, Módulo regulador X10 para encender / apagar la iluminación. Instalación con cables. Referencia MMTK-09105.
 - *Con las mismas especificaciones técnicas que el módulo de enchufe AM12, pero el AM12W no dispone de una toma de corriente y se instala cableado.*
 - *Puede montarse p.e. dentro de los cuadros de iluminación o perfectamente oculto en pequeñas cajas de registro, utilizando los cables de conexión.*



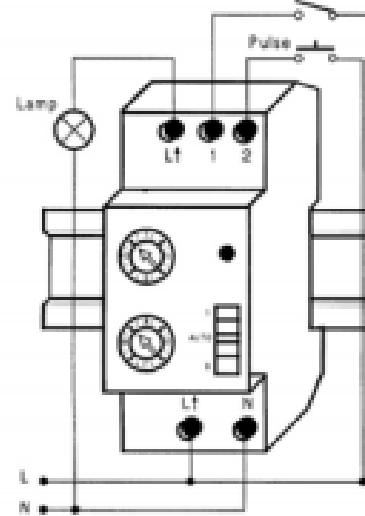
Módulos de aparato de conmutación.

□ Para carril DIN

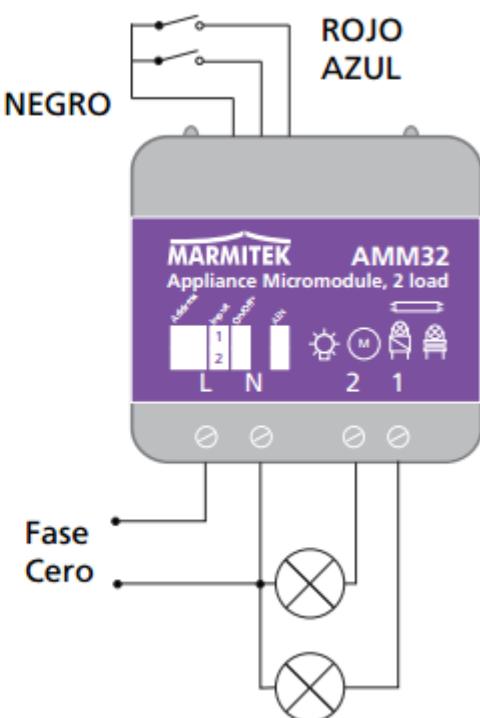
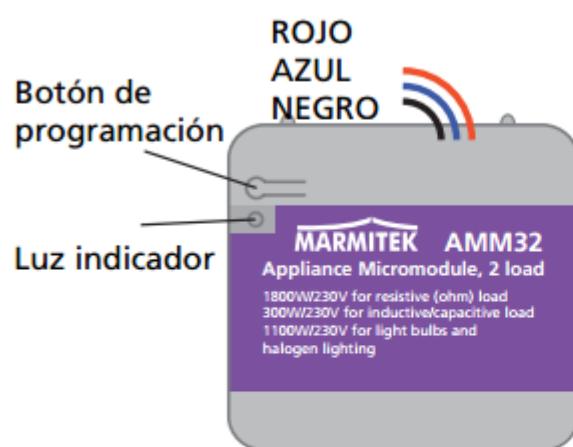
- Se instala con cables en carril DIN.
- Ejemplo: Marmitek AM11, Módulo X10 de control de aparatos para carril DIN. Ref.MMTK-08099.
 - 3.600 W
 - *Puede manejarse localmente con un interruptor de impulsos o con un interruptor normalmente abierto.*

El **terminal 1** se destina a la conexión de pulsadores normales: el relé se enciende cuando la tensión llega (230V/fase), y se apaga cuando desaparece.

El **terminal 2** se destina a la conexión de interruptores de impulsos: el relé comuta cuando se ofrece una tensión fugaz (230V/fase) (p.e. de ENCENDIDO a APAGADO o al revés).



Micromódulos de aparato

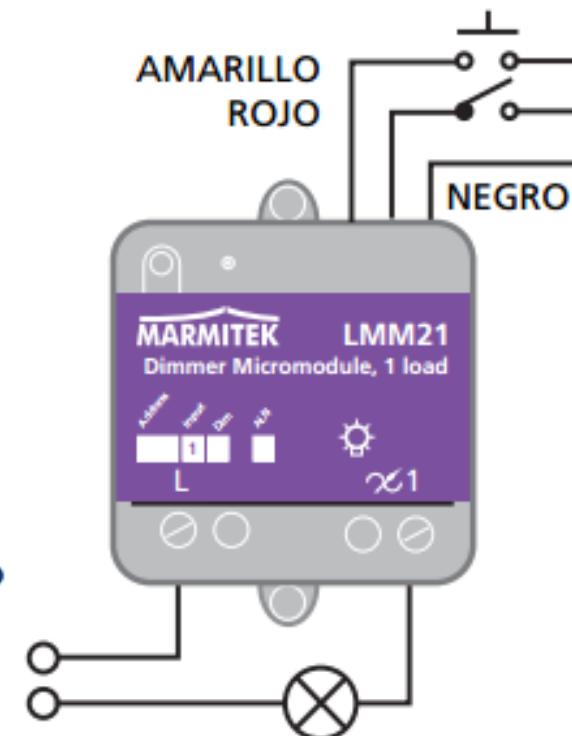
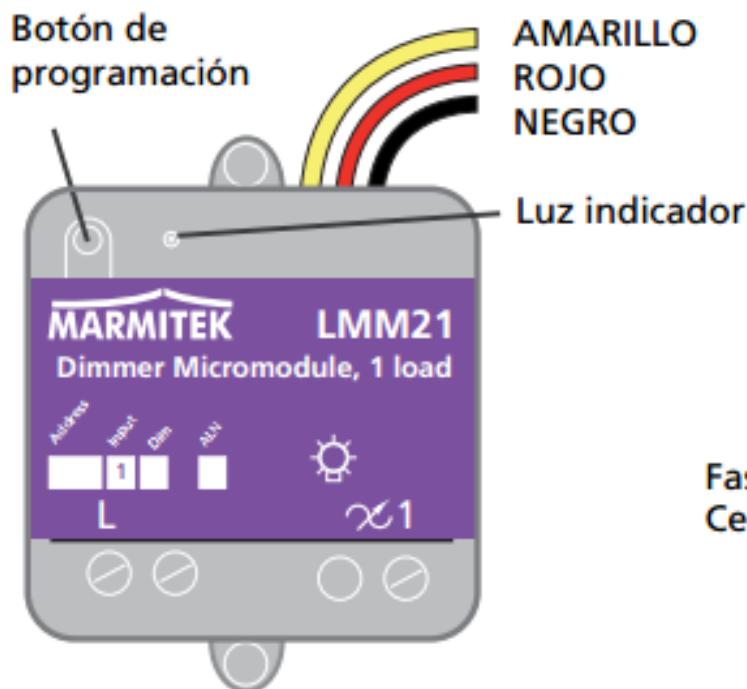


Módulos de lámparas (dimmer).

- Diseñados para commutar y regular lámparas (dimmer)
- Para carril DIN
 - Se instala con cables en carril DIN.
 - Ejemplo: Marmitek LD11, Módulo interruptor / regulador para iluminación de montaje en carril DIN. Ref.MMTK- 08932.
 - 700 W.
 - *Puede manejarse con X-10 y con uno o varios interruptores de impulsos.*
 - *Memoria para guardar la última posición de regulación.*



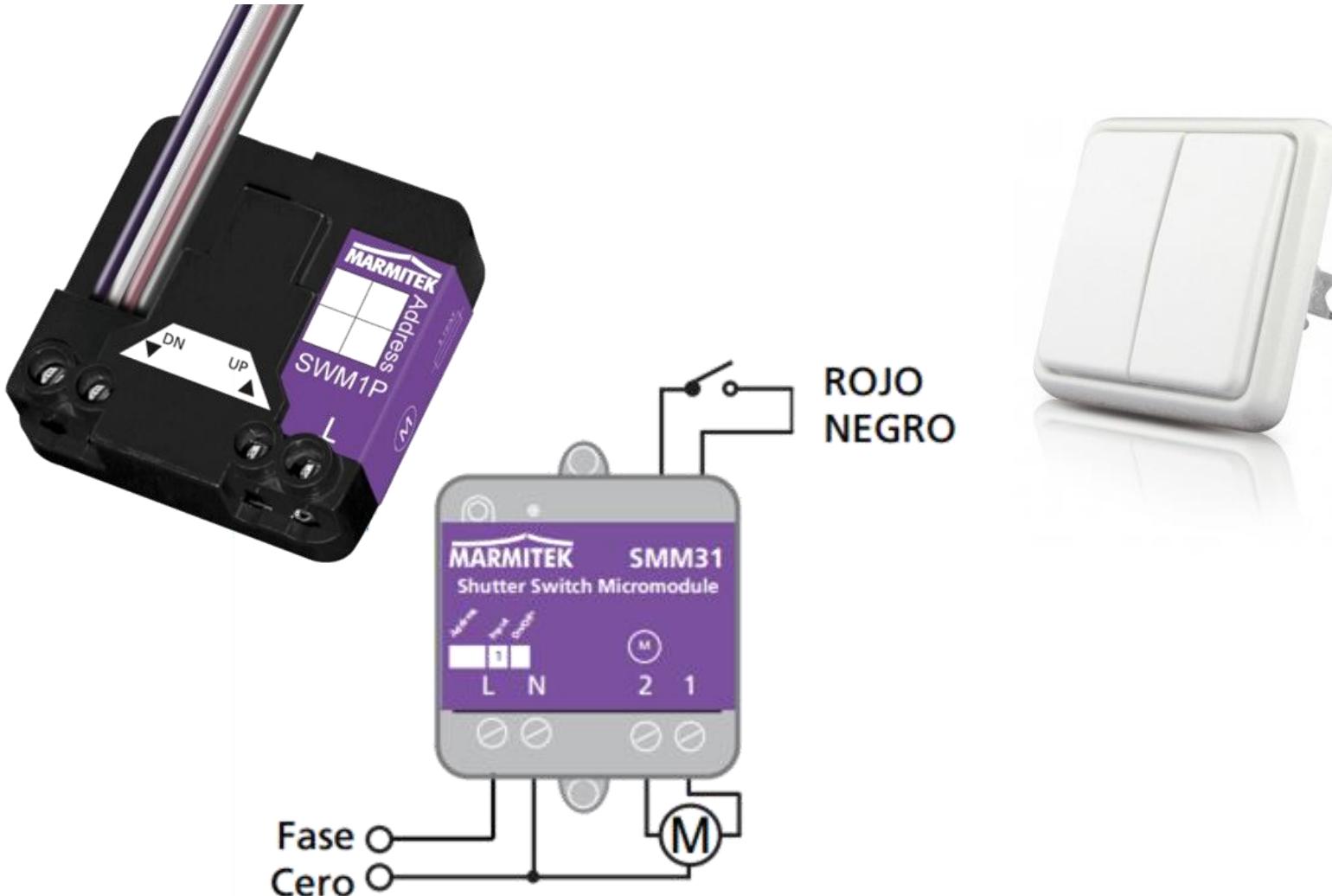
Micromódulo de lámpara (dimmer)



Otros módulos de lámpara



Control de persianas y cortinas



Entradas y salidas universales



Transmisor X10 Universal. SM10

El TRANSMISOR UNIVERSAL se puede configurar para ser activado por una conexión de bajo voltaje (6-18 Voltios, AC, DC o Audio) o por un cierre de contacto.



Receptor X10 Universal. UM7206

Receptor universal UM7206 que contiene un contacto sin tensión y una piezo sirena.



Correctores: acopladores, repetidores y filtros

□ Acoplador de fases

- Para instalaciones trifásicas: el acoplador de fases acopla señales X-10 PLC que entran por una de las fases a las demás dos fases

□ Repetidor de señal X10

- Amplifica la señal de todos los comandos X-10 hasta el valor máximo.

□ Filtros

- Para filtrar interferencias producidas por equipos como televisores, fotocopiadoras, motores, etc.
- Para evitar la absorción de señales X-10 por determinados aparatos conectados a la red.
- Para evitar que las señales entren o salgan de la casa, colocados en la acometida.



Módulos RF X-10



Mando RF 4 canales. KR22

El MINIMANDO KR22 envía señales de radiofrecuencia a cualquier receptor RF de X-10, ya sea el RECEPTOR RF / MA, una consola de seguridad X-10 o al MAXICONTROLADOR TELEFONICO



Mando Universal Multimedia táctil RF+IR URTSRF con funciones X10

Con un solo mando tendrá un control total sobre su entorno, con la ventaja de utilizar su pantalla LCD táctil para el control simplificado de las funciones.

Detector de movimiento inalámbrico con sensor de luminosidad incorporado. MS13

Detector de movimiento inalámbrico con memoria.



Módulo X10 para encender-apagar 1 aparato-lámpara de enchufe con receptor para mandos a distancia. TM13

Receptor de RF desde mandos X-10. El receptor recoge las señales desde cualquier mando remoto de radio frecuencia de X-10, convirtiéndolas en señal portadora de X-10



Interruptor X10 de superficie inalámbrico y ultrafino SS13

Tiene tres pulsadores y un botón para atenuar o dar más intensidad a los módulos de lámpara.



Interruptor X10 inalámbrico ultrafino SS11

Interruptor adhesivo X-10 ultrafino.



Pantalla táctil EasyTouch Panel de 10 pulgadas para el manejo de todos sus módulos X-10

Maneje todas sus lámparas y aparatos inalámbricamente con esta pantalla táctil.



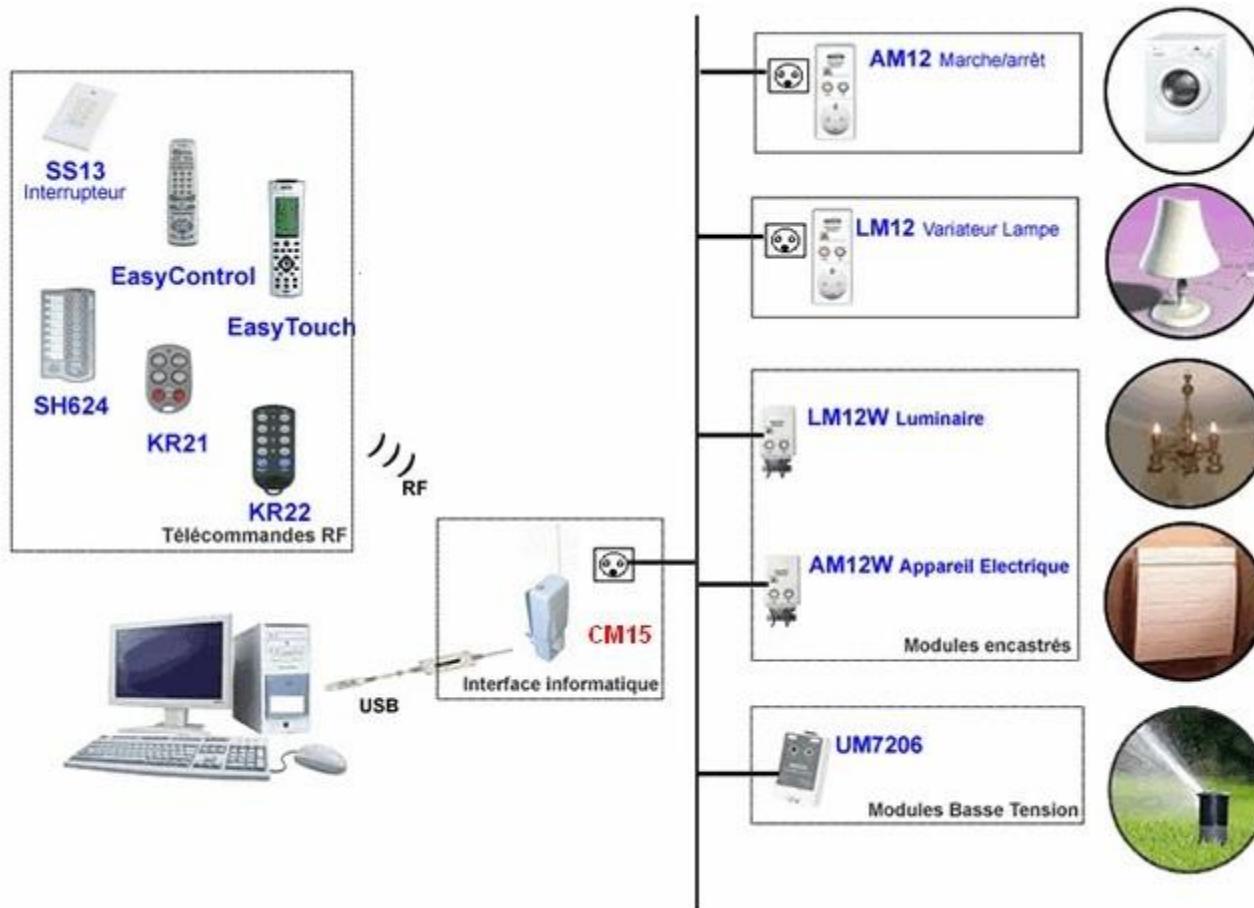
Interfaz de Ordenador para Programaciones X10 CM15Pro incluyendo Software ActiveHome Pro

CM15Pro™ Interfaz de Ordenador Programable

Controladores programables e interfaces PC

- Dispositivos que se usan para programar, temporizar y como Unidades de Control.
- Ejemplo: Marmitek CM15Pro™:
 - Interfaz USB-X10 para ordenador
 - Programable
 - Incluye el software ActiveHomePro
 - Incluye transceptor X10 RF
 - Es la interfaz para software de terceros, se usa en diversas plataformas y paquetes de software: Magiesta Versión demo, Homeseer para Windows; Indigo para Mac; MisterHouse; X10 Commander para iOS / Android





Otros controladores y pasarelas

□ Pasarela IP

- Ejemplo: TIP10RF de Marmitek
 - *Interfaz entre un smartphone o una tableta, para controlar los dispositivos X10.*
 - *Se conecta directamente al router ethernet de la red de datos.*
 - *Programas para Android y para iPhone*



□ Panel de control táctil

- Ejemplo: EasyTouch Panel10 de Marmitek
 - *10"/25cm, inalámbrico X-10 RF, personalizable*



□ Mandos a distancia X-10 RF

- De seguridad, universales, de bolsillo...



Interfaz X-10 de programación y medida

- Envío y recepción de comandos.
- Medición del nivel de señal y ruido de mensajes entrantes.
- Medición de la impedancia de la red eléctrica.
- Envío de mensajes con nivel de transmisión ajustable
- Acceso a los mensajes recibidos y enviados con análisis de errores.
- Información de diagnóstico de la red
- Programación automática de módulos
- Medición de validación de red con informe sobre las entregas fiables de nuevas instalaciones.





Módulo Transmisor conversor de señal X10 a señal IR (infrarrojos). X10-IR

Módulo que convierte comandos X10 en comandos IR, y los transmite para controlar dispositivos IR



Pasarela IP Insteon para control remoto compatible con X10. Hub PLM Ethernet / SmartLinc

El nuevo Hub INSTEON es el puente entre su casa, el smartphone y la tablet. Ahora usted puede controlar su casa desde donde quiera. Esto sin necesidad de PC.



Sirena X10. PH7208

Sirena adicional de gran alcance para sistemas SafeGuard, Totalguard y Protector.



Control telefónico GSM para calefacción, apertura de puertas, alarmas y domótica X10

YA DISPONIBLE UNA APLICACIÓN GRATUITA PARA ANDROID. LA PUEDES ENCONTRAR EN TU PLAY STORE CON EL NOMBRE DE CONTROLSMS. EL AMS 51G es un dispositivo de telecontrol vía GSM, que permite el control de relés y equipos domóticos X10, así como detección de diferentes alarmas.



Kit de Seguridad SafeGuard

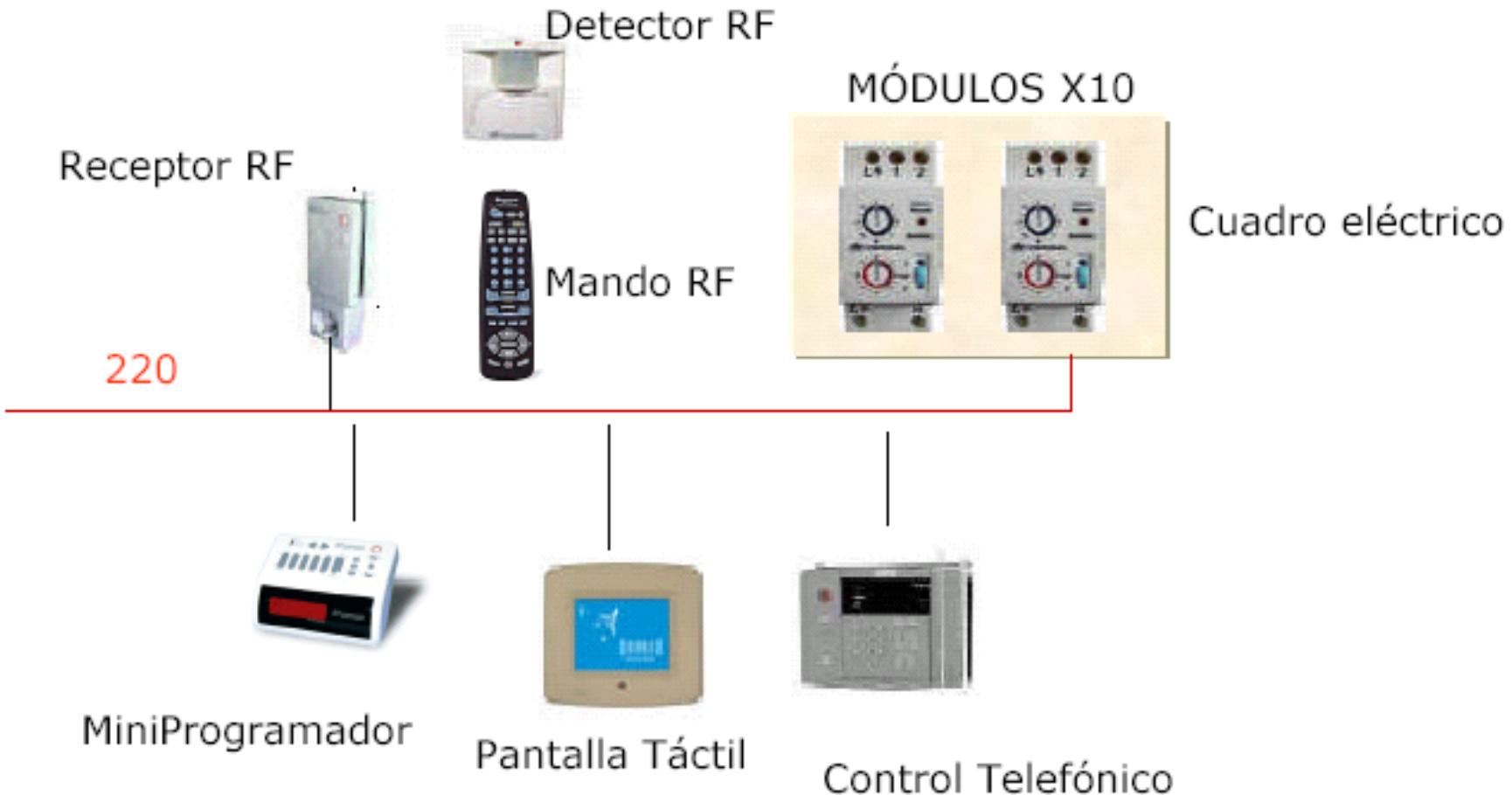
Protección segura para su casa.



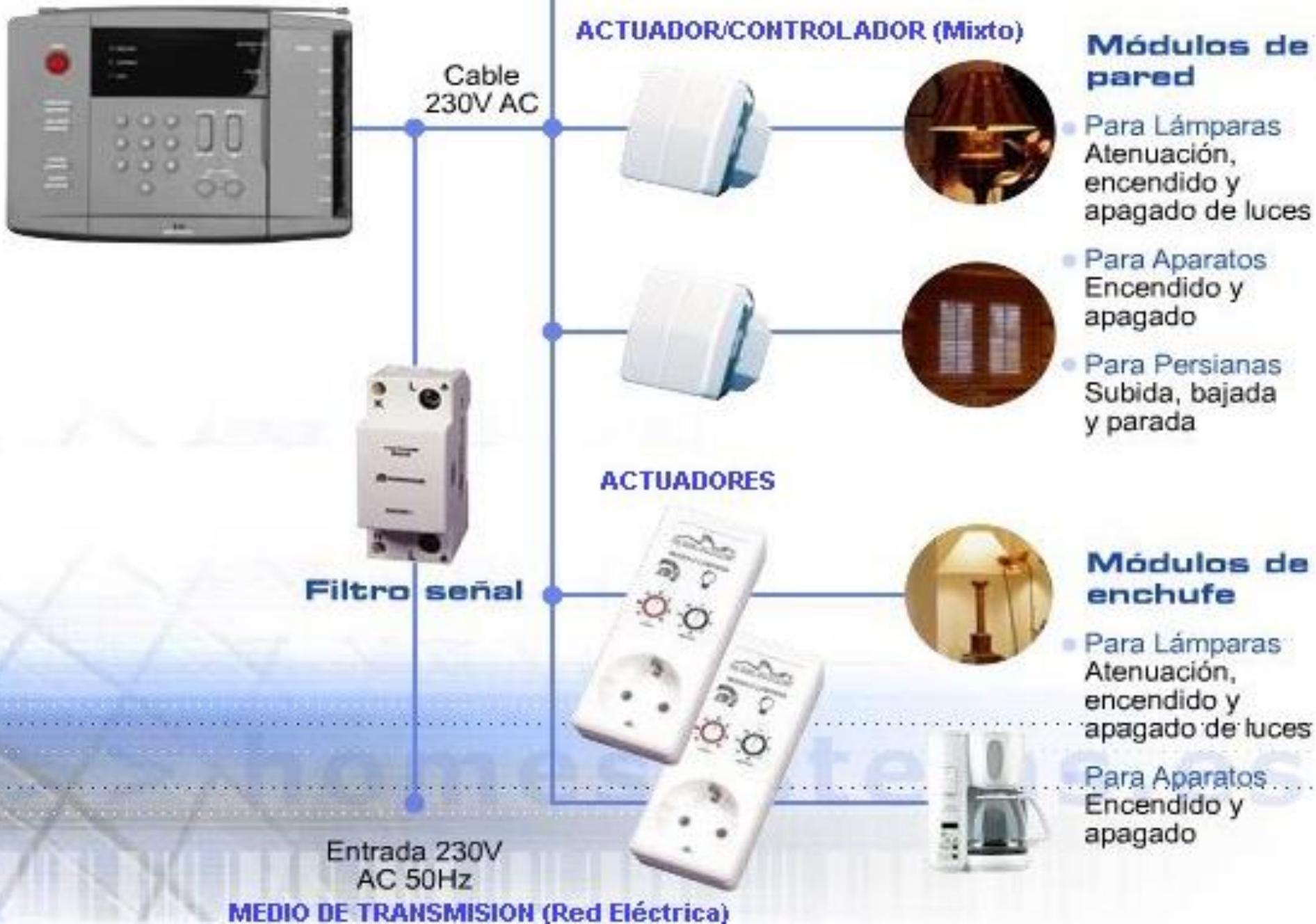
Consola de Seguridad-Alarma ProGuard 800 GSM Estandar

El kit se compone de 5 piezas incluida la consola de seguridad Proguard800, DS831 Sensor de puertas/ventanas, 2 detectores de movimiento MS845, y control remoto KR814.

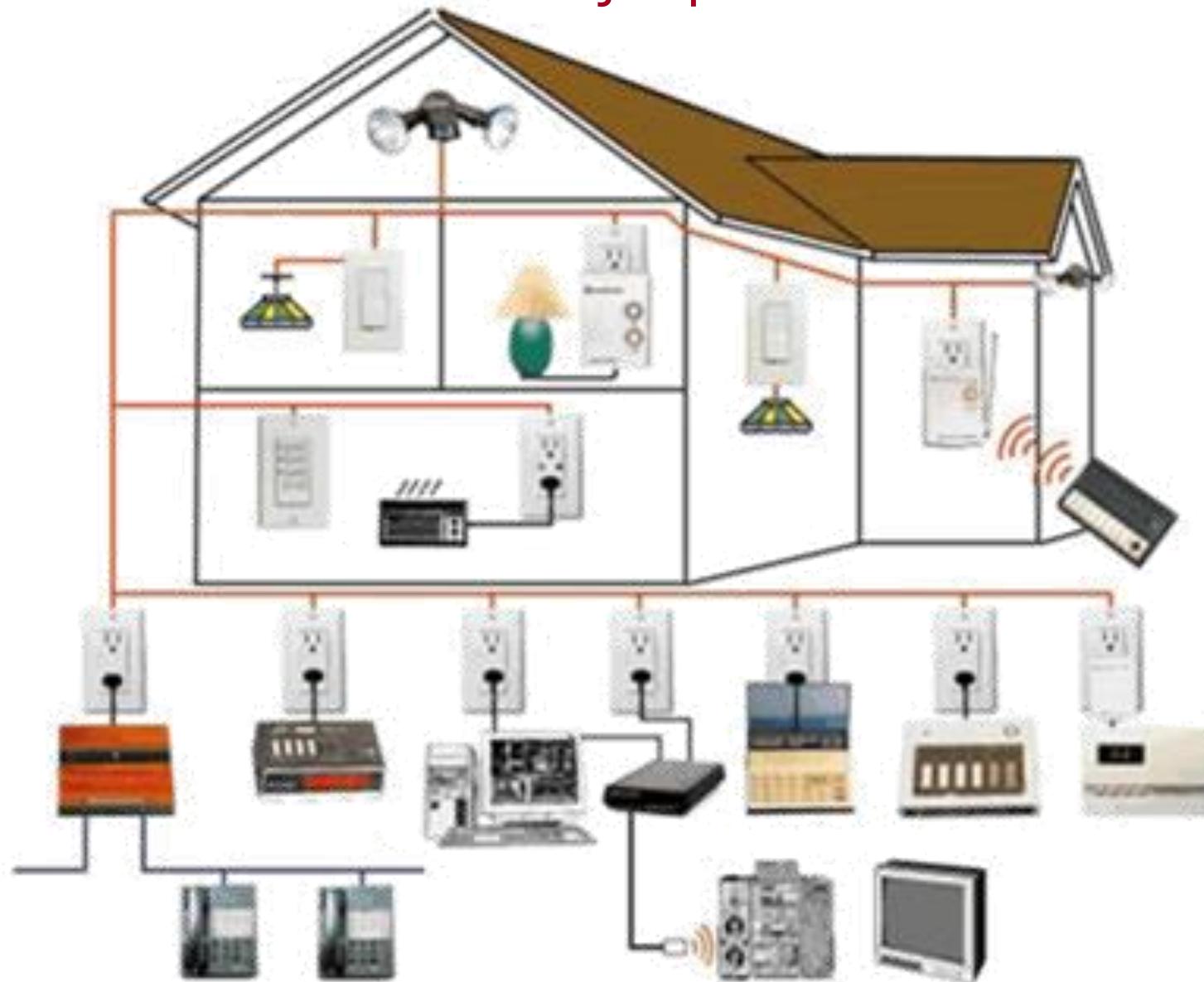
Ejemplo de instalación X10

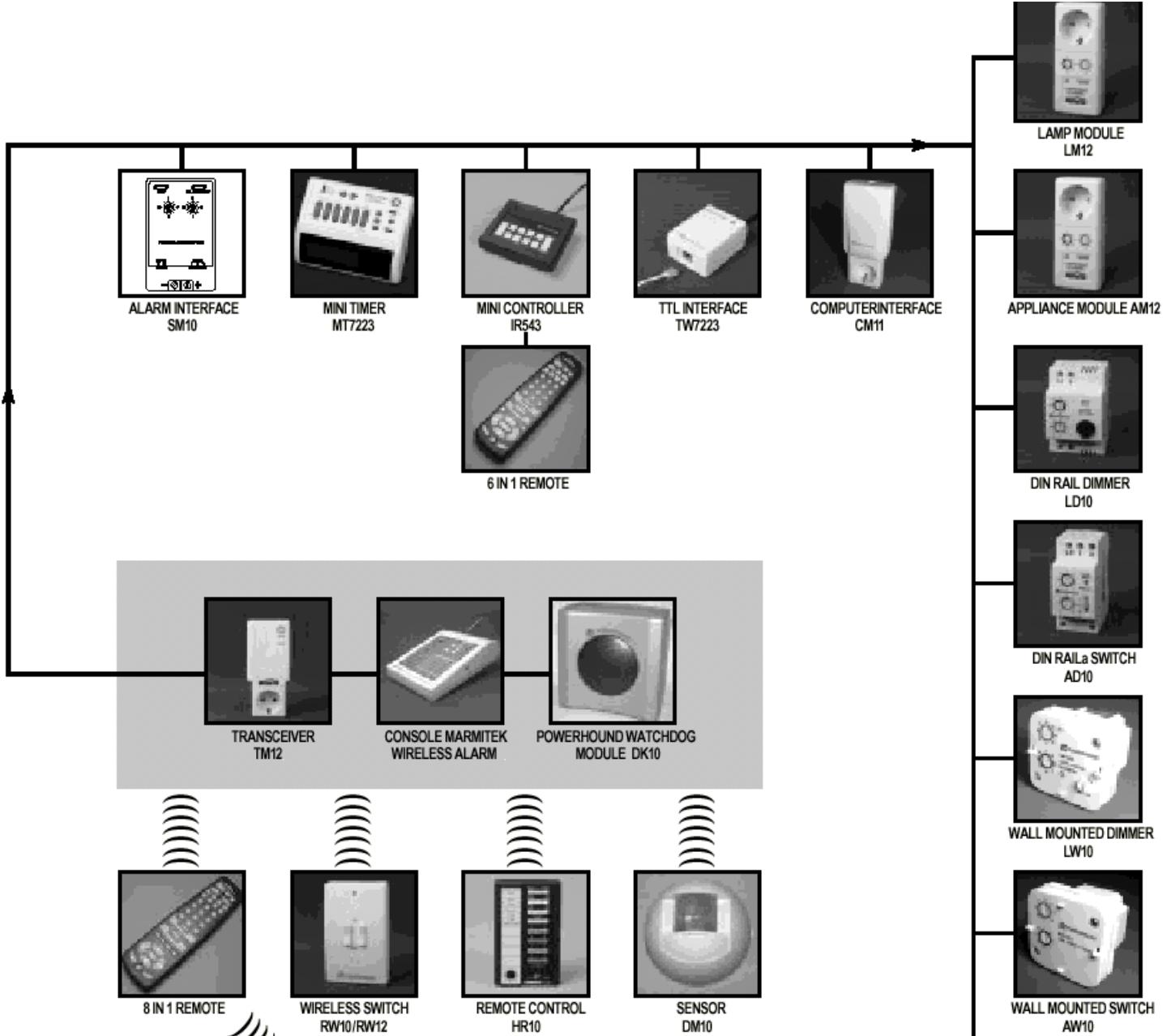


Controlador X-10



Más ejemplos



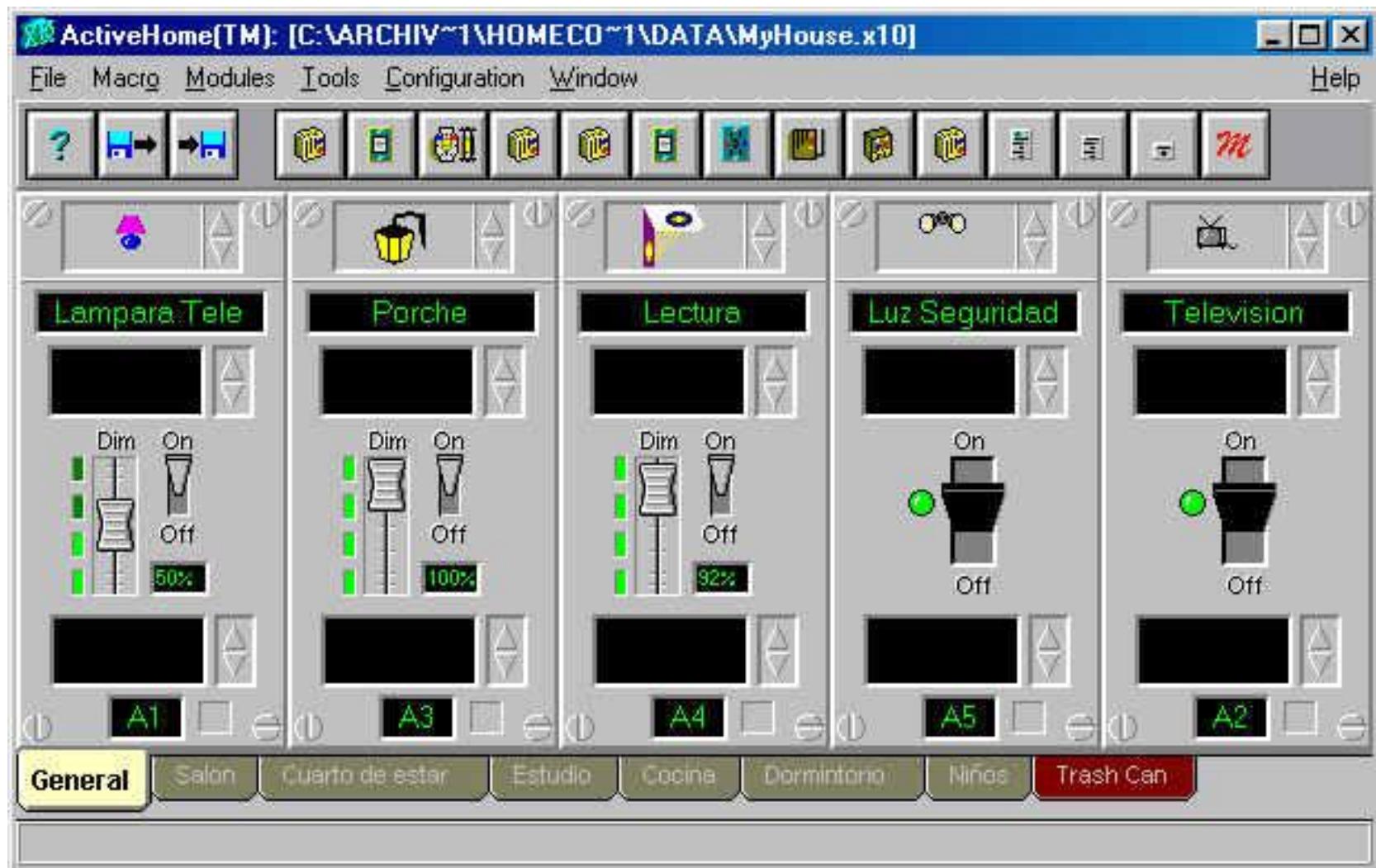


Módulos X10



ActiveHome

Software de configuración X10



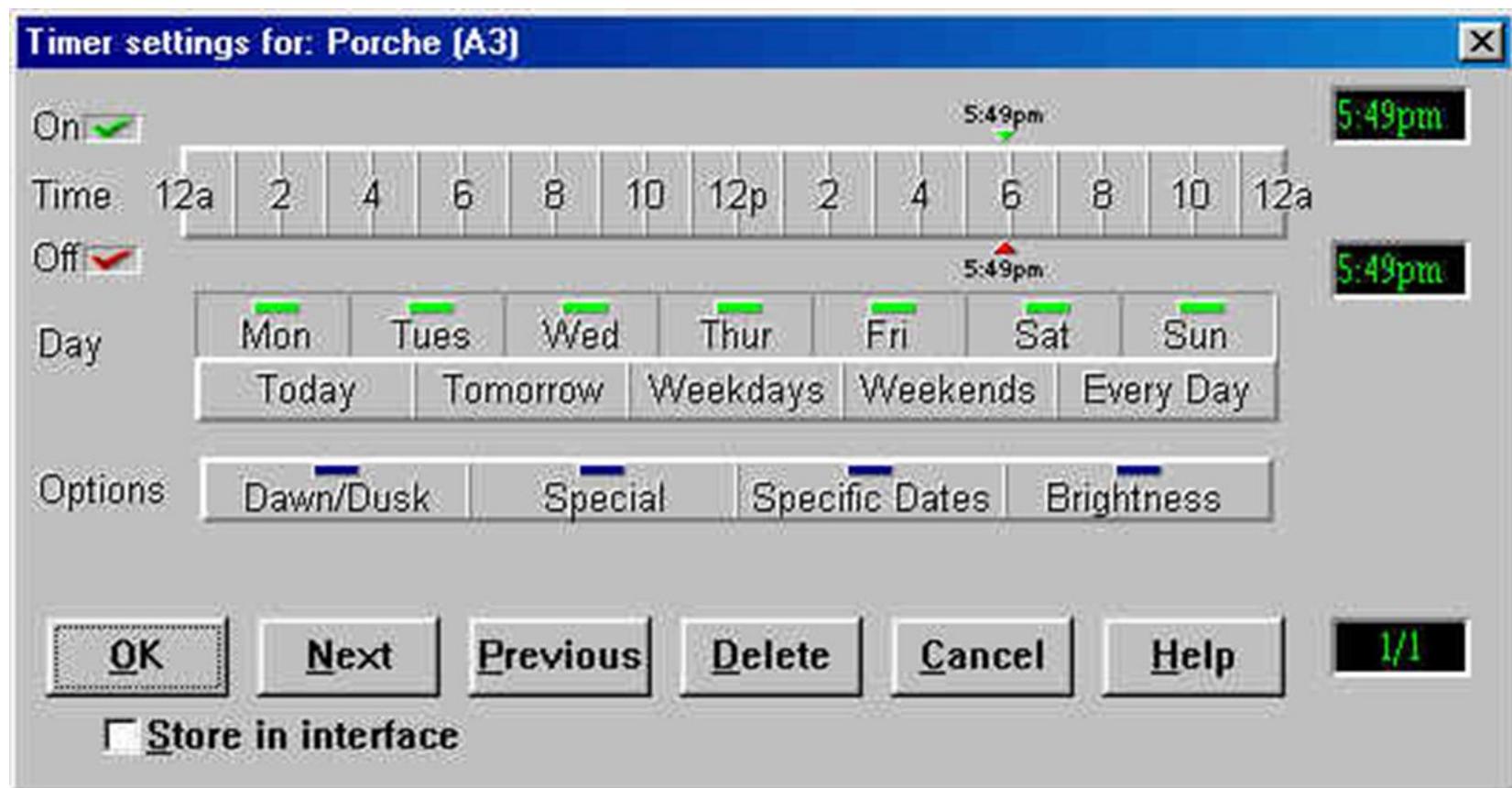
Interfaz RS232 para X10



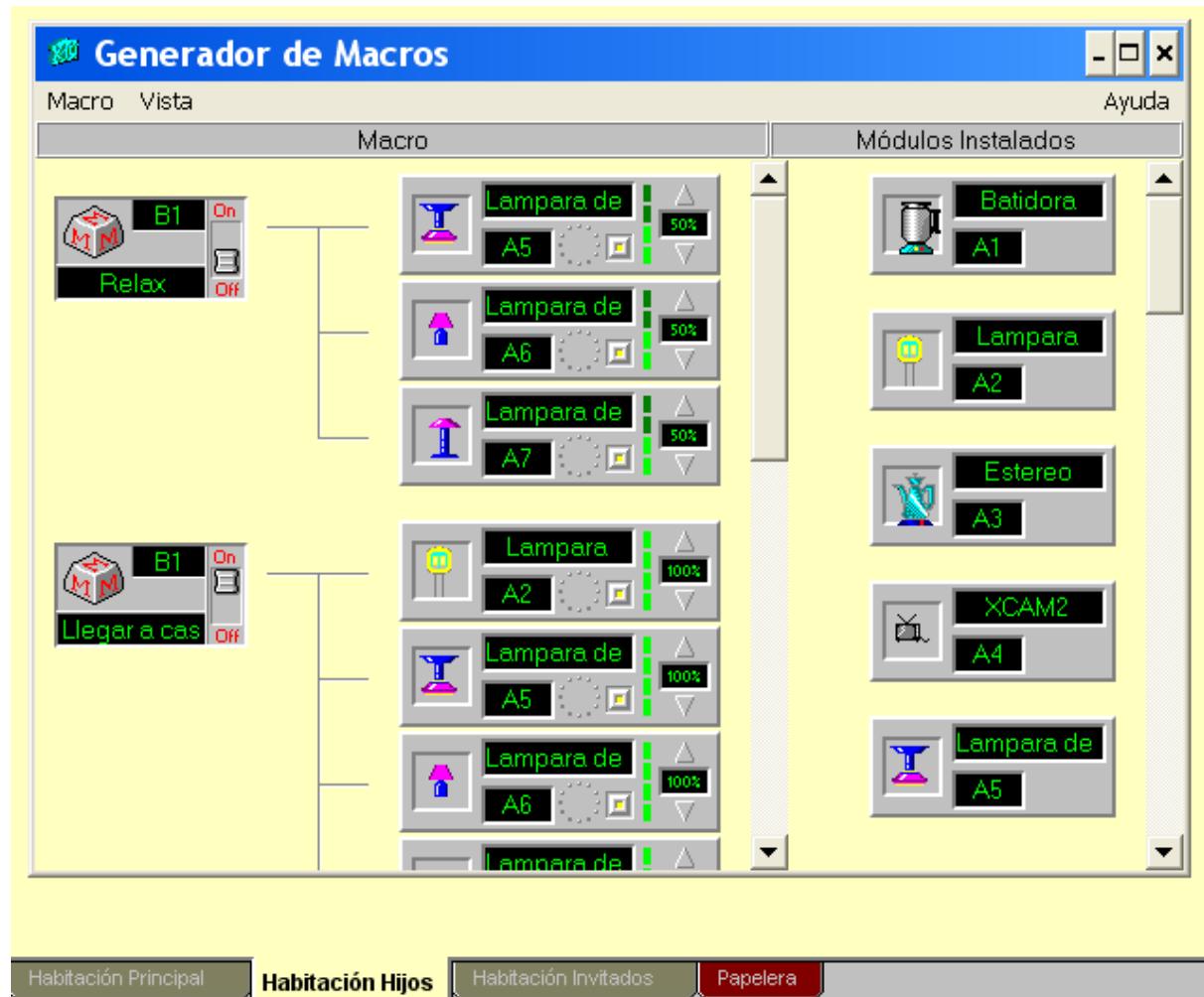
Funciones del software ActiveHome

- Definir Macros
 - Por ejemplo, una Macro de "Bienvenido a casa" encendería la luz del porche, la luz del salón y el equipo de música. Una macro "Buenas Noches" apagaría todas las luces del interior y el equipo de música, dejando encendidas las luces del exterior.
- Crear Programaciones de Eventos (temporizadores)
 - Que se ejecuten automáticamente, progr. diaria, semanal,....
- Definir Programaciones de Seguridad
 - Que permitan simular presencia en la vivienda, encendiendo y apagando luces y aparatos a las horas que se indiquen.
- Supervisar
 - Qué módulos X-10 están instalados en la vivienda
 - Qué eventos han sucedido, y las macros configuradas.
- Imprimir etiquetas de diversos tipos de Controladores X-10
 - Para recordar qué controla cada botón, con nombres correspondientes a los nombres usados; por ejemplo, "Lámpara de mesa", "Programador de riego", etc.

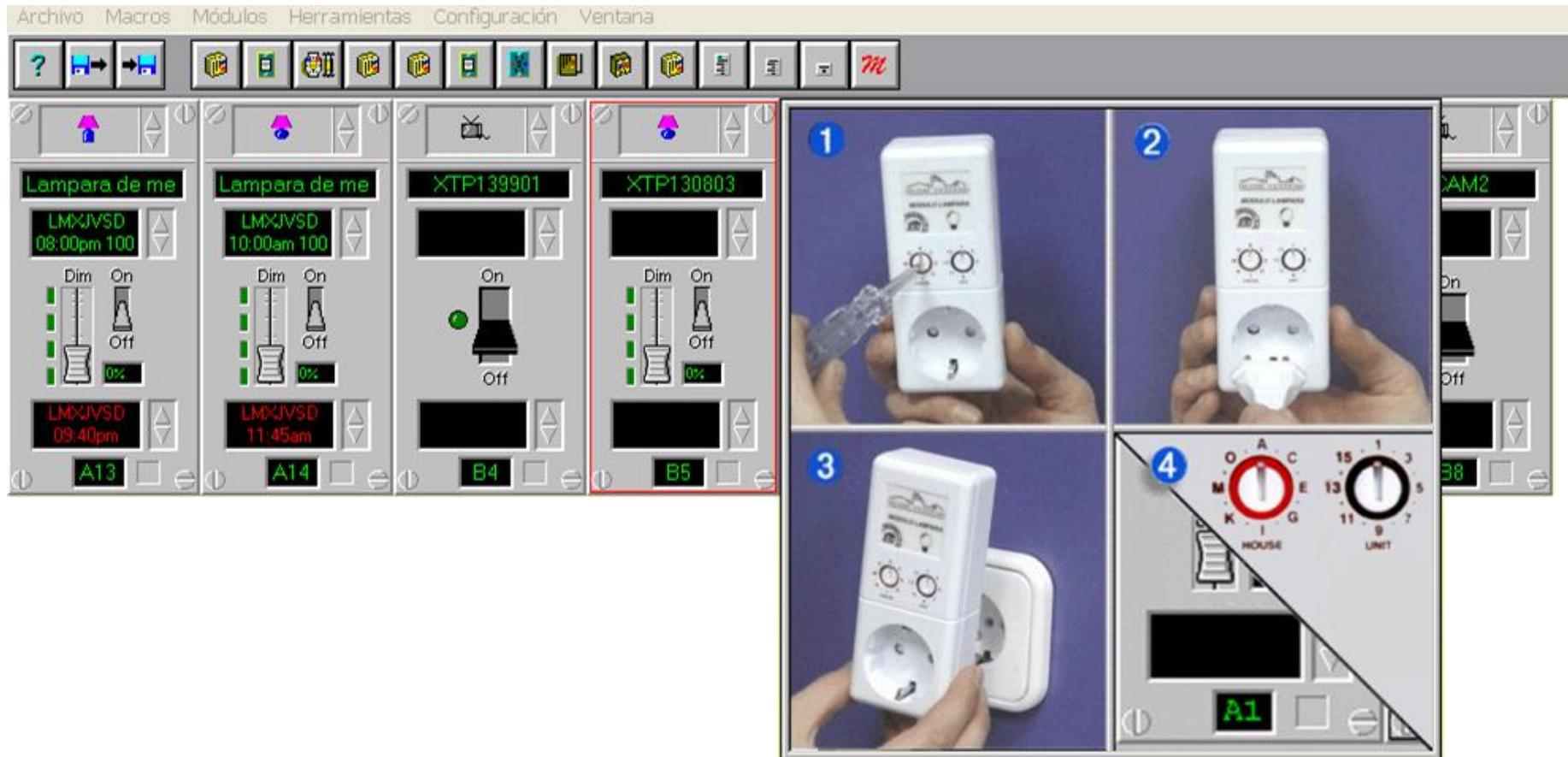
Programación horaria con ActiveHome



Generador de macros para escenas de iluminación



Instrucciones de instalación para cada módulo



Kit X10



KNX (Konnex)

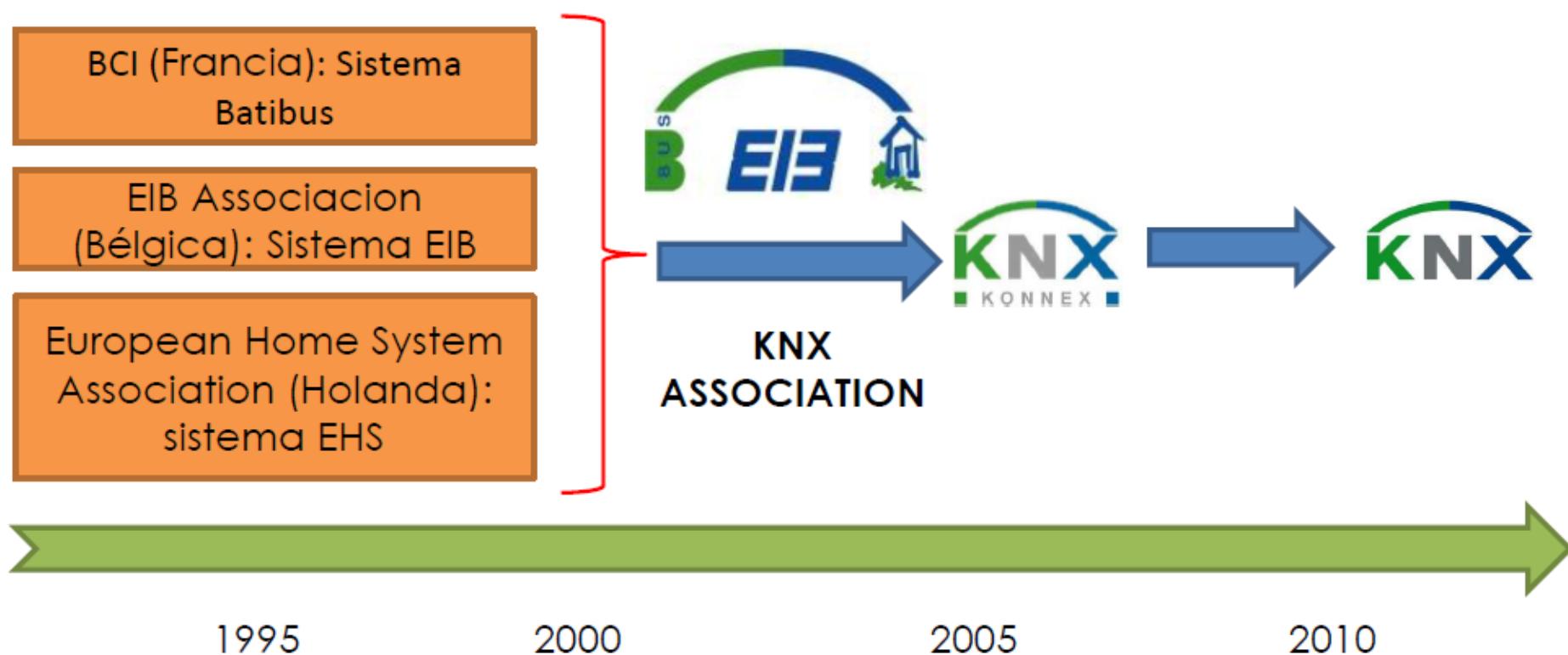
KNX

- Europa, convergencia entre BatiBUS, EIB y EHS.
 - Distintos medios, topologías y protocolos, no compatibles entre sí.
- 1996: las asociaciones de BatiBUS, EIB y EHS se unen con el objetivo de crear un único estándar europeo para la automatización de viviendas y oficinas:
 - Abierto
 - Interoperable.
 - Diversas configuraciones y redes de comunicación.
- 2002: primera versión de las especificaciones de KNX
- Asociación KNX



Origen de KNX

- KNX Association fue fundada en 1999 como fusión de tres asociaciones europeas de aplicaciones domóticas:



EIB



- La EIBA (EIB Association) es una asociación de más de 100 empresas europeas, que se asociaron en 1990 para impulsar el uso e implantación del sistema domótico EIB.
- El European Installation Bus o EIB se desarrolló bajo los auspicios de la Unión Europea para contrarrestar las importaciones de productos similares que se estaban produciendo desde el mercado japonés y el norteamericano.
- El objetivo es comunicar todos los dispositivos de una instalación eléctrica como: contadores, equipos de climatización, de seguridad, de gestión energética y los electrodomésticos.

BatiBUS

- ❑ BatiBUS fue desarrollado por la empresa francesa Merlin Guerin.
- ❑ Se utiliza par trenzado, pudiendo transmitir hasta 4800 bps.
- ❑ El sistema puede controlar hasta 500 puntos de control.
- ❑ Al igual que los dispositivos X10, todos los dispositivos BatiBUS disponen de micro-interruptores circulares o mini-teclados que permiten asignar una dirección física y lógica que identifica únicamente a cada dispositivo conectado al bus.
- ❑ La instalación del cable se puede hacer en diversas topologías: bus, estrella, anillo, árbol o cualquier combinación de estas.

EHS

- Surgió avalado por la Comisión Europea y apoyado compañías Europeas, con el fin estandarizar de los sistemas domóticos.
- Modular, expandible y configurable automáticamente. Administración distribuida.
- Comunicación a través de la instalación eléctrica de la vivienda.
- Varios niveles de direccionamiento.
 - 256 direcciones de terminales físicos en cada sección.
 - Uniendo secciones mediante routers se puede llegar a millones de direcciones.
- Cada unidad puede contener una o varias subunidades:
 - **Routers**, para unir distintas secciones de un mismo medio.
 - **Controladores de medio**, para la asignación dinámica de dirección.
 - **Controladores de aplicación**, para gestionar aplicaciones individuales
 - **Dispositivos complejos**, para gestionar un sensor o actuador concreto.

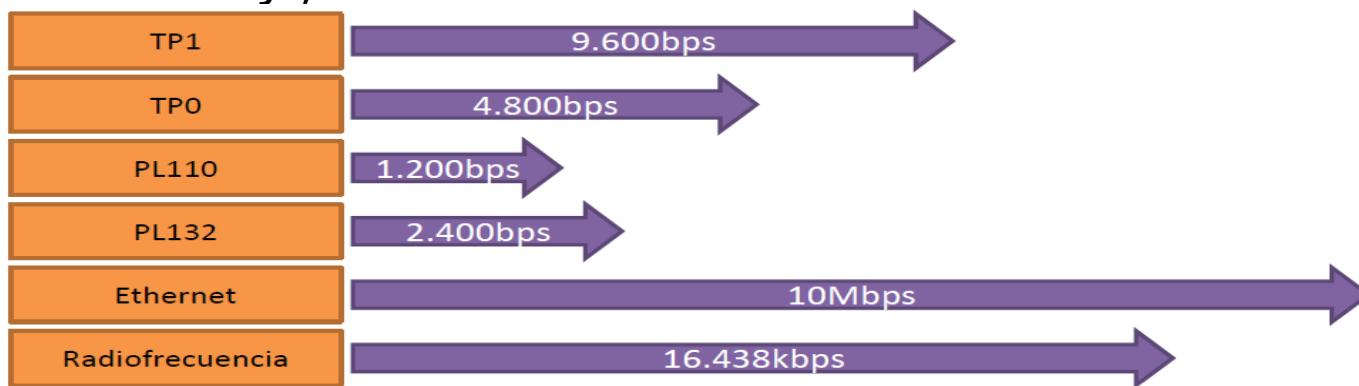
Normas

- Normas Europeas
 - CENELEC EN 50090
 - CEN EN 13321-1
- Norma Internacional
 - ISO/IEC 14543-3
- Norma China
 - GB/Z 20965



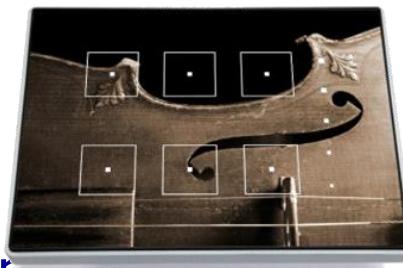
Medios de transmisión de KNX

- KNX.TP: par trenzado. Datos + alimentación .
 - TP1: aprovechando la norma EIB equivalente.
 - TP0: aprovechando la norma EHS equivalente.
- KNX.PL: a través de la red eléctrica (ondas portadoras)
 - PL110: aprovechando la norma EIB equivalente.
 - PL132: aprovechando la norma EHS equivalente.
- KNX.net: Ethernet a 10 Mbps
 - Aprovechando la norma EIB.net
- KNX.RF: radiofrecuencia
 - Aprovechando la norma EIB.RF
- KNX.IR: Infrarrojo, mandos a distancia



KNX

- Tipos de elementos KNX
 - Actuadores
 - Sensores
 - Pasarelas
 - Acopladores, Fuer... , ...
- Configuración: programa ETS5

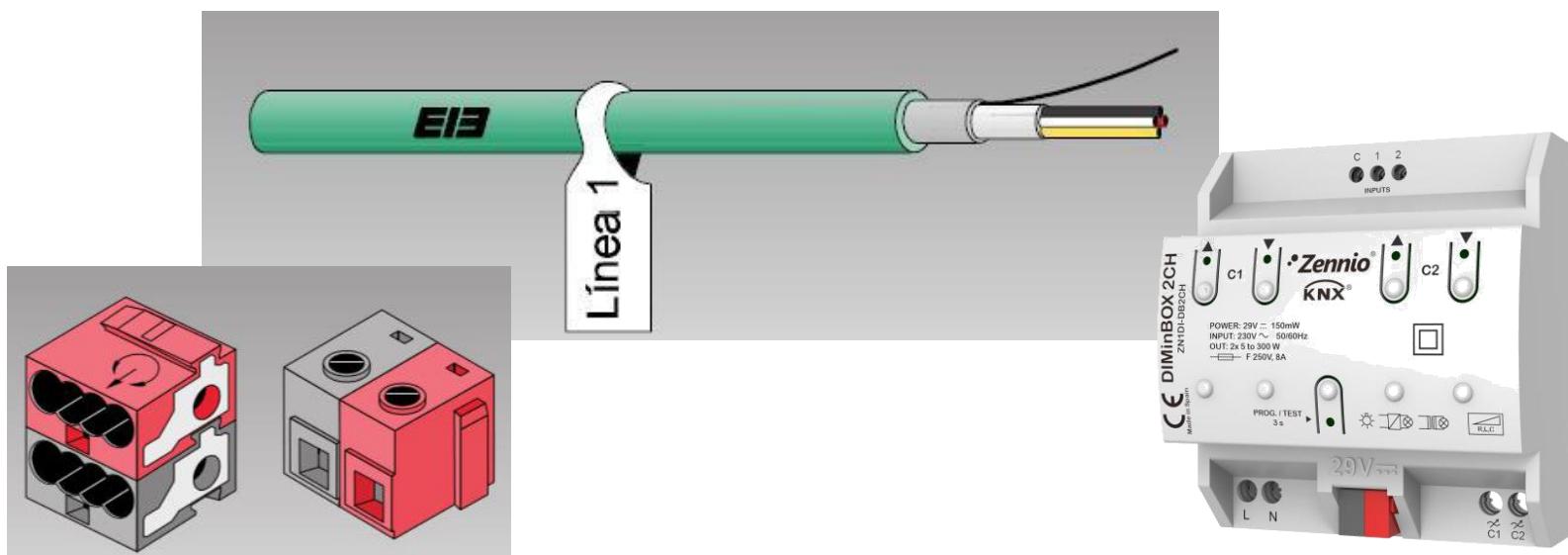
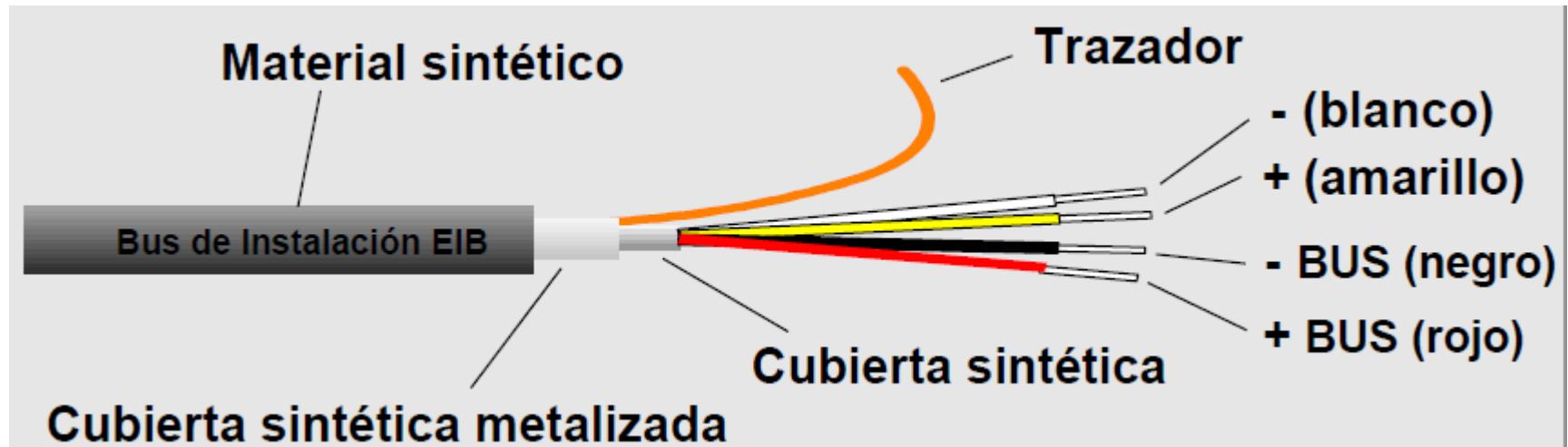


5 PROFESSIONAL
SETS

Modos básicos de configuración de KNX

- S.mode (System mode)
 - usa la misma filosofía que el EIB; los nodos de la nueva instalación son instalados y configurados con ayuda de software de configuración específico. En la web de KNX está disponible ETS4/ETS5.
- E.mode (Easy mode)
 - en la configuración sencilla los dispositivos son programados en fábrica para realizar una función concreta. Aun así deben ser configurados algunos detalles en la instalación, ya sea con el uso de un controlador central (como una pasarela residencial o similar) o mediante microinterruptores alojados en el mismo dispositivo (similar a muchos dispositivos X10 que hay en el mercado).
- A.mode (Automatic mode)
 - en la configuración automática (plug and play) ni el instalador ni el usuario final tienen que configurar el dispositivo. Este modo está especialmente indicado para ser usado en electrodomésticos, equipos de entretenimiento (consolas, set-top boxes, HiFi, ...) y proveedores de servicios.

KNX TP1 (par trenzado equivalente a la norma EIB)

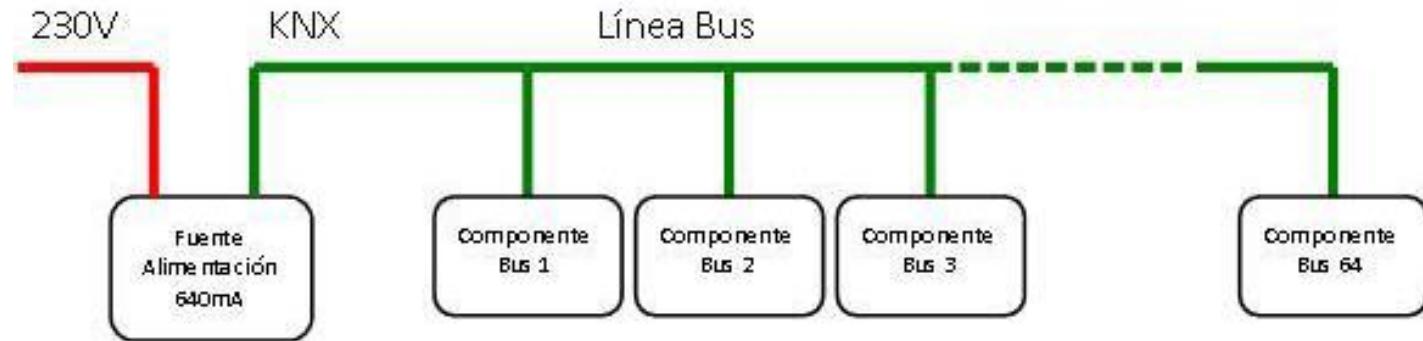


Características de KNX.TP (par trenzado TP1)

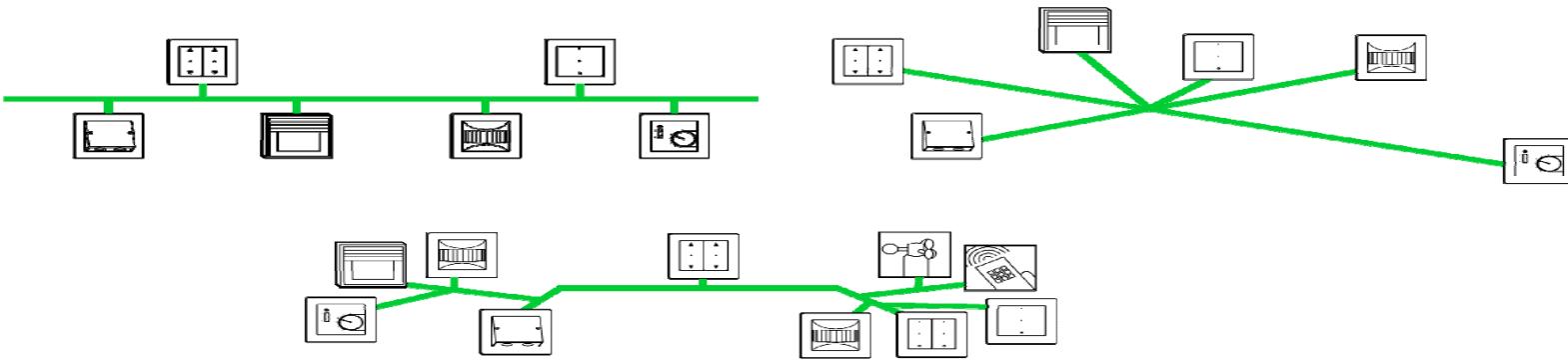
- Se comunican todos los dispositivos a 9.600 bps.
- La alimentación de 29 Vdc se suministra a los componentes del bus a través de los propios hilos conductores de éste.
- Tiene una arquitectura descentralizada.
 - Se define una relación punto a punto entre dispositivos, lo que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda.
 - Todos los componentes disponen de un microcontrolador propio.
 - No es necesario un puesto de control central.
- La red del KNX se estructura de forma jerárquica.
 - El bus se adapta al tamaño de la instalación
 - 255 componentes por línea, 15 líneas por zona y 15 zonas (más de 58.000 nodos).

Topología de TP1. Segmento de línea

- El segmento de línea es la unidad más pequeña del bus KNX
- Está compuesto por una fuente de alimentación KNX y un máximo de 64 componentes bus o aparatos.

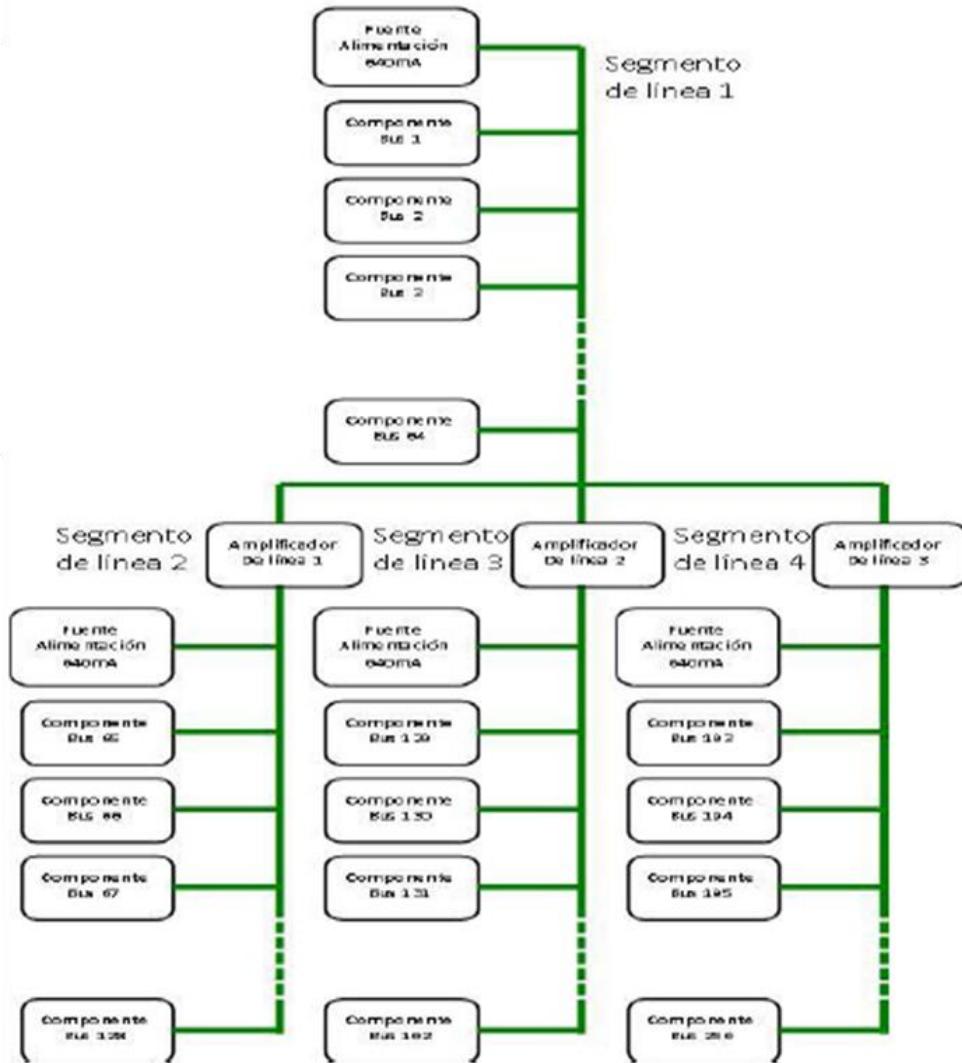


- La topología del segmento es libre: puede tener estructura lineal, estrella o ramificada.



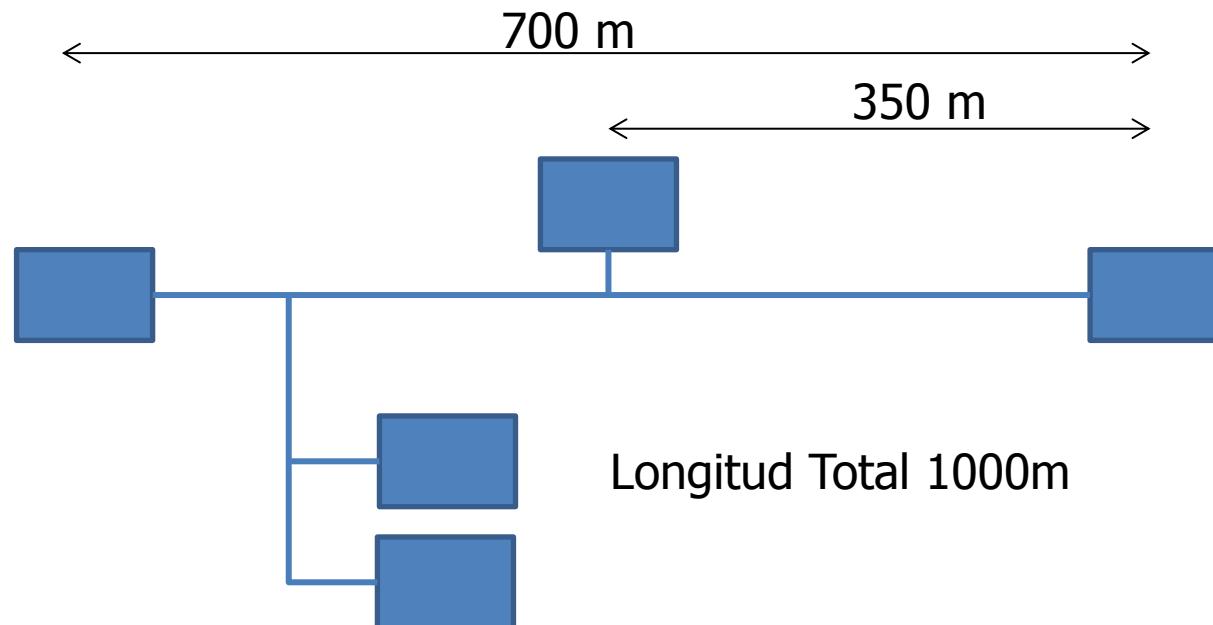
Topología de TP1. Línea

- Una línea puede disponer de hasta **cuatro segmentos de línea**
- Para dividir la línea en segmentos de línea se utilizan los **amplificadores de línea**.
- Cada uno de ellos dispondrá de su fuente de alimentación y un máximo de 64 componentes bus o aparatos.



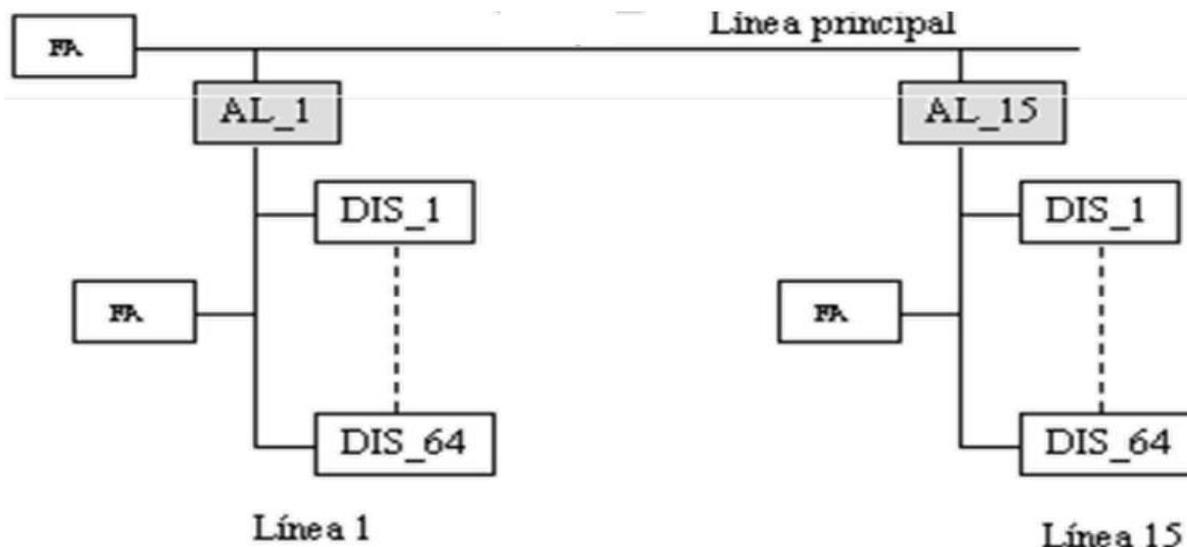
Topología de TP1. Longitudes de cable.

- Se deben respetar siempre las siguientes longitudes de cable:
 - Longitud total de una línea de bus < 1000 m.
 - Distancia entre la fuente de alimentación y un dispositivo < 350 m.
 - Distancia entre dos dispositivos < 700 m.
 - Distancia entre dos fuentes de alimentación dentro de una misma línea > 200 m.



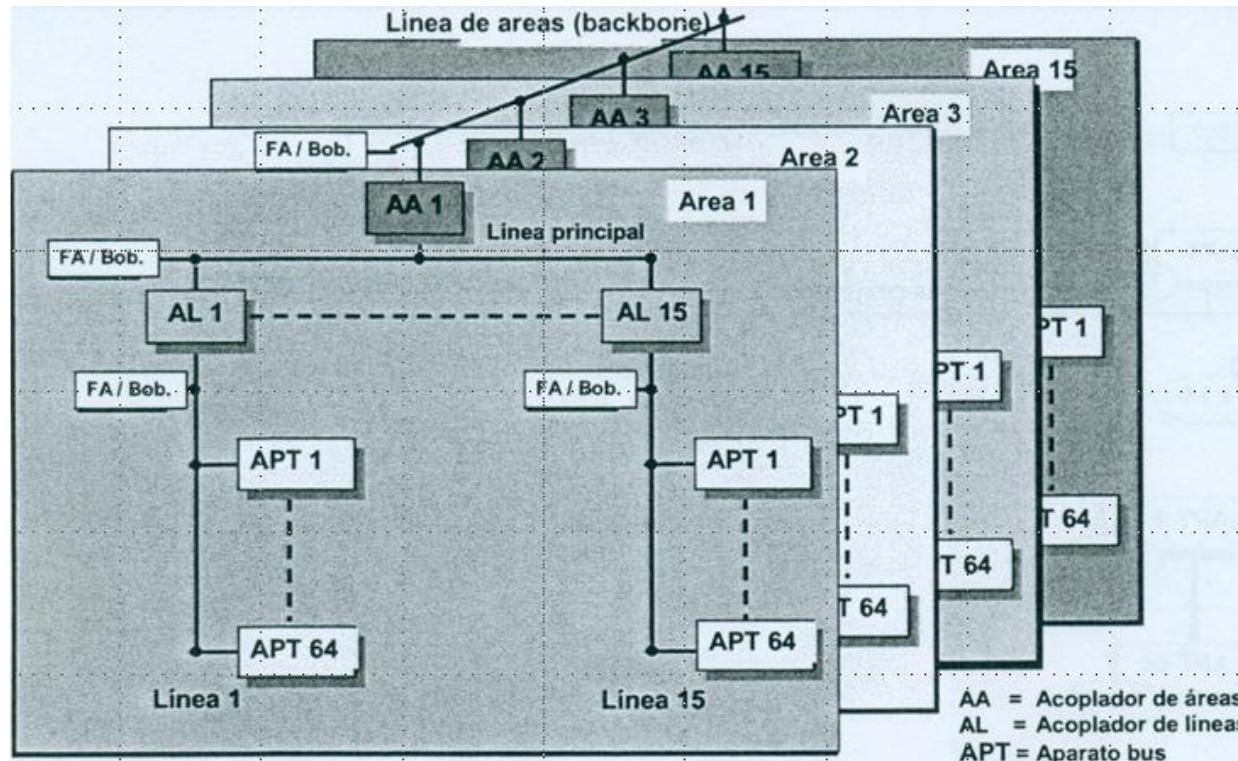
Topología de TP1. Área

- Las líneas se agrupan en áreas.
- El **área** se compone de una **línea principal** del cual cuelgan hasta 15 **líneas secundarias**.
- Cada una de las líneas secundarias se conecta con la línea principal mediante un dispositivo llamado **acoplador de línea**.
- La línea principal deberá tener su propia fuente de alimentación
- En la línea principal se pueden poner otros aparatos, hasta 64 incluyendo las líneas secundarias



Topología de TP1. Varias áreas

- A su vez se puede disponer de hasta 15 áreas unidas mediante una línea principal denominada backbone.
- Las áreas se conectan al backbone mediante acopladores de área.
- Como máximo se podrán conectar 58.159 dispositivos:
 - $((64*4-1)*15+(64-15))*15 + (64-15) = 58.159$

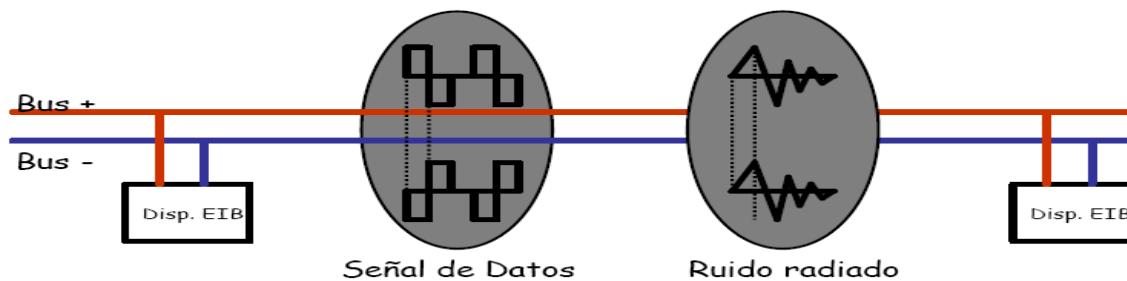
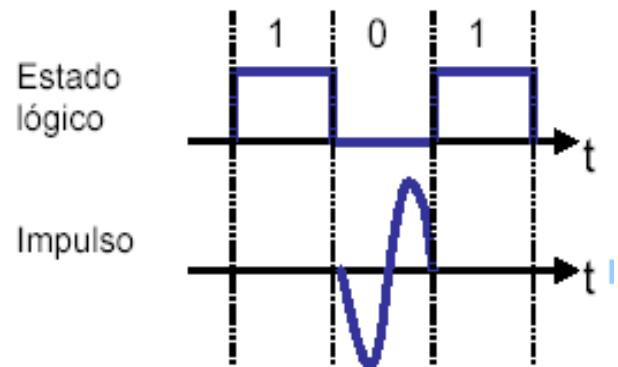


KNX TP1. COMUNICACIÓN

- La transmisión de señales se realiza a través de un par trenzado, cable bus, donde se conectan todos los dispositivos.
- Los datos se transmiten en serie. La información se empaqueta en forma de telegramas a través del bus.
- Cada receptor envía un acuse de recibo si la transmisión ha sido satisfactoria.
 - *Si este acuse no se recibe, se repite la transmisión hasta un máximo de tres veces.*
 - *En el caso de que el acuse continúe sin ser enviado, se interrumpe el proceso de transmisión y se notifica un error en la memoria del elemento transmisor.*
- Utiliza CSMA/CA (Acceso Múltiple por Detección de Portadora / con Evitación de Colisiones).

Nivel físico

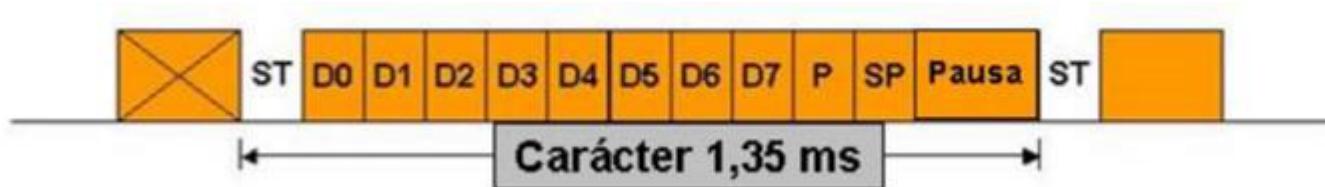
- En el bus podemos encontrarnos dos estados de comunicación:
 - Durante el estado lógico “1” no circula corriente.
 - Durante el estado lógico “0” circula corriente.
 - Los datos se transmiten en modo simétrico



Parámetros de la comunicación asíncrona

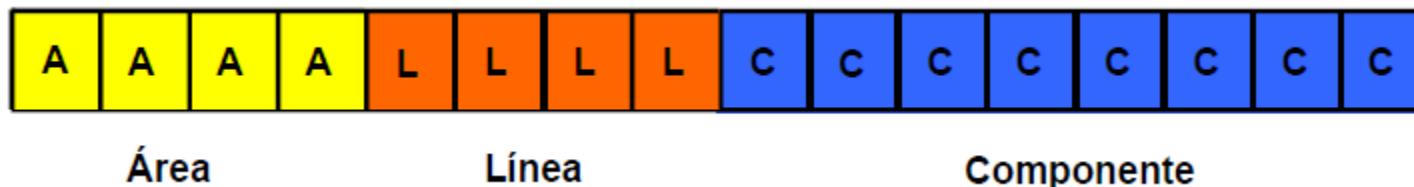
- 1 bit de inicio.
- 8 bit de datos.
- 1 bit de paridad par.
- 1 bit de parada.

- Velocidad: 9600 baudios



Direcciones físicas

- Cada dispositivo tiene un dirección física de 16 bits asociada que le identifica únicamente.
- La dirección de un dispositivo define la localización de éste en la red.
 - Cada dirección se divide en área, línea dentro del área, y número de dispositivo. Por ejemplo, la dirección 12.3.34 sería el componente que se encuentra en la zona 12, dentro de la zona 12 en la línea 3 y dentro de la línea 3 es el componente 34.
 - Si el área es el 0 el componente está en la línea de áreas.
 - Si la línea es el 0 el componente está en la línea principal.
 - Si el dispositivo es el 0 es un acoplador de línea o de área.



Direcciones de grupo

- Las direcciones de grupo (16 bits) son con las que los dispositivos trabajarán realmente. Los grupos los forman los objetos de grupo que se asocian para establecer funcionalidades.

2 niveles



3 niveles



P = Grupo principal
(p.e. dominio
funcional)

I = Grupo intermedio
(p.e. piso/habitación)

S = Subgrupo
(p.e. función)

Telegramas

- El intercambio de información entre dos dispositivos se consigue mediante el envío de telegramas.
 - Se espera que el bus esté desocupado por lo menos durante un periodo “t1 (50 Bit)”.
 - Se envía el telegrama y se espera un tiempo “t2 (13 Bit)” en que los aparatos que lo reciben envían un acuse de recibo (acknowledge o ACK).
 - Tiempo total del telegrama: entre 20 y 40ms.

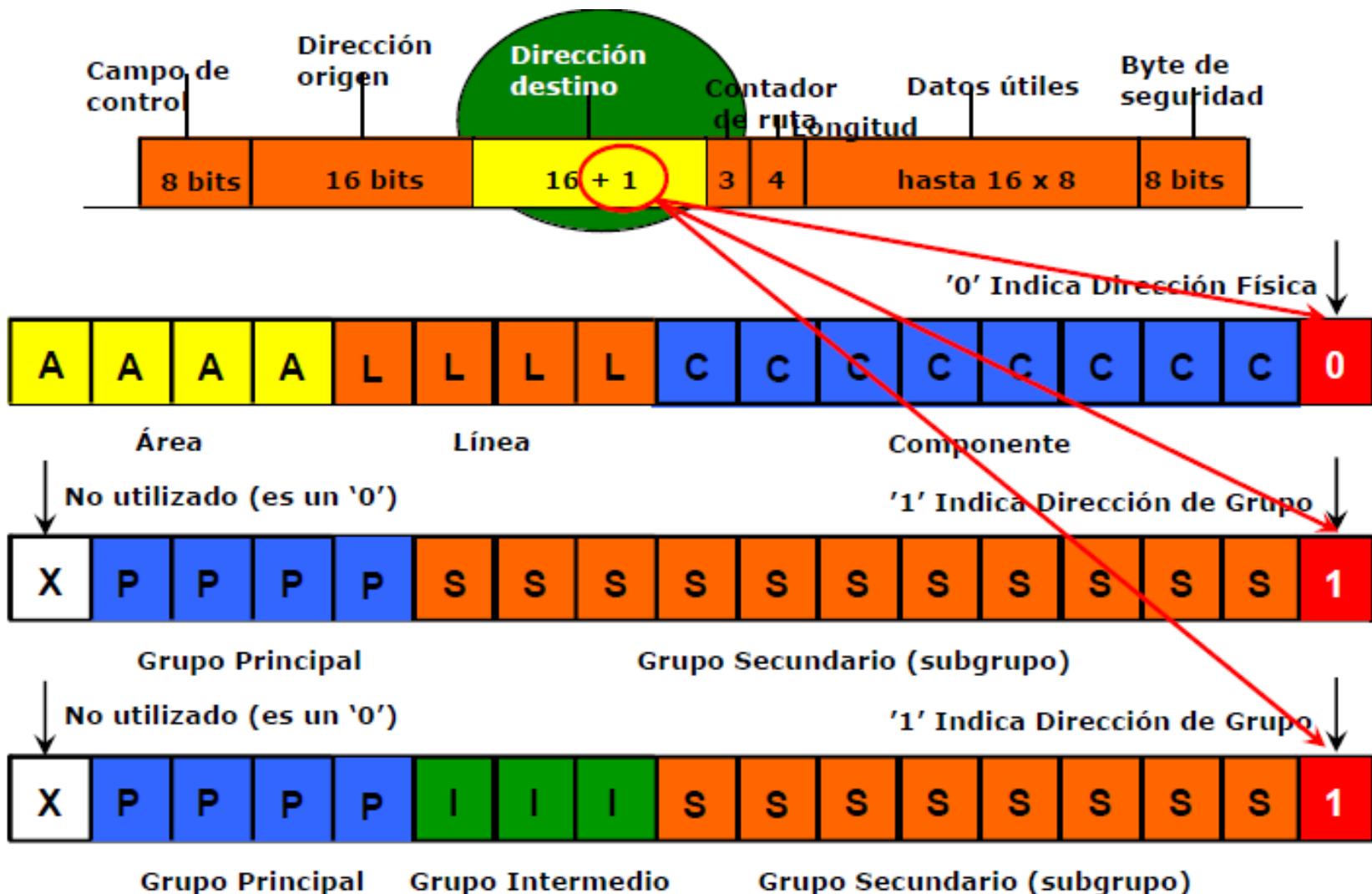


Formato de un telegrama

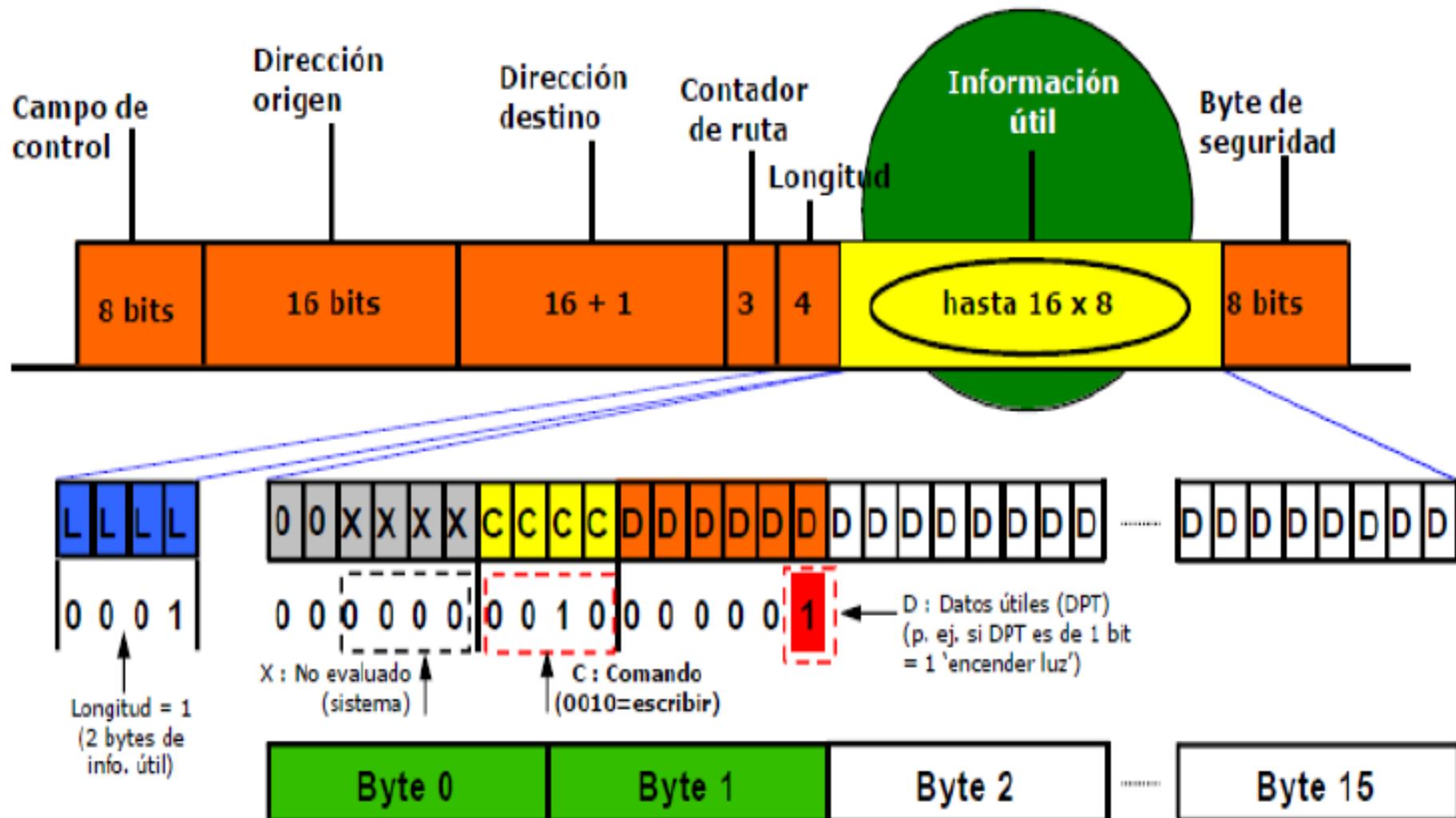
- Cada paquete datos se divide en los siguientes campos:
 - Control (8 bits): prioridad, repetición, etc.
 - Dirección física del emisor (16 bits).
 - Dirección del destinatario (16 bit +1 bit).
 - El "bit 17" indica si es una dirección física (0) un una dirección de grupo (1).
 - Contador (3 bits) (funciones de enrutamiento).
 - Longitud del LSDU. (4 bits)
 - LSDU (Link Service Data Unit): información a ser transmitida (hasta 16x8 bits).
 - Byte de comprobación (8 bits): paridad impar longitudinal.

Control	Dirección emisor	Dirección destinatario	Contador	Longitud	Datos	CRC
8 bits	16 bits	16+1 bits	3	4	Hasta 16*8 bits	8 bits

Dirección del destinatario



LSDU (Link Service Data Unit): información transmitida



Comandos EIB

EIS (EIB Interworking Standard).

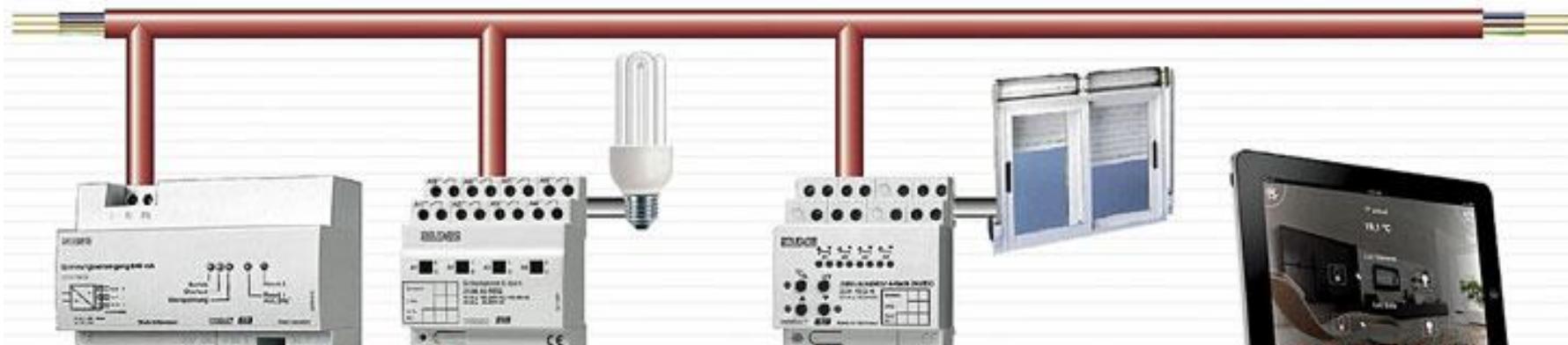
NºEIS	Función EIB	Nº bit	Descripción
EIS 1	Interruptor	1 bit	Encendido/apagado, habilitar/deshabilitar, alarma/no alarma, verdadero/falso.
EIS 2	Regulación	4 bit	Se puede utilizar de 3 formas, como interruptor, como valor relativo y como valor absoluto.
EIS 3	Hora	3 bytes	Día de la semana, hora, minutos y segundos.
EIS 4	Fecha	3 bytes	dia, mes, año (el margen es desde 1990 a 2089).
EIS 5	Valor	2 bytes	Para enviar valores físicos con representación.
EIS 6	Escala	8 bit	Se utiliza para enviar valores relativos con una resolución de 8bit.
EIS 7	Control motores	1 bit	Tiene dos usos: mover, arriba/abajo o extender/retraer y paso a paso.
EIS 8	Prioridad	1 bit	Se utiliza en conjunción con EIS 1 ó EIS 7.
EIS 9	Coma flotante	4 bytes	Codifica un valor en coma flotante según el formato definido por el IEEE 754
EIS 10	Contador 16bit	2 bytes	Representa valores de un contador de 16bit.
EIS 11	Contador 32bit	4 bytes	Representa valores de un contador de 32bit.
EIS 12	Acceso	4 bytes	Se usa para conceder accesos a distintas funciones.
EIS 13	Carácter ASCII	8 bit	Codifica según el formato ASCII
EIS 14	Contador 8bit	8 bit	Representa los valores de un contador de 8bit.
EIS 15	Cadena	14 bytes	Transmite una cadena de caracteres ASCII de hasta 14 bytes.]

Algunos módulos KNX



Ejemplos de instalación

Línea de fuerza



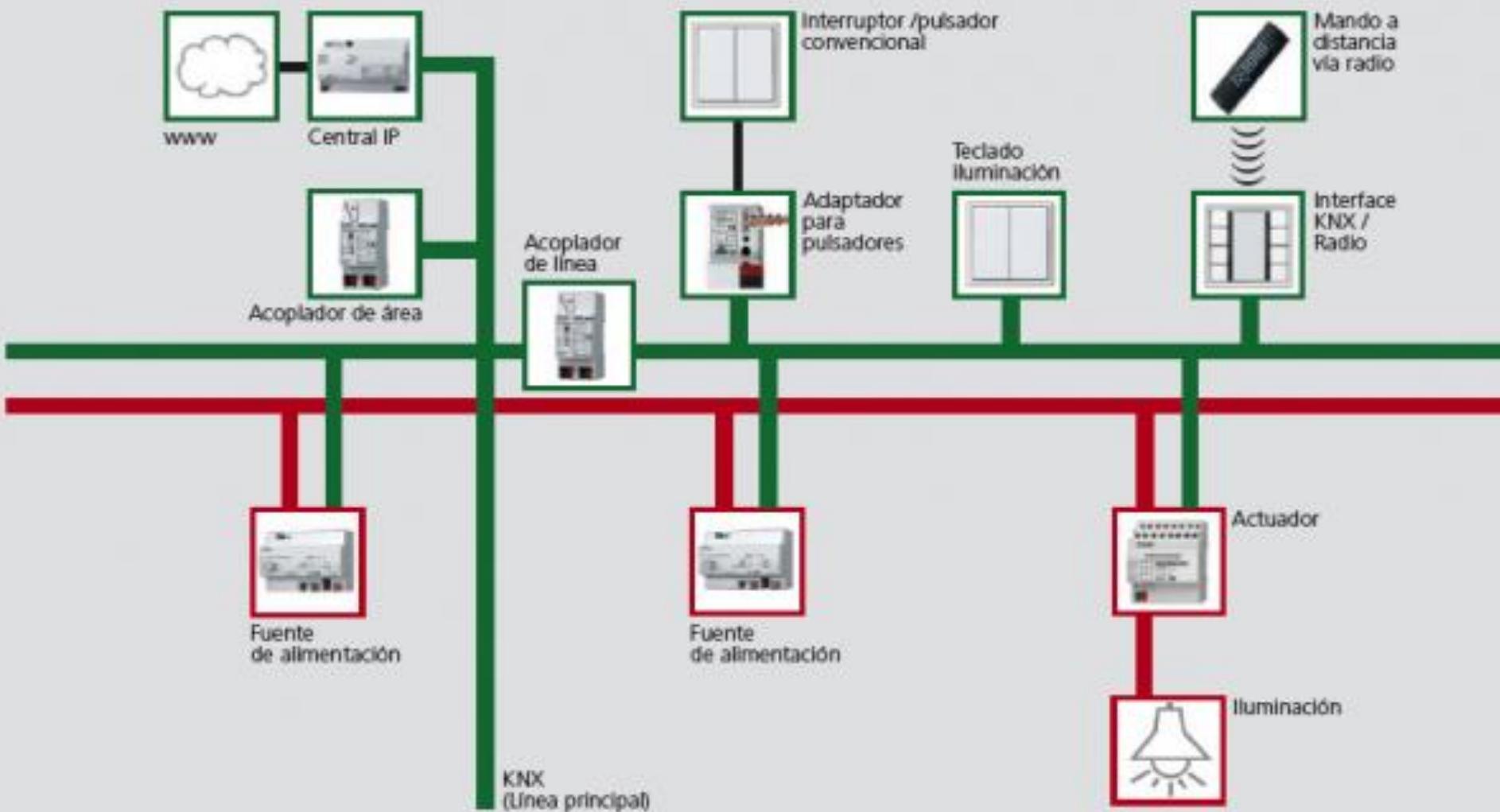
Bus KNX



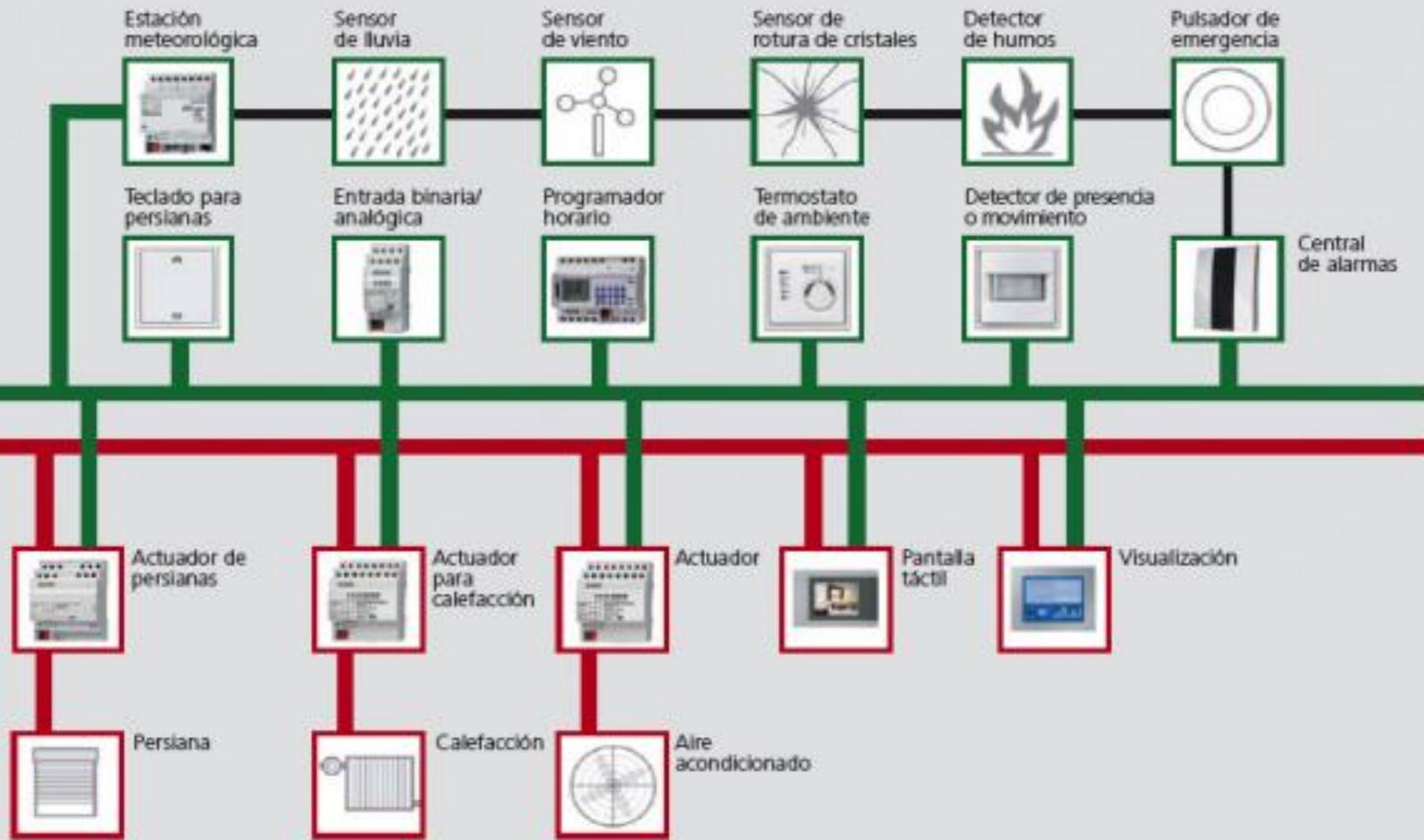
Sensores

KNX

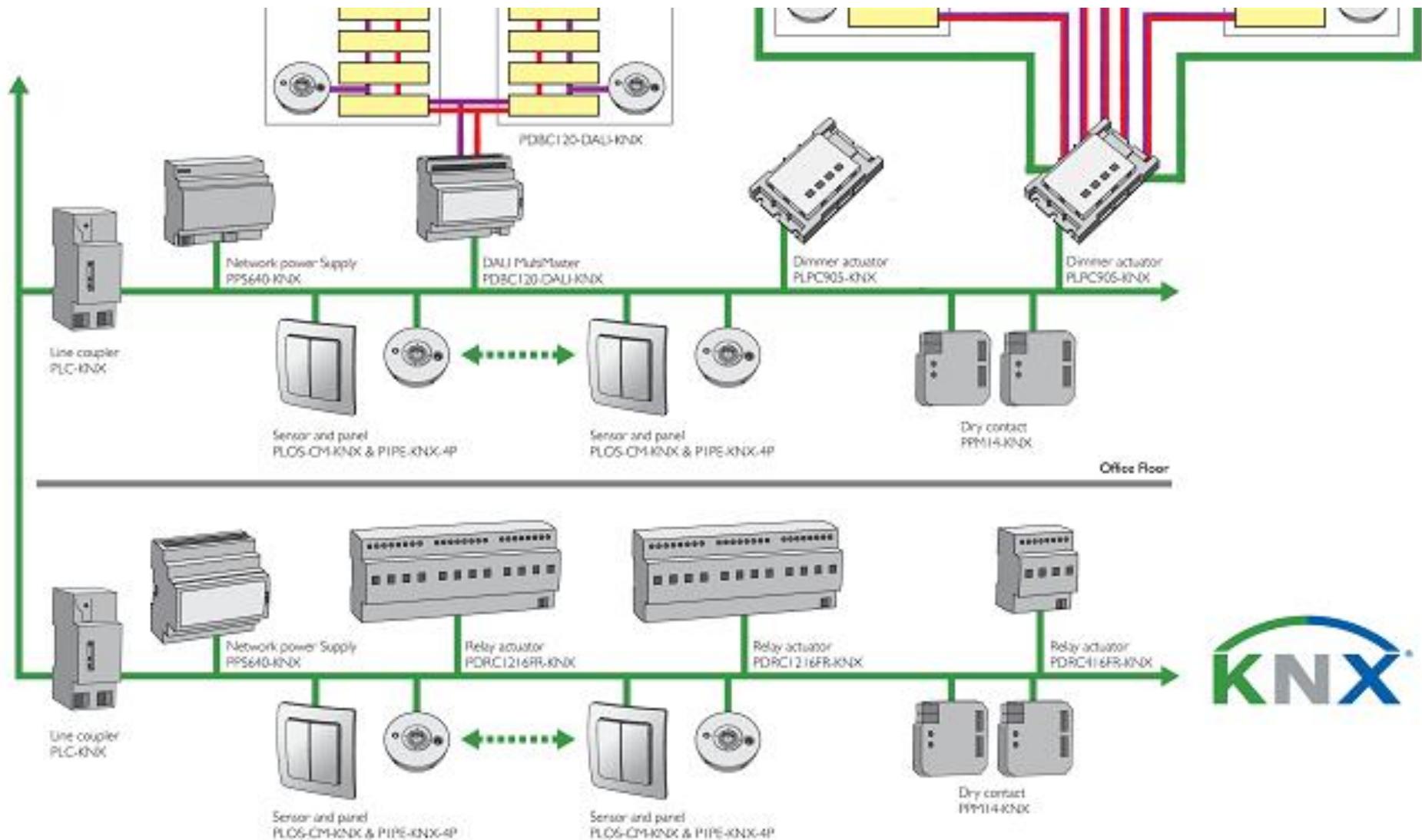
Ejemplos de instalación



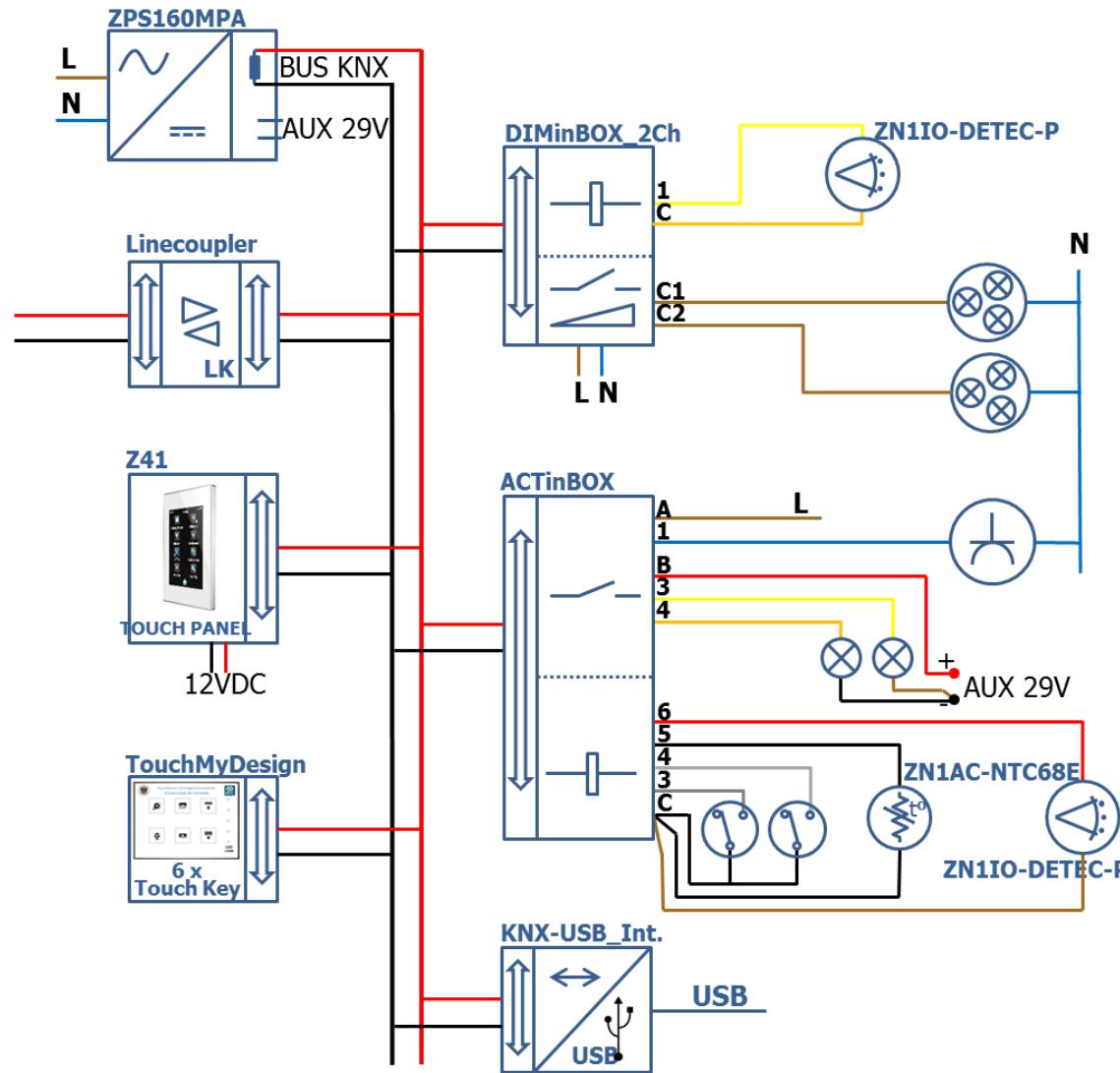
Ejemplos de instalación



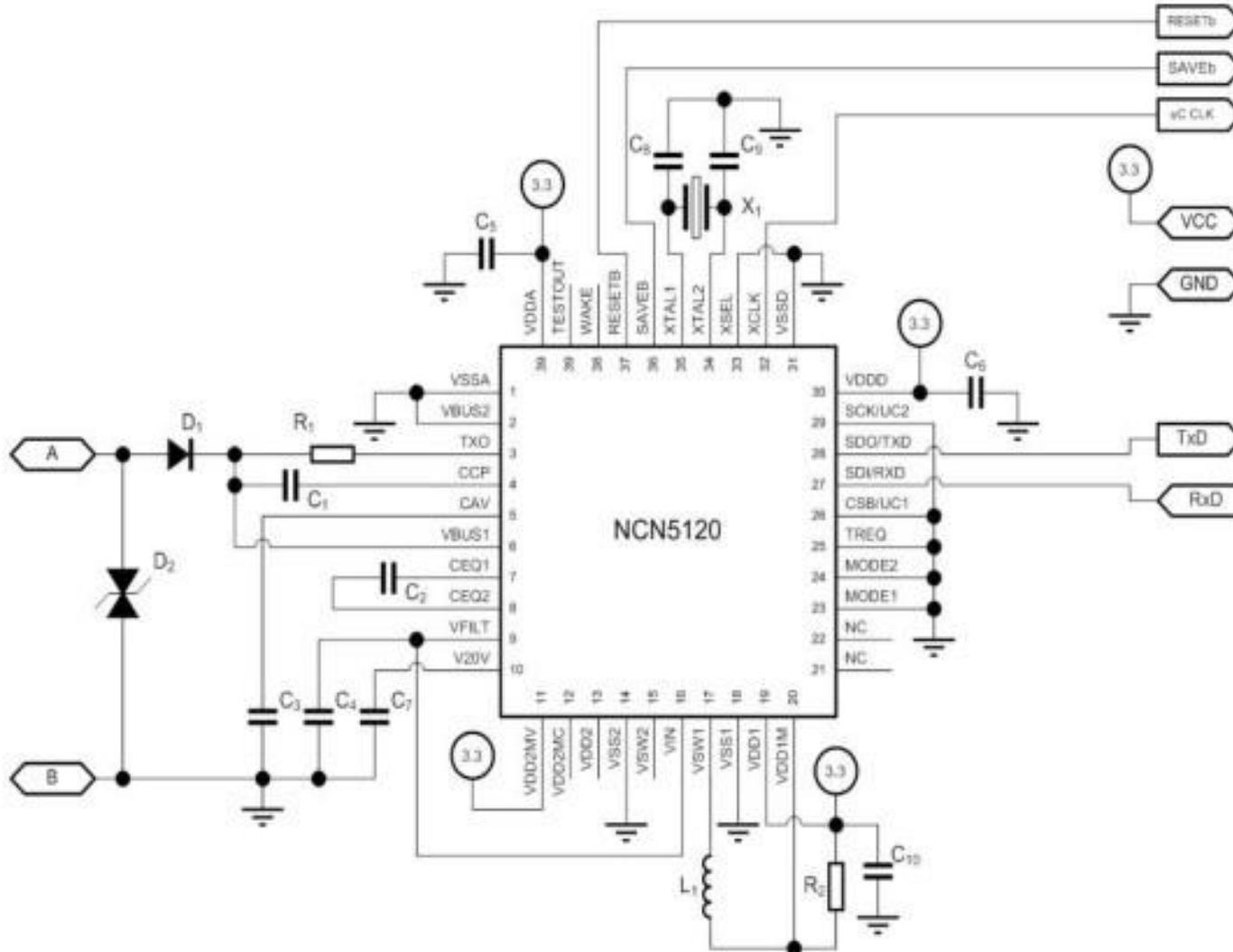
Ejemplos de instalación



Esquema del equipo de prácticas KNX

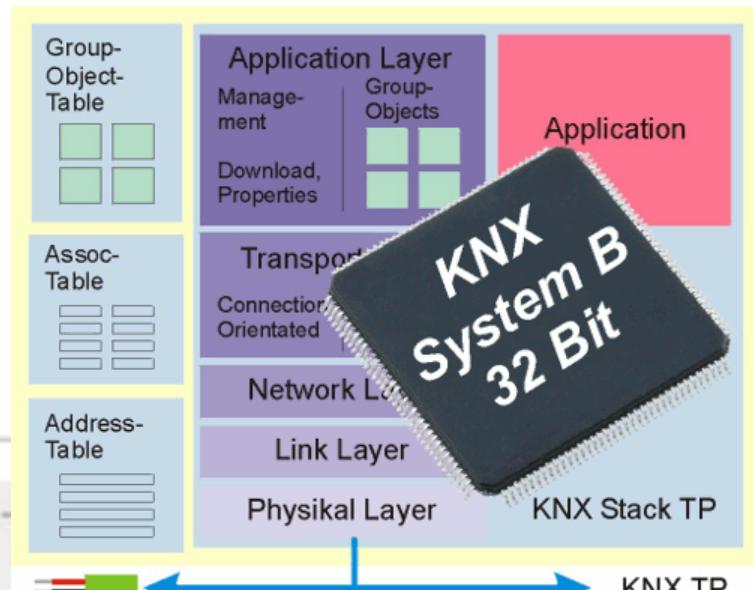
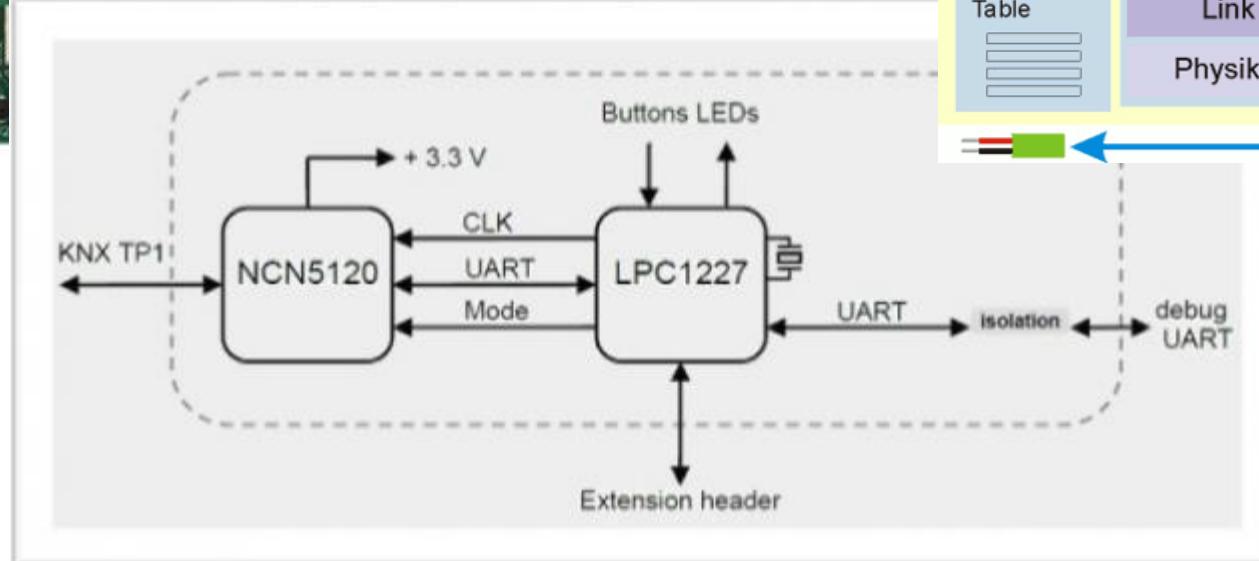
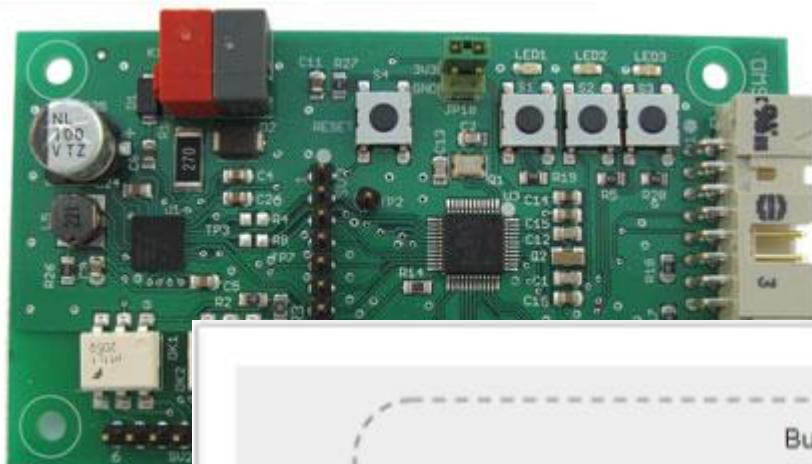


CI KNX: NCN5120 de on-semiconductor



Un proyecto de realización de un sistema KNX básico

- <http://www.lpcware.com/content/project/knx-lpc-microcontrollers>



Símbolos KNX

Nombre del producto	Abreviatura	Símbolo
Unidad de acoplamiento al bus (Bus coupling unit)	UAB (BCU)	
Bobina o filtro (Choke)	BO (CH)	
Fuente de alimentación (Power supply)	FA (PSU)	
Fuente de alimentación con bobina	FABO (PSUTCH)	
Acoplador de Línea (Line coupler)	AL (LC)	
Acoplador de Área (Area coupler)	AA (AC)	
Repetidor (Repeater)	RE	
Interface de datos RS 232 (Data interface-RS 232 interface)	RS232 (V24)	
Interface Externo (Gateway)	GAT	
Por ejemplo: con RDSI (ISDN)		
Interface con autómata (PLC interface)		
Interface con Bus de campo (Field bus interface)		

Nombre del producto	Abreviatura	Símbolo
Sensor analógico Entrada analógica Componente analógico		
Sensor táctil Pulsador		
Sensor de regulación Pulsador de regulación (dimming)		
Sensor táctil de control Pulsador de control		
Sensor para persianas Pulsador para persianas		
Transmisor IR (infrarrojo)		
Receptor IR		
Receptor IR con pulsador de n teclas		
Decodificador IR		
Receptor / decodificador IR		
Sensor de luminosidad		
Detector de luminosidad Interruptor crepuscular Pulsador crepuscular		

LONWORKS®

LonWorks®



- Tecnología propietaria de *Echelon Corporation*, presentada a principios de los 90.
- LonMark Association
 - Certificación: productos LonMark
- Aplicaciones
 - Para redes de control distribuidas y de automatización. Se emplea en edificios de oficinas, hoteles o industrias, debido a su robustez y fiabilidad.
 - No se suele usar en aplicaciones residenciales por su alto coste.
- Arquitectura descentralizada, que permite distribuir la “inteligencia” entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda
- El medio físico de transmisión puede ser par trenzado, coaxial, fibra, red eléctrica o inalámbrico.
- La red se estructura en nodos, en cada uno de los cuales hay un microcontrolador que recoge la información de la red y la comunica a los actuadores.



Normalización

- ISO / IEC 14908.1 (subcomité ISO / IEC JTC 1 / SC 6)
- ANSI Estándar ANSI / CEA 709.1 - redes de control (US)
- EN 14908 - Control de Edificios (UE)
- GB / Z 20177,1-2.006 – Redes de control y Control de Edificios (China)
- IEEE-1473-1999: para la automatización del ferrocarril

UNE-EN 14908-1

Definición de las capas del protocolo
(7 capas OSI de ISO)

UNE-EN 14908-2

Comunicaciones por par trenzado

UNE-EN 14908-3

Especificaciones para comunicaciones
por línea de potencia (CENELEC)

UNE-EN 14908-4

Comunicaciones por IP

PRN-prEN 14908-5

Guía de implementación

Red LonWorks: LON (Local Operating Network)

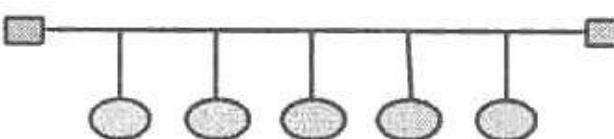
- Segmento:
 - Un medio de comunicación al que se conectan hasta 64 nodos.
Puede ser par trenzado, fibra óptica, radio, etc.
- Canal de comunicación:
 - Varios segmentos se pueden unir con repetidores físicos para formar un canal. Hasta 127 nodos por canal
- Red LonWorks
 - Para crear una red se usan los routers, que interconectan dos canales.

Topología de LonWorks

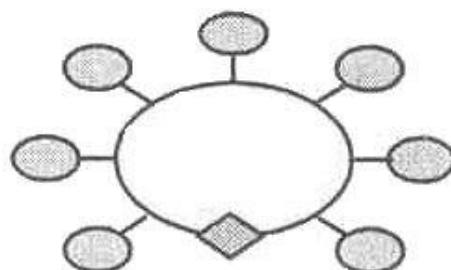
- Soporta topologías en estrella, anillo y en bus



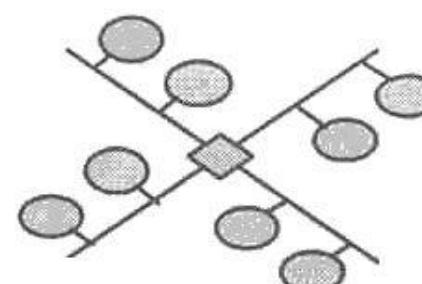
Traditional bus : e.g. RS485



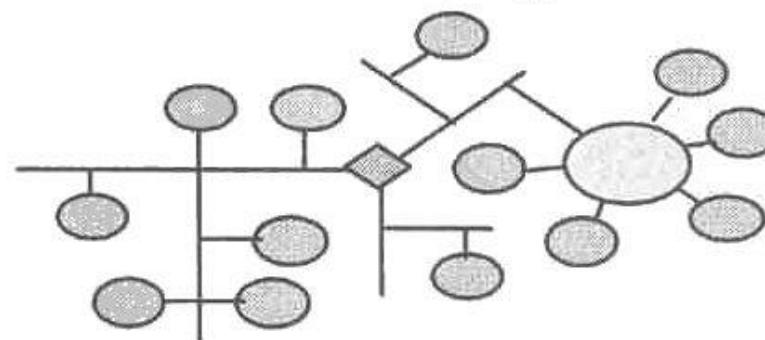
Bus with stubs
TP/XF78 and TP/XF1250



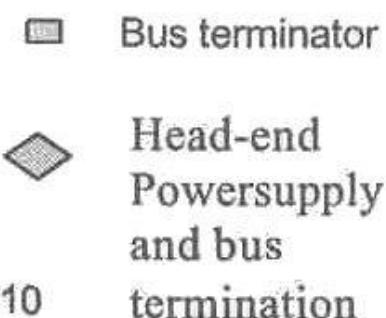
Ring: Link Power LPT10
and Free Topology FTT10A



star: Link Power LPT10
and Free Topology FTT10A



mixed Topology:
Link Power LPT10
and Free Topology FTT10A



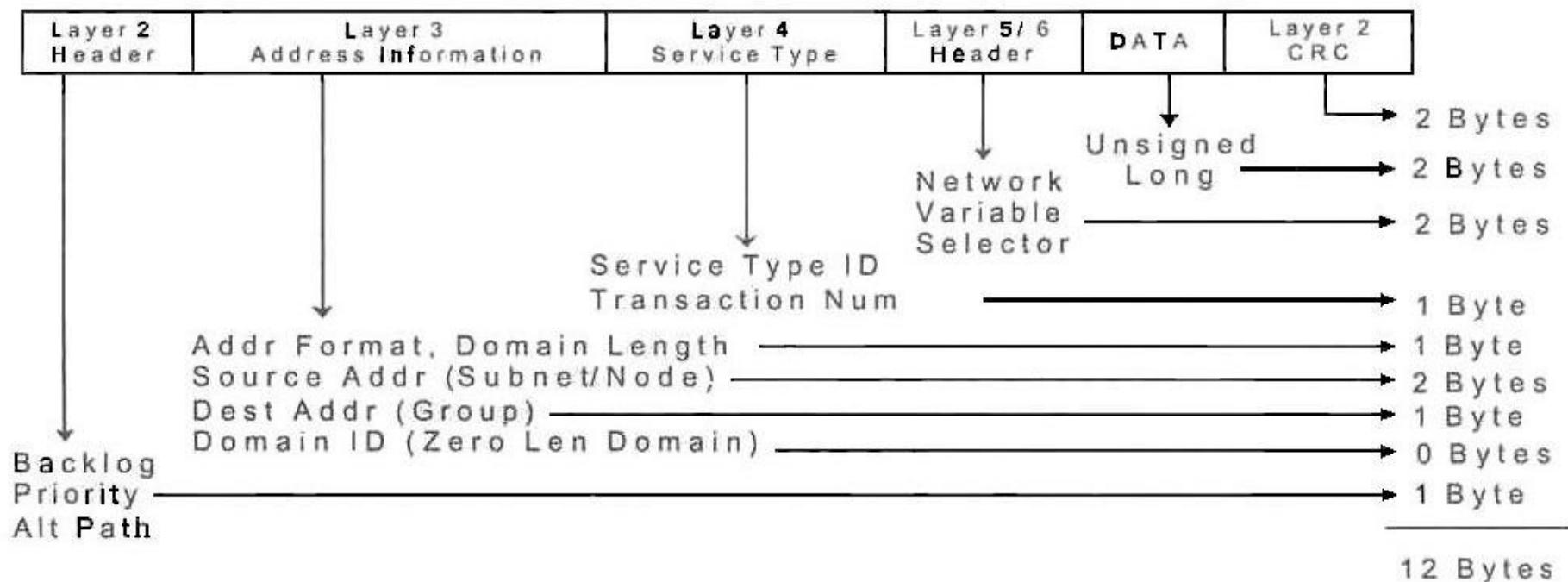
Medios de comunicación LonWorks

TIPO DE CANAL	MÉDIO VELOCIDAD	MÁXIMA	DISTANCIA
TP/FT-10	Par trenzado Topología Libre o Bus	78 kbps	500 m Topología Libre 2700 m Topología Bus
TP/LP-10	Par trenzado <i>Link Power</i> (Telealimentado) Topología Libre o Bus	78 kbps	500 m Topología Libre 2200 m Topología Bus
TP/XF-1250	Par Trenzado (Aislado por Transformador)	1.25 Mbps	130 m
TP/XF-78	Par trenzado (Aislado por Transformador)	78 kbps	1400 m
PL-20	Línea Potencia	5.4 kbps Banda C 3.6 kbps Banda A	Depende del entorno
IP-10	LONWORKS Sobre IP	10/100 Mbps	Determinado por la red IP
FO-20	Fibra óptica	1.25 Mbps	30 km
RF-10	RF (49 MHz)	4.88 kbps	~2 km (Depende del entorno)
RF-100	RF (433-472 MHz)		y potencia del transceptor)
IR	Infrarrojos	78.1 kbps	10-30 metros

Protocolo LonTalk®

- Definido en la norma EIA 709.1-B
- Los nodos se comunican por medio de mensajes.
 - Para transportar datos que las aplicaciones llaman variables de red.
- Ofrece cuatro tipos de servicio de mensajes:
 - Sin acuse (Unacknowledged).
 - *Se envía el mensaje una vez, y no se verifica la entrega.*
 - Sin acuse / repetido
 - *El mensaje se envía varias veces. La repetición se puede determinar. No se verifica la entrega.*
 - Con acuse (Acknowledged).
 - *Se envía verificación de recepción. Si no se acusa el mensaje se vuelve a enviar.*
 - Con petición de respuesta (Request/Response).
 - *Consulta. Pregunta y respuesta.*

Protocolo LonTalk: estructura de un paquete de datos



Direccionamiento de LonTalk

- Los mensajes enviados en la red LonWorks pueden ser enviados usando diferentes métodos de direccionamiento:
 - Dirección Lógica – Dominio / Subred / Nodo
 - *El método normal de direccionamiento. Usado a través de una Herramienta de gestión de red.*
 - Dirección Lógica – Grupo
 - *Usada cuando se envía un mensaje a múltiples módulos.*
 - Dirección Física – Neuron ID
 - *Una dirección de 48 bits, única y fija para cada nodo.*
 - *Sólo es usada para la configuración de la red.*

Dirección Lógica – Dominio / Subred / Nodo

- Utiliza una jerarquía de direccionamiento de 3 niveles.
 - Dominio.
 - *Conjunto lógico de nodos que componen una red LonWorks como un sistema completo.*
 - Subred.
 - *División lógica de una red para optimizar comunicaciones entre nodos sin afectar al resto de la red. Para crear una subred se usan los routers, agrupando los nodos de dos o más canales.*
 - *Hasta 255 subredes por dominio.*
 - Nodo.
 - *Hasta 127 nodos por subred: un máximo de $255 \times 127 = 32385$ nodos por dominio*
 - *Un nodo puede ser miembro de uno o dos dominios, lo que permite al nodo funcionar como gateway entre dos dominios.*

El *Neuron Chip* de LonWorks



- Cualquier dispositivo o nodo LonWork de la red está basado en un *Neuron Chip*:
 - Fabricado por Toshiba, Cypress y Motorola.
 - Identificador único (*Neuron ID*) de 48 bits
 - Protocolo LonTalk, implementado en el firmware del *Neuron Chip*.
 - El firmware proporciona servicios de red y transporte. Está incluido un sistema operativo que ejecuta y planifica la aplicación distribuida.
 - Modelo de comunicaciones independiente del medio físico sobre el que funciona: par trenzado, ondas portadoras, fibra óptica, radio, coaxial...

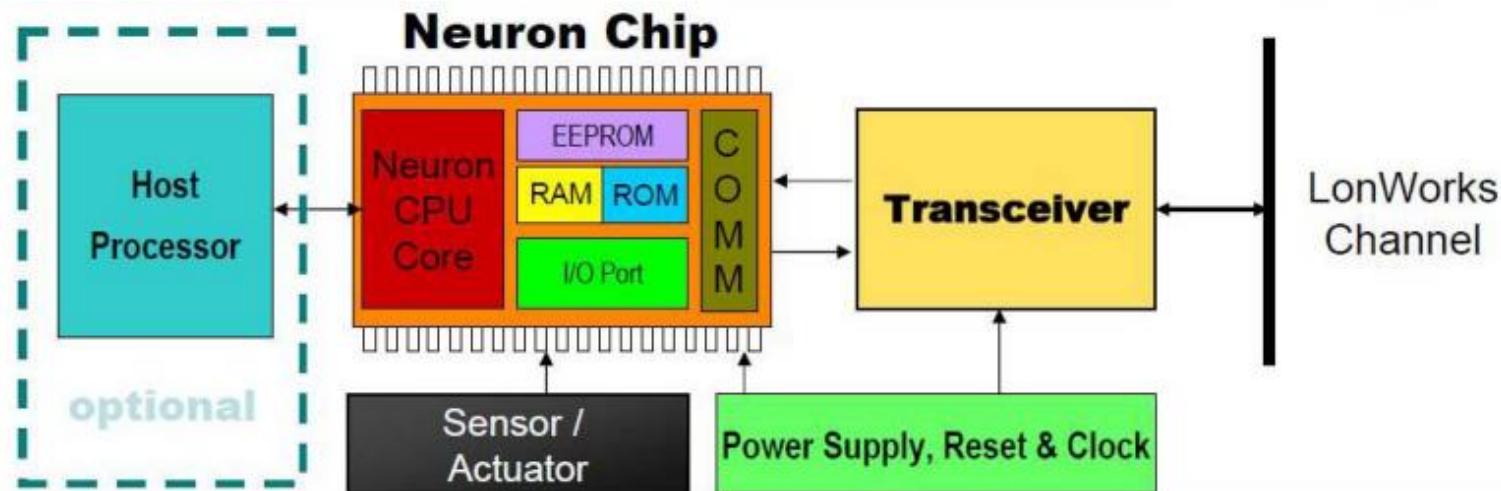
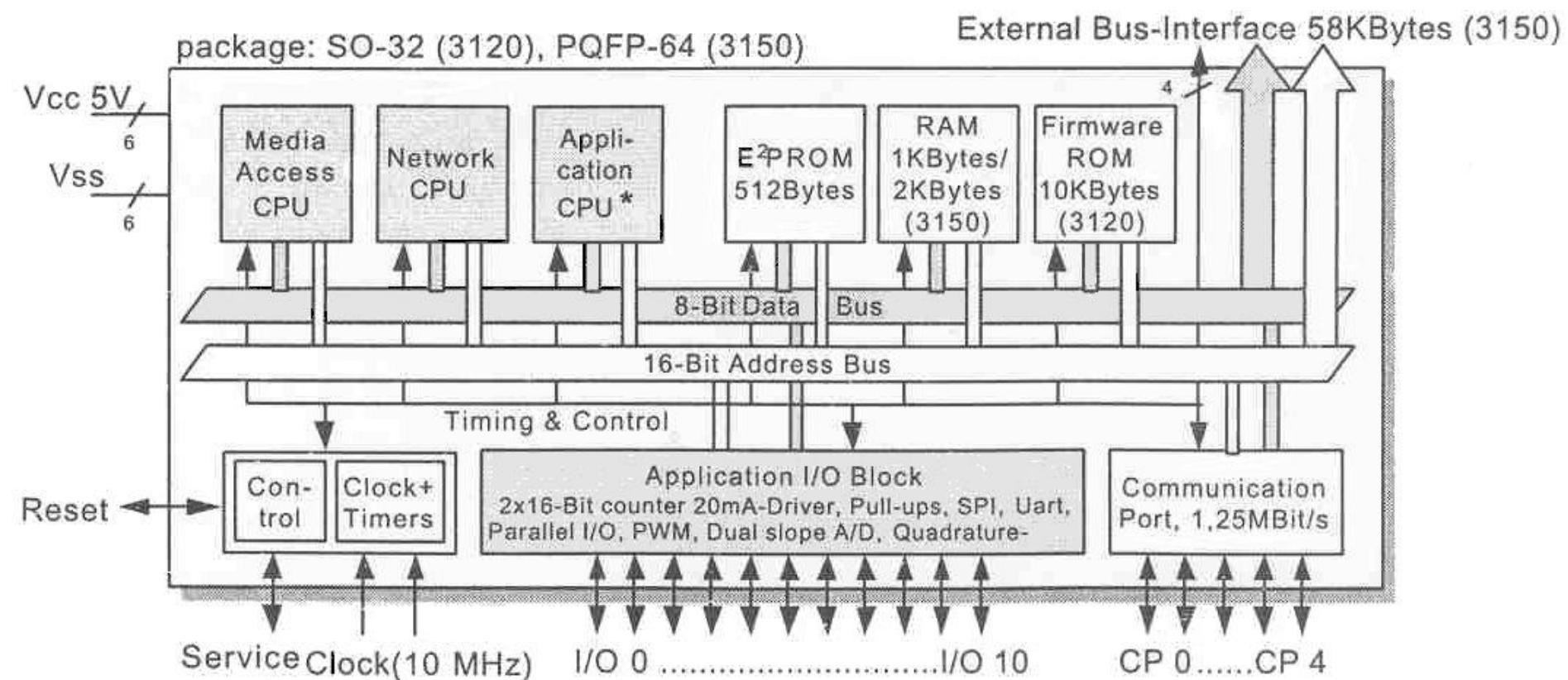


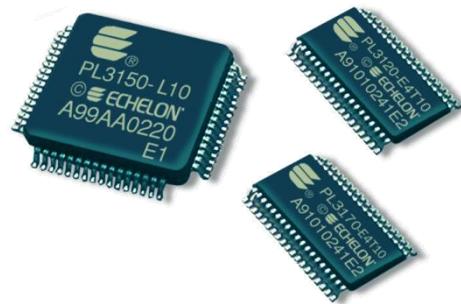
Diagrama de bloques de un *Neuron chip*



Algunos *Neuron chips* fabricados por Toshiba

<i>Referencia</i>	<i>EEPROM (en bytes)</i>	<i>RAM (en bytes)</i>	<i>ROM (en bytes)</i>	<i>CPU's de 8 bit</i>	<i>Memoria Externa</i>	<i>Contadores/ Temporizadores de 16 bits</i>	<i>Convertidores A/D</i>	<i>Frecuencia Máxima de Funcionamiento (Mhz)</i>
<i>TMPN3150B1AF</i>	512	2K	No	3	<i>Disponible</i>	2	-	10
<i>TMPN3120B1AM</i>	512	1K	10K	3	No	2	-	
<i>TMPN3120E1M</i>	1K	1K	10K	3	No	2	-	
<i>TMPN3120A2DU</i>	1K	1K	16K	3	No	2	3	20
<i>TMPN3120A2DM</i>								
<i>TMPN3120FE3M</i>	2K	2K	16K	3	No	2	-	
<i>TMPN3150FE5M</i>	3K	4K	16K	3	No	2	3	

Transceptores



Modelo	FTT10A	FT3120/50	LPT11	TP/XF1250	PLT22
Velocidad de transmisión	78 Kbps	78 Kbps	78 Kbps	1.25 Mbps	4.8 Kbps
Alimentación	5 V CC	5 V CC	48 V CC	5 V CC	5/9 V CC y conexión a la red eléctrica
Topologías que soporta	Bus, estrella y anillo	Bus, estrella y anillo	Bus, estrella y anillo	Bus	Bus, estrella y anillo
Medio	TP, con transformador	TP, incluye Neruron chip	TP, extrae alimentación del bus	2xTP, Router	Red eléctrica (PLC)

Herramientas

- LonManager® DDE Server: servidor de comunicaciones entre la aplicación SCADA o software de supervisión y la red física LonWorks.
- LNS®: (Lonworks Network System) Sistema operativo en el que se basa la 2^a generación de productos de LonWorks. Esta basado íntegramente en el estándar de programación DCOM.
- LonMaker® : Herramienta basada en windows para instalar y mantener Redes LonWorks.
- NodeBuilder®
 - Entorno de desarrollo de aplicaciones en Neuron-C

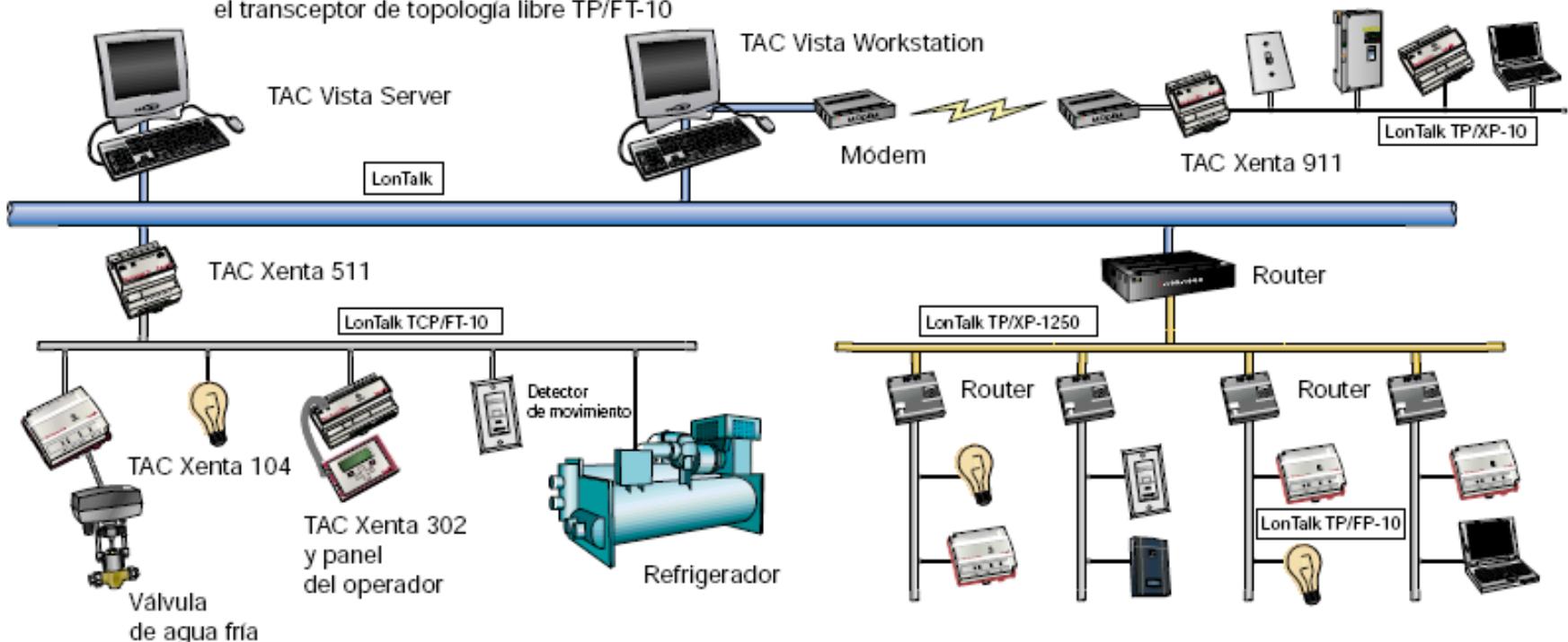
Neuron-C

- ❑ Lenguaje estructurado basado en el estándar ANSI de C que se utiliza para programar los *Neuron chips*
 - Se basa en una agenda de tareas cíclicas, pero admite programación basada en eventos.
 - Los programas ejecutables tienen extensión *NXE* y los de definición de variables de red de dicho programa, extensión *XIF*.
 - Variables en *Neuron-C*:
 - *SNVTs (Standar Network Variable Type)*: *variables de red estándar*
 - *UNVTs*: *variables de red no estándar*.
 - Comunicación:
 - *Mensajes Explícitos*.
 - *Mensajes Implícitos o Enlaces (bindings)*. *Son los enlaces entre variables de red, ya sean SNVTs o UNVTs*.

Ejemplos

Arquitectura del sistema TAC de Schneider Electric

Todos los productos TAC incorporan el transceptor de topología libre TP/FT-10



Módulos TAC de Entradas y Salidas



*Entradas y
salidas
analógicas*



*Entradas
digitales*



*Entradas
y salidas
digitales*

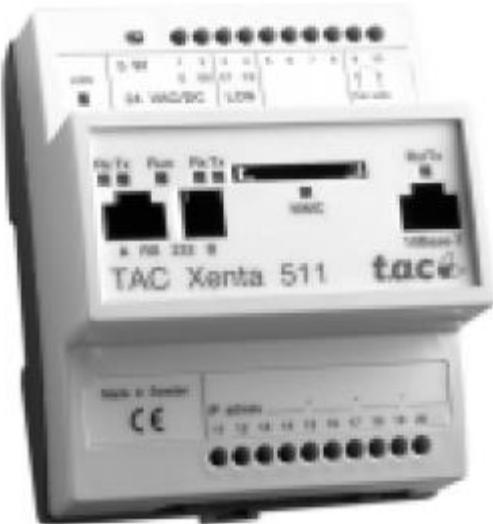
Controladores TAC Xenta programables



- Controlador programable, con comunicación LonMark
- Tiene 20 entradas y salidas fijas.
- Puede ser ampliado hasta 40 entradas/salidas mediante el uso de 2 módulos de expansión.

Configuración de E/S	TAC Xenta 301	TAC Xenta 302
Entradas digitales	4	4
Entradas de termistor	4	4
Entradas universales	4	4
Salidas digitales	6	4
Salidas analógicas	2	4

Servidor web para redes LONWORKS TAC Xenta 511



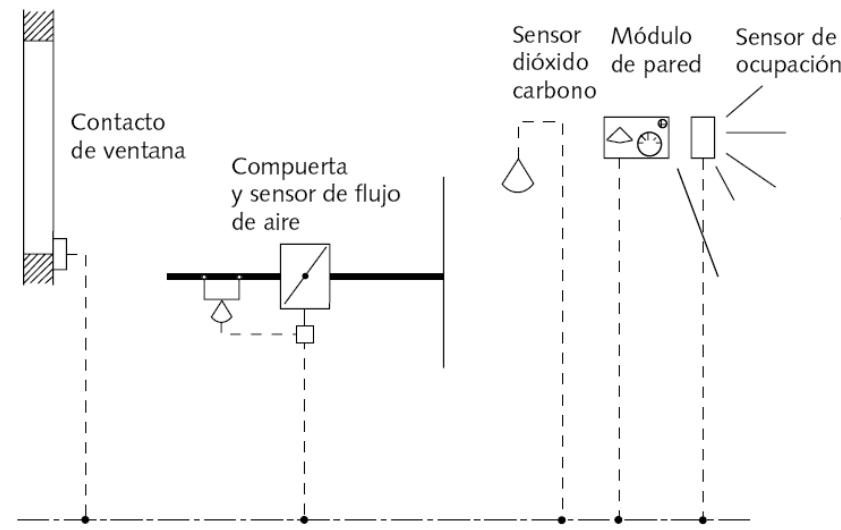
- El TAC Xenta 511 es un sistema de presentación a través de Internet para redes LonWorks que usa https.
- El operador puede ver y controlar los dispositivos de la red LonWorks a través de Internet o una red local mediante un navegador web estándar
- Las alarmas pueden ser enviadas por correo electrónico o como un mensaje al teléfono móvil vía SMS.

Controlador de Fancoil parametrizable. TAC Xenta 101



- Es un controlador de zona diseñado fundamentalmente para aplicaciones de Fan Coil con la capacidad de controlar ventiladores con múltiples velocidades, y válvula.
- Controla la temperatura de una zona regulando la temperatura del aire que circula por la unidad Fan Coil.
- El controlador es un dispositivo compatible con LonMark diseñado para comunicarse con un canal TP/FT-10 LonTalk a través de un cable de par trenzado no polarizado.

Controlador VAV parametrizable. TAC Xenta 102



- TAC Xenta 102-B es un controlador para aplicaciones de refrigeración de VAV (Volumen de Aire Variable). Es posible alternar entre la calefacción y la refrigeración a través de la red.
- El controlador mantiene una temperatura constante en la zona controlando el flujo de aire. También es posible limitar el flujo de aire. Puede controlarse la calidad del aire en la zona utilizando un sensor de dióxido de carbono.

Módulo de pared

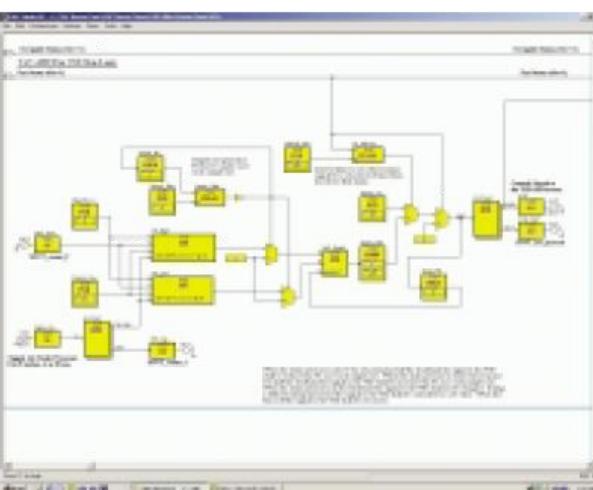
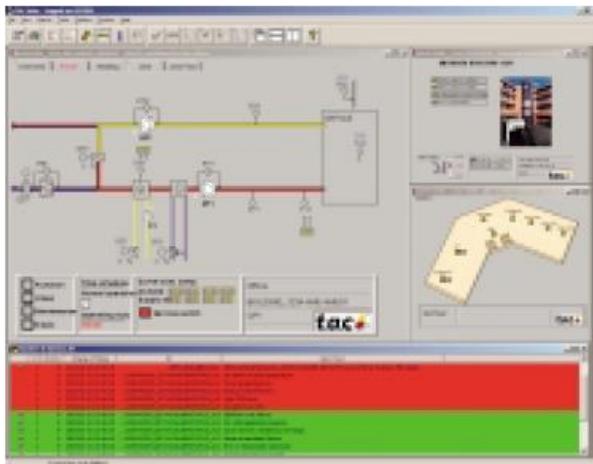
- STR es una serie de módulos para montaje en pared que se usan en edificios de oficinas, hoteles, hospitales, colegios y centros comerciales.



Datos técnicos

Temperatura de funcionamiento:	0 °C a +50 °C (32 a 120 °F)	Interruptor de ventilador:	Tres velocidades, 30 V CA a 0,75 A máx. mediante controlador
Sensor:	Termistor, 10 kohmios a 25 °C	Dimensiones:	116 × 84 × 24 mm
Precisión:	±0,5 °C (0,9 °F)	Tipo de protección:	IP 20/NEMA1
SP-potenciómetro:	10 kohmios		

Software TAC



- Software de supervisión TAC Vista
 - Gestión de bases de datos.
 - Gestión de alarmas.
 - Autorización/seguridad.
 - Copia de seguridad.
 - Planificación.
 - Registro de tendencias.
 - Registro de eventos.
 - OPC Server, OPC Client.
- Software de programación TAC Menta
 - Programación gráfica, con biblioteca de funciones y aplicaciones.
 - Definición de variables LonWorks
 - Simulación sin conexión.
 - Descarga de software en controladores TAC Xenta.
 - integrado con la base de datos de TAC Vista.

Tecnologías inalámbricas de comunicación

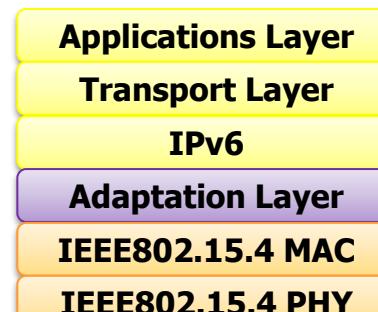
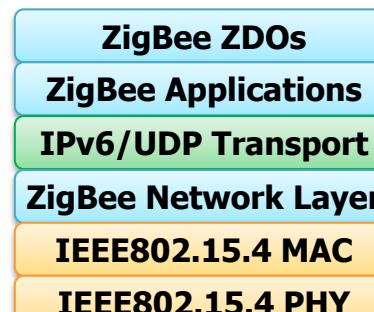
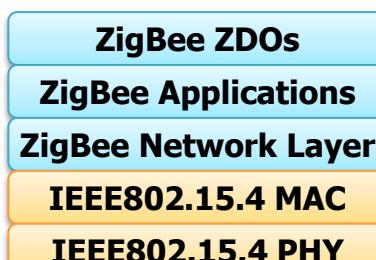
□ Tabla resumen:

	NFC	RFID	Blue-tooth®	Blue-tooth® LE	ANT	Proprietary (Sub-GHz & 2.4 GHz)	Wi-Fi®	ZigBee®	Z-wave	KNX	Wireless HART	6LoWPAN	WiMAX	2.5–3.5 G
Network	PAN	PAN	PAN	PAN	PAN	LAN	LAN	LAN	LAN	LAN	LAN	LAN	MAN	WAN
Topology	P2P	P2P	Star	Star	P2P, Star, Tree Mesh	Star, Mesh	Star	Mesh, Star, Tree	Mesh	Mesh, Star, Tree	Mesh, Star	Mesh, Star	Mesh	Mesh
Power	Very Low	Very Low	Low	Very Low	Very Low	Very Low to Low	Low-Hlgh	Very Low	Very Low	Very Low	Very Low	Very Low	Hlgh	Hlgh
Speed	400 Kbs	400 Kbs	700 kbs	1 Mbs	1 Mbs	250 kbs	11-100 Mbs	250 kbs	40 Kbs	1.2 Kbps	250 kbs	250 Kbs	11-100 Mbs	1.8-7.2 Mbs
Range	<10 cm	<3 m	<30 m	5-10 m	1-30 m	10-70 m	4-20 m	10-300 m	30 m	800 m	200 m	800 m (Sub-GHz)	50 km	Cellular network
Application	Pay, get access, share, Initiate service, easy setup	Item tracking	Network for data exchange, headset	Health and fitness	Sports and fitness	Point to point connectivity	Internet, multimedia	Sensor networks, building and Industrial automation	Residential lighting and automation	Building automation	Industrial sensing networks	Senor networks, building and Industrial automation	Metro area broadband Internet connectivity	Cellular phones and telemetry
Cost Adder	Low	Low	Low	Low	Low	Medium	Medium	Medium	Low	Medium	Medium	Medium	High	High

Fuente: White Paper – "What the Internet of Things (IoT) Needs to Become a Reality" - freescale.com/arm.com

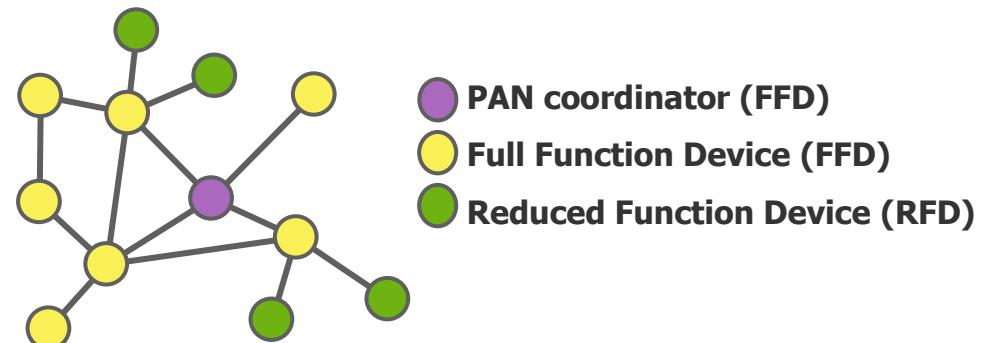
IEEE 802.15.4

- IEEE 802.15.4: normalización de las capas física y MAC para redes inalámbricas de actuadores y sensores (WSN)
 - Corto alcance
 - Muy bajo coste
 - Bajo consumo de potencia
 - Protocolo muy flexible y potente
 - Soporta servicios avanzados de seguridad
- Base de protocolos de comunicación inalámbrica para WSN y para internet de las cosas como ZigBee y 6LoWPAN



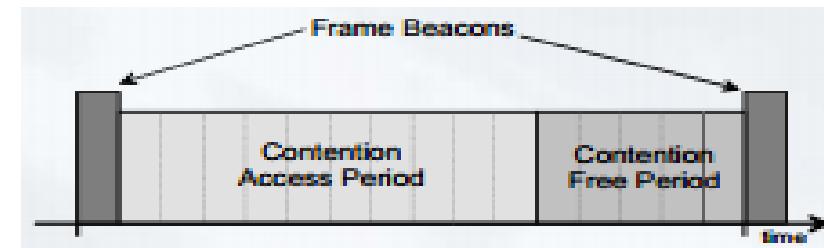
Características de IEEE 802.15.4

- 868/915 MHz, 2.4 GHz
- Clases de dispositivos
 - Reduced Function Device (RFD): dispositivos de funcionalidad reducida
 - *No pueden enrutar mensajes, nodos finales: sensores y actuadores*
 - Full function device (FFD): dispositivos de funcionalidad completa
 - *Pueden enrutar mensajes, enrutadores y/o sensores y actuadores*
 - Network coordinator: coordinador de la red
 - *Se encarga de iniciar la red, es un FFD*
- Topología
 - RFD ↔ FFD (estrella)
 - FFD ↔ FFD (peer-to-peer)



IEEE 802.15.4, tipos de PAN

- Con balizas (beacon)
 - El coordinador difunde tramas espaciales para gestionar el tráfico de la red
 - Se utilizan unas estructuras llamadas supertramas
 - Permiten distribuir el tiempo en ranuras de tiempo para que los miembros de la red pueden acceder mediante un esquema CSMA-CA o para ser asignados a determinados nodos
 - Delimitadas por balizas de red
- Sin balizas (non-beacon)
 - Por su sencillez es más utilizado
 - Al no haber supertramas que ranuren el tiempo el coordinador y los repetidores tienen que estar despiertos para escuchar posibles mensajes enviados por otros nodos

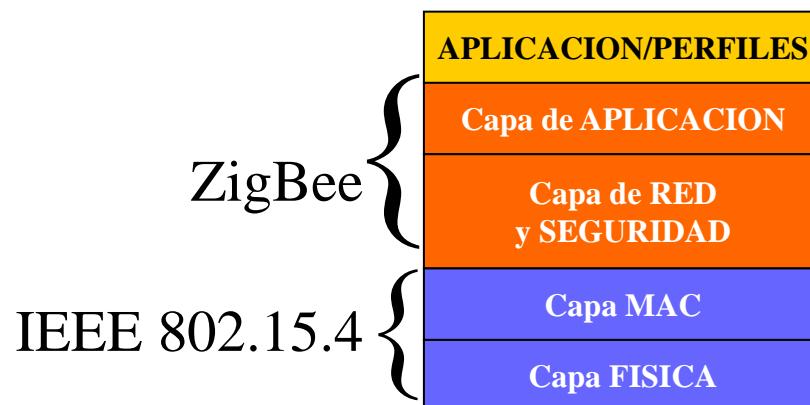


Seguridad en IEEE 802.15.4

- ❑ Control de acceso (ACL, Access Control List)
- ❑ Integridad del mensaje.
 - Código de autenticación de mensaje (MIC)
 - Se calcula mediante una clave secreta compartida (simétrica) por los dispositivos que se comunican
- ❑ Protección de repetición por secuencia numérica
- ❑ Confidencialidad
 - Encriptación basada en AES de 128 bits

ZigBee

- Redes inalámbricas de sensores (WSN, Wireless Sensor Network)
- Basada en IEEE 802.15.4.
- Sostenido por la ZigBee Alliance
- Primer perfil publicado a mediados de 2003, aprobado entre mayo de 2003 y enero de 2005
- Perfil de domótica (Home Automation)
- Actualmente se está incluyendo direccionamiento IPv6:
 - Internet de las Cosas: (IoT, Internet of Things)



Características de ZigBee

- Conectividad inalámbrica entre dispositivos económicos de baja complejidad, bajo coste, fiabilidad, baja potencia, y baja velocidad
 - Menor potencia y menor coste que otras WPANs como Bluetooth
 - Potencia Tx 1mW (hasta 10mW en UE, hasta 100 mW en EEUU)
 - Los nodos están gran parte del tiempo "dormidos". Larga duración: años
 - Rango alcance: 10-100 m, hasta 400 m con 10 mW)
 - Bit-rate entre los 20 kps y 250 kbps
 - Se permiten hasta un total de 65.534 nodos/red
 - 3 bandas comunicación: 868MHz, 915MHz, 2.4GHz

<u>BAND</u>	<u>COVERAGE</u>	<u>DATA RATE</u>	<u># OF CHANNEL(S)</u>
2.4 GHz	ISM	Worldwide	250 kbps
868 MHz	Europe	20 kbps	1
915 MHz	ISM	Americas	40 kbps

Comparación de ZigBee y Bluetooth

ZigBee



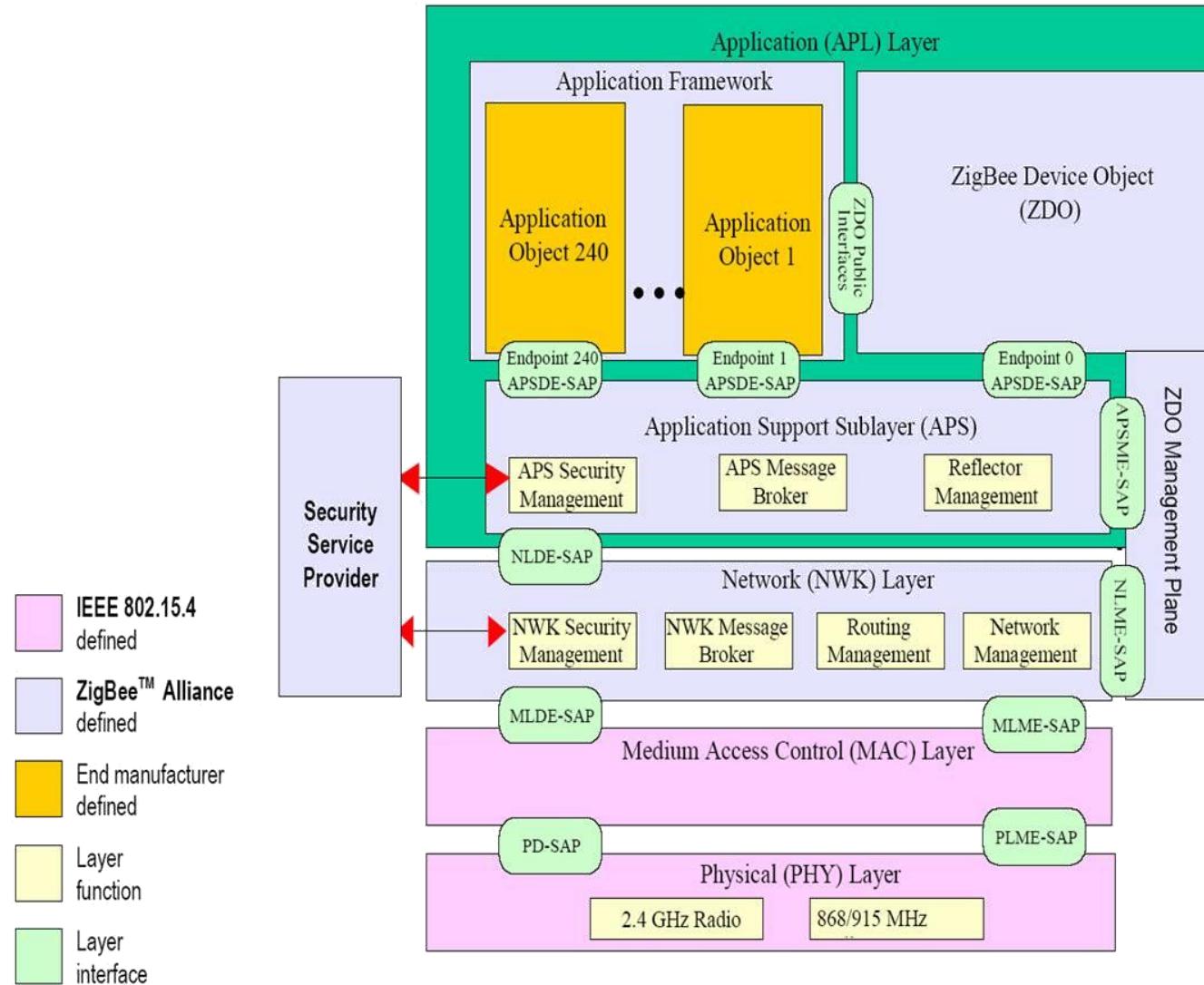
- Pequeños paquetes en grandes redes.
- Redes de sensores, automatización de edificios, agricultura, etc.
- Para dispositivos en los que la batería raramente es reemplazada.
- Nuevas oportunidades donde aún no se usan las comunicaciones inalámbricas.

Bluetooth



- Paquetes grandes sobre pequeñas redes
- Transferencia de archivos, audio manos libres, teléfonos móviles, PDA, etc.
- Sustituto de cable para pequeños elementos como teléfonos, laptop computadores, auriculares, manos libres.

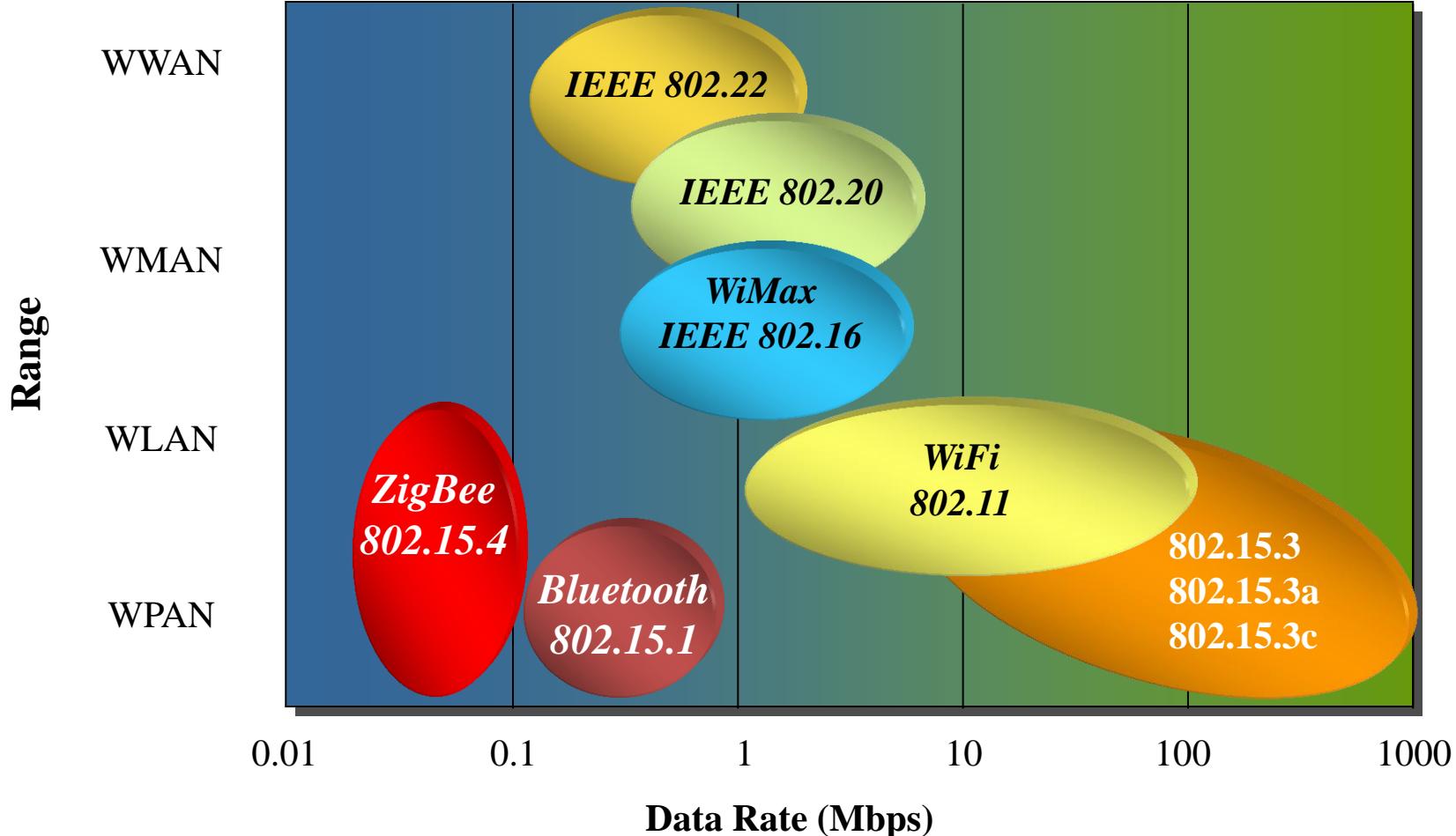
El stack de ZigBee



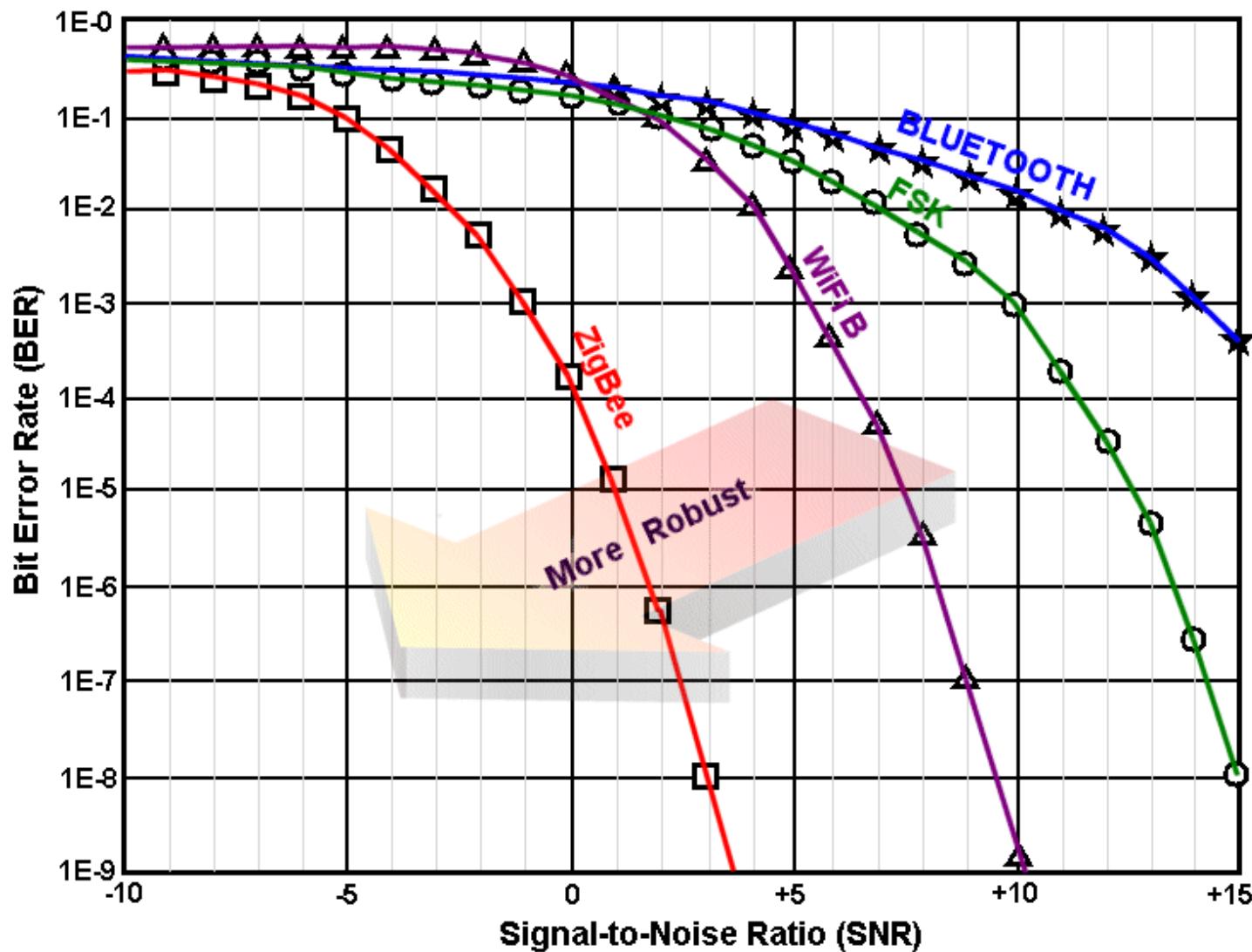
Seguridad en ZigBee

- ❑ Aprovecha los mecanismos previstos por IEEE 802.15.4
- ❑ Los complementa con aspectos administrativos esenciales como la generación, distribución y administración de claves.
 - Introduce claves diferentes para la red o para la seguridad extremo a extremo
 - Introduce el concepto de Trust Center (Centro de confianza):
 - *Nodo especial para manejar las operaciones relacionadas con la seguridad.*
 - *Autentifica los dispositivos que quieren unirse a la red, les proporciona claves y ofrece funciones para el establecimiento de conexiones seguras peer-to-peer y para toda la red.*
 - *Normalmente, el papel del centro de confianza es asumido por el coordinador ZigBee, pero no tiene por qué ser así.*

Alcance Vs. Tasa de transmisión

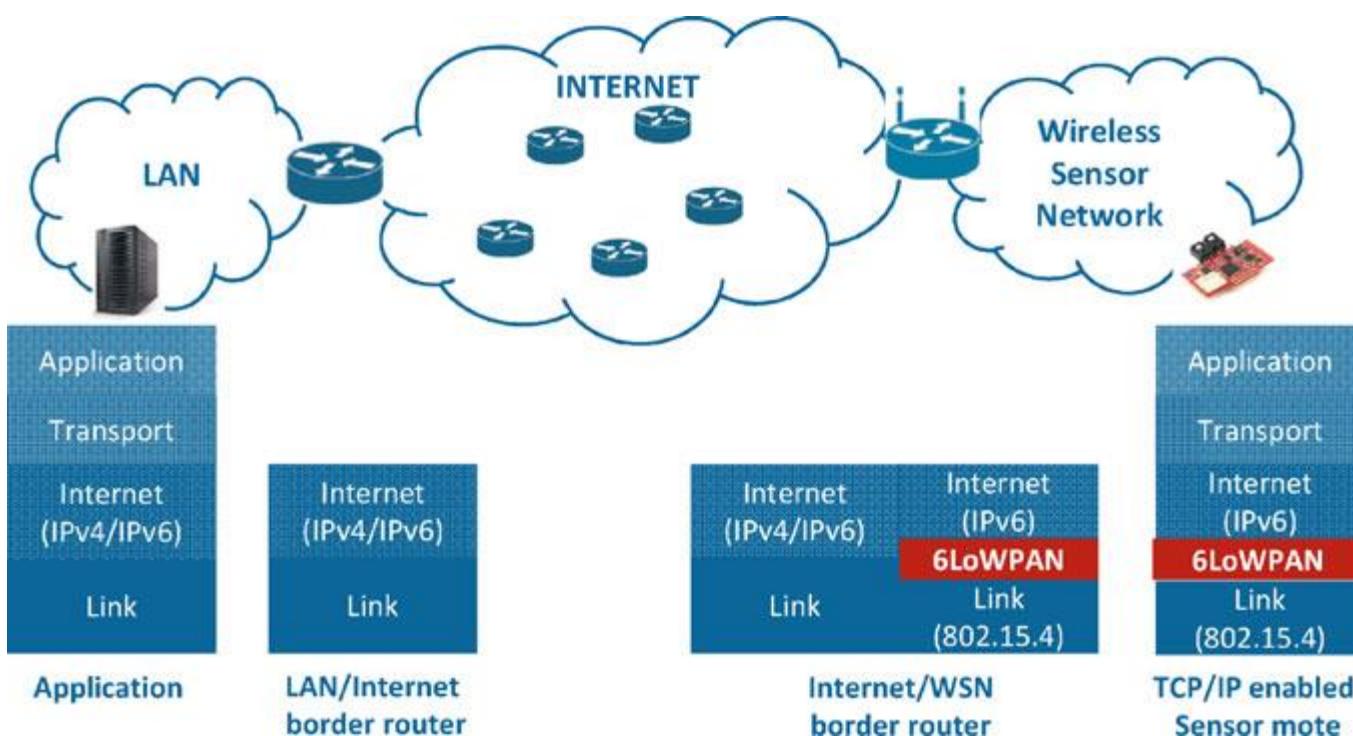


BER frente a SNR



IPv6 y el IoT

- El éxito de IoT requiere el uso de tecnologías IP empotradas, como **6LoWPAN** que permite utilizar IPv6 en las redes de dispositivos con recursos limitados, como los basados en enlaces de radio IEEE 802.15.4



Internet Protocol version 6 (IPv6)

- Para reemplazar a IPv4
 - IPv4 admite 4.294.967.296 (232) direcciones diferentes
 - IPv6: 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 (2128)
 - *340 sextillones de direcciones.*
 - *Cerca de 6,7 × 1017 (670 mil billones) de direcciones/mm2 de Tierra.*
- Direccionamiento IPv6
 - 128 bits de longitud, ocho grupos de cuatro dígitos hexadecimales
 - *2001:0db8:85a3:08d3:1319:0000:0370:7334*
 - *2001:db8:85a3:8d3:1319::370:7334*
- Historia
 - Definido en los 90
 - Desarrollado en los 2000
 - Lanzamiento Mundial de IPv6: 6 de junio de 2012 a las 00:00 GMT
- Transición a IPv6
 - Los nodos solo-IPv4 no pueden comunicarse directamente con nodos IPv6.
 - Mecanismos
 - *Doble pila, Túneles, Traducción (con intermediario)*

6LoWPAN

- 6LoWPAN: "IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks"
 - Interconexión entre IEEE 802.15.4 y tecnología IP
- Estándares:
 - Normalización de 6LoWPAN: RFC6282
 - El estándar de transductores inalámbricos IEEE 1451.5 incluye un capítulo para 6LoWPAN
 - El estándar ISA SP100 para redes industriales inalámbricas ha adoptado 6LoWPAN para su capa de red.
- Implementado para Tinyos y Contiki



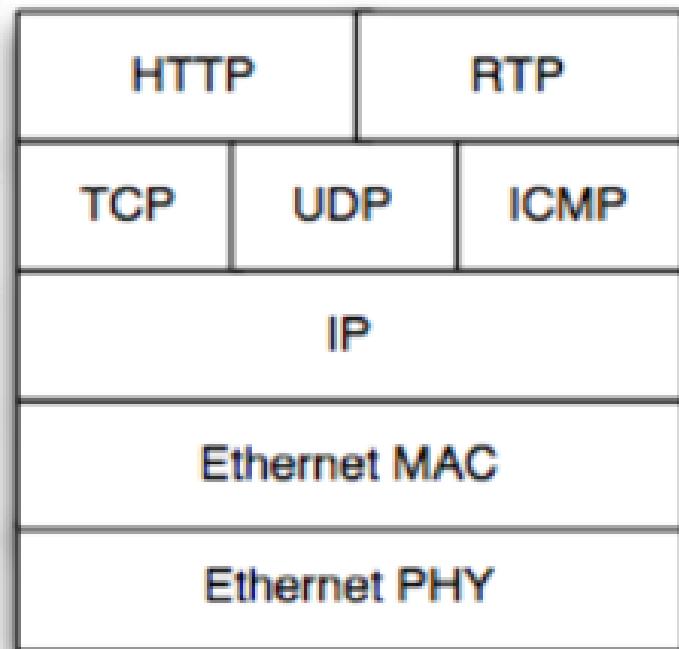
IPv6-based Low-power
Wireless Personal Area Network

6LoWPAN

- 6LoWPAN es un protocolo de red que define los mecanismos de encapsulación y compresión de cabecera



TCP/IP Protocol Stack



Application

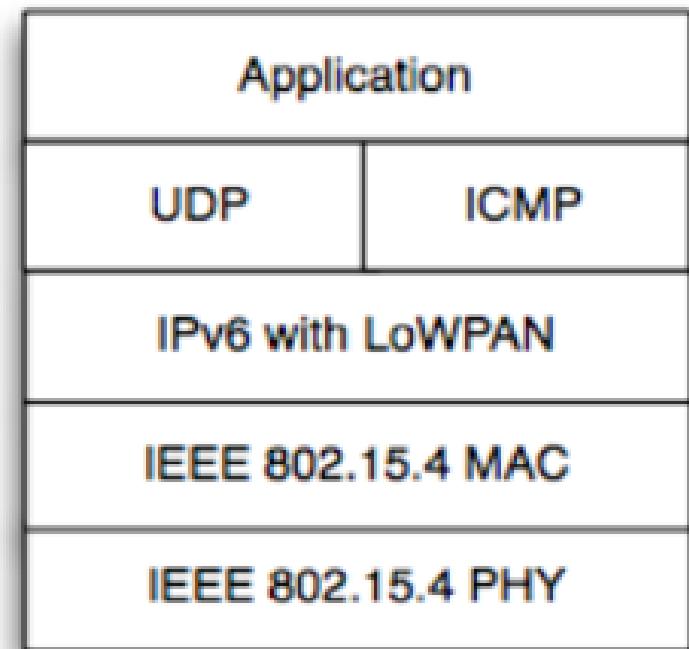
Transport

Network

Data Link

Physical

6LoWPAN Protocol Stack



Z-Wave (1)

- Desarrollado específicamente para domótica: Z-Wave o ZHome
- Estándar:
 - Z-Wave Alliance ZAD12837
 - UIT-T G.9959
- 868.4 MHz (EU), 908.4 MHz (USA)
- Velocidad 9.6 kbit/s
 - Ampliado hasta 40 kbit/s y 100 kbit/s
- Modulación FSK
- Hasta 232 dispositivos/red
 - Con mayores velocidades el número máximo de nodos disminuye



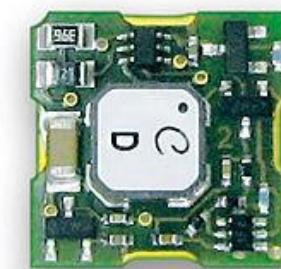
Z-Wave (2)

- ❑ Red mallada con enrutamiento en origen
 - Controladores: conocen toda la topología de la red.
 - *Un controlador primario mantiene la información de la topología de la red y es el responsable de la asociación de dispositivos.*
 - Enrutadores (esclavos con encaminamiento): rutas a destinos predefinidos configuradas en el proceso de asociación
 - Esclavos: solo recepción y reconocimiento
- ❑ Protocolo propietario
- ❑ IC fabricado por Zensys (adquirida por Sigma Designs):
 - ZW0201, basado en 8051
- ❑ Ejemplos de productos:
 - <https://www.domoticalia.es/6-domotica-z-wave>



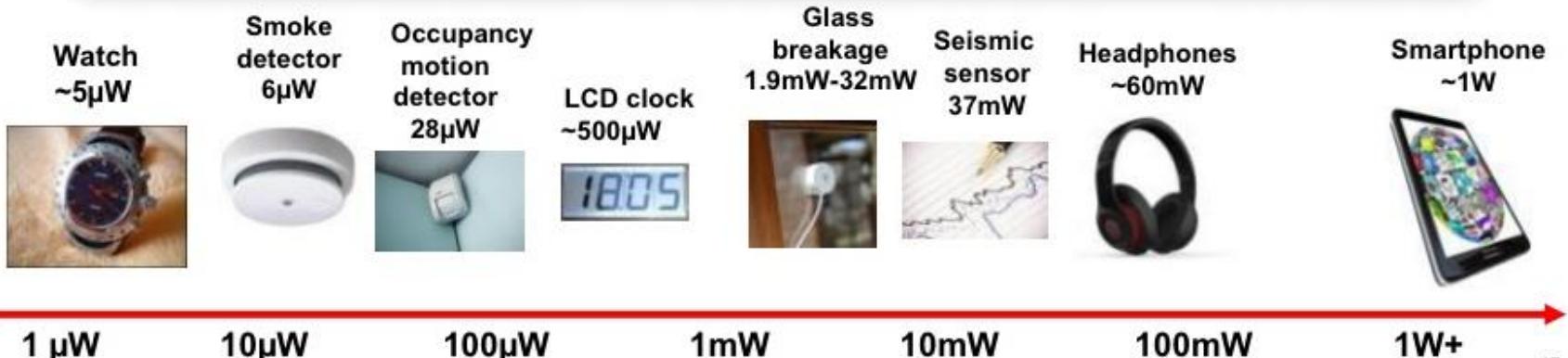
EnOcean

- Comunicación inalámbrica a 868.3 MHz
 - 868.3 MHz, ASK, 120 kbit/s
- Protocolo propietario.
 - Proveedor de módulos radio: EnOcean
- Idea:
 - Obtener la energía del entorno (*energy harvesting*)
 - Mecánica (*elementos piezoelectrinos*)
 - Térmica (*diferencias de temperatura*)
 - Luminosa (*células fotovoltaicas*)
 - Protocolo energéticamente eficiente:
 - *Telegramas cortos (<6 bytes)*
 - *<1 ms de duración de la transmisión. Pocas colisiones.*
- Otras características
 - No hay reconocimiento end-to-end
 - Repetición de telegramas con intervalos aleatorios



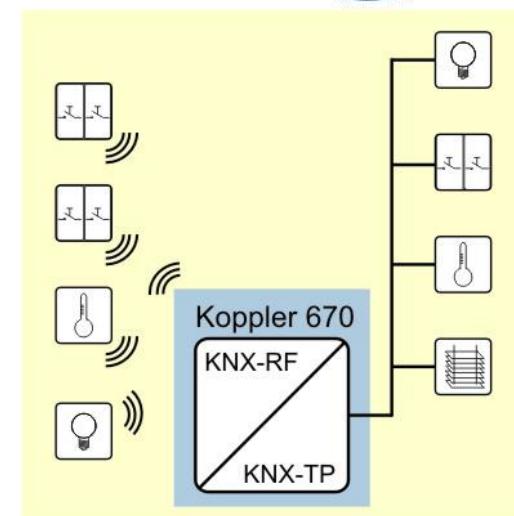
energy harvesting

Energy Source	Characteristics	Harvested Power
Light	Outdoor	100 mW/cm ²
	Indoor	100 µW/cm ²
Thermal	Human	60 µW/cm ²
	Industrial	~1-10 mW/cm ²
Vibration	~Hz-human	~4 µW/cm ³
	~kHz-machines	~800 µW/cm ³
RF	GSM 900 MHz	0.1 µW/cm ²
	WiFi	0.001 µW/cm ²



KNX-RF

- Especificación RF para KNX: EN 13757-4, 2005-2006
- 868.3 MHz, 16.384 bit/s (FSK), 25 mW
- Capa de enlace de datos usa FT-3 (IEC 870-5-2)
- Limitación del ciclo de trabajo (1% duty cycle)
- Soporta dispositivos solo TX y bidireccionales
- CRC
- Sin mecanismos de seguridad
- No hay reconocimiento en la capa de enlace
 - Sin RX, menor coste, mayor duración de batería
- Número de trama de 3 bits en lugar de la bandera de repetición de KNX
- Retransmisores para aumentar el alcance en casos excepcionales



Otros

- *Thread*
 - 2014
 - Concebido para domótica
 - Basado en 6LoWPAN y en IEEE802.15.4
- *Bluetooth Low-Energy (BLE)*
 - También conocido como *Bluetooth Smart*
 - Bluetooth Core Specification 4.2
 - Direccionamiento IP basado en 6LoWPAN
 - Incorporación en móviles en 2018
- WiFi
- Telefonía móvil (GSM/3G/4G)
- NFC (Near Field Communication)



NFC



- NFC, *Near field communication* (comunicación de campo cercano)
- Tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance que permite el intercambio de datos entre dispositivos.
- Es una norma de RFID, basada en ISO 14443 y FeliCa.
- Los estándares incluyen ISO/IEC 180922 y otros definidos por el NFC Forum (Nokia, Philips y Sony, etc., 2004).
- Modos de funcionamiento
 - Activo: ambos dispositivos generan su propio campo electromagnético.
 - Pasivo: solo un dispositivo, el iniciador de la comunicación, genera el campo electromagnético y el otro hace *backscattering*.
- Teléfonos con NFC
 - Muchos teléfonos de gama alta y gama media incluyen NFC
 - Hay SIM con NFC

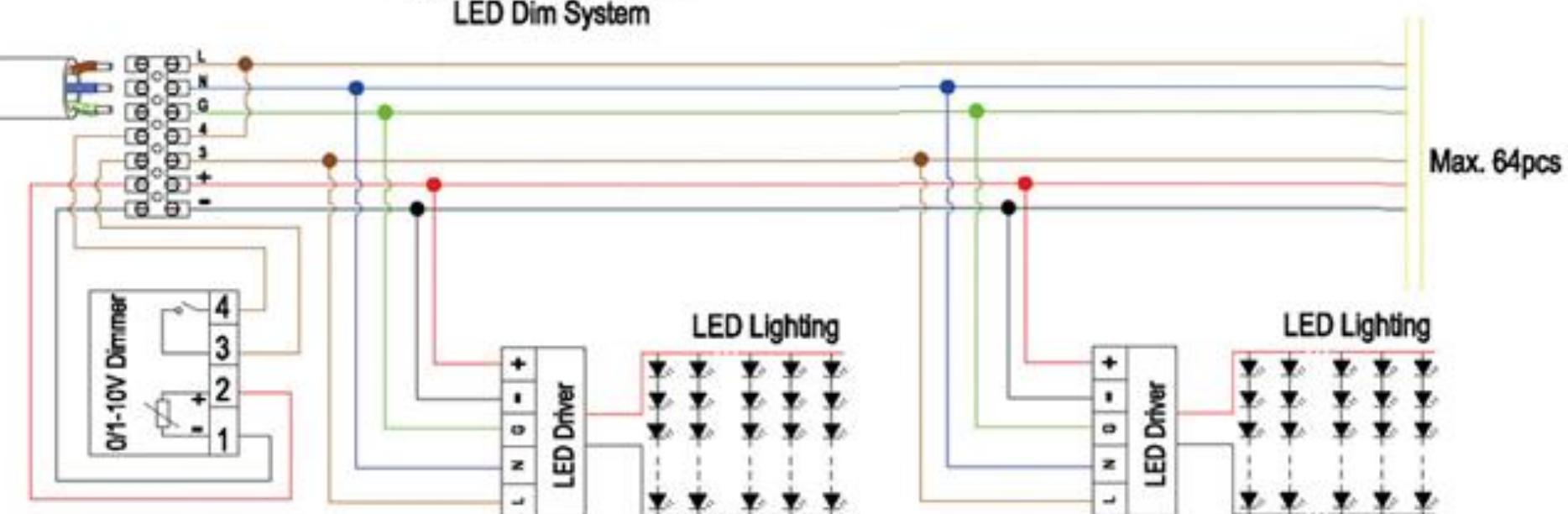


Control de iluminación

- Control de iluminación 0/1-10 V
 - Regulación analógica
- DSI (Digital Serial Interface)
 - Protocolo digital propietario
 - Precursor de DALI
- DALI (Digital Addressable Lighting Interface)
 - Muy extendido
- DMX512 (Digital Multiplex), RDM (lighting) y Art-Net

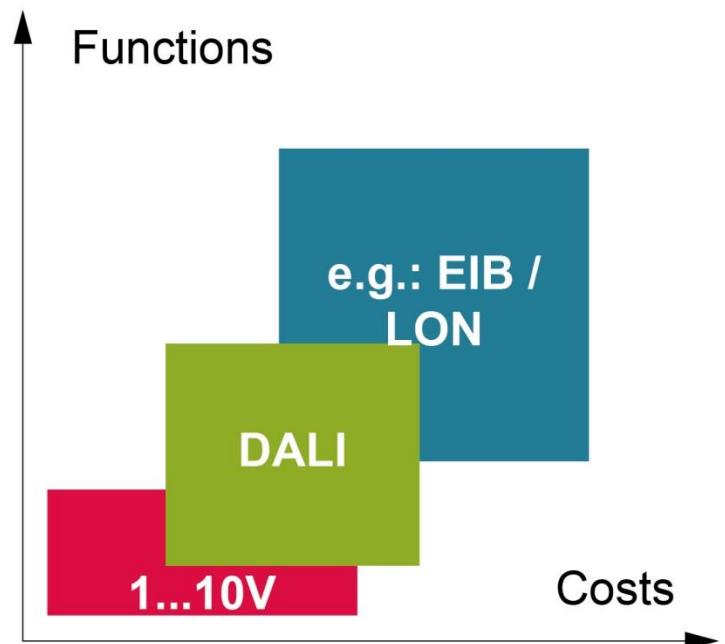
Regulación 0/1-10V

Wiring Diagram of 0/1-10V
LED Dim System



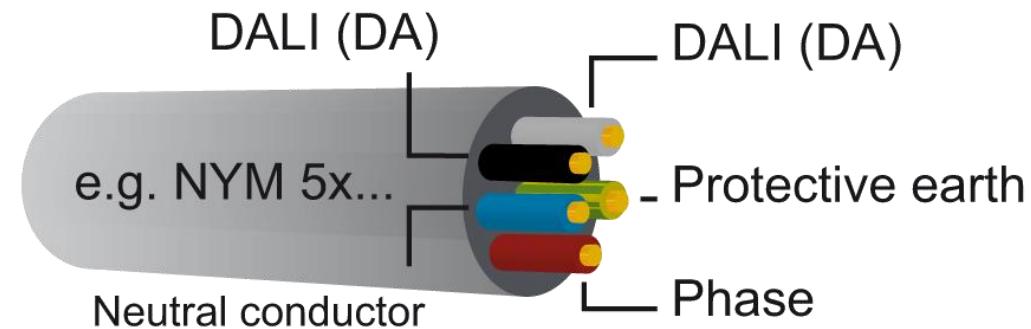
DALI

- Digital Addressable Lighting Interface (DALI)
 - Interfaz digital y direccionable para sistemas de iluminación
- Activity Group DALI: www.dali-ag.org
- Norma IEC 62386 y en IEC 60929 Ap.E
- No es necesario el registro ni la certificación de equipos
- Sistema específico para iluminación
- Complejidad media



DALI. Medio de comunicación

- Cable de cinco hilos:
 - DALI: 2x DA sin polaridad (gris y negro)
 - Tierra (amarillo/verde)
 - Fase (marron)
 - Neutro (azul)
- Sin terminaciones
- No se deben formar lazos
- Los equipos se conectan en paralelo
- Tensión de bus de 16V (de 9,5V a 22,5V)
- Corriente máxima del bus: 250mA; 2mA por dispositivo.
- Máxima caída de tensión: 2V
- Máxima distancia de cableado: 300m
- Velocidad de transmisión: 1200 Baudios
- Codificación: manchester



DALI. Funcionalidades

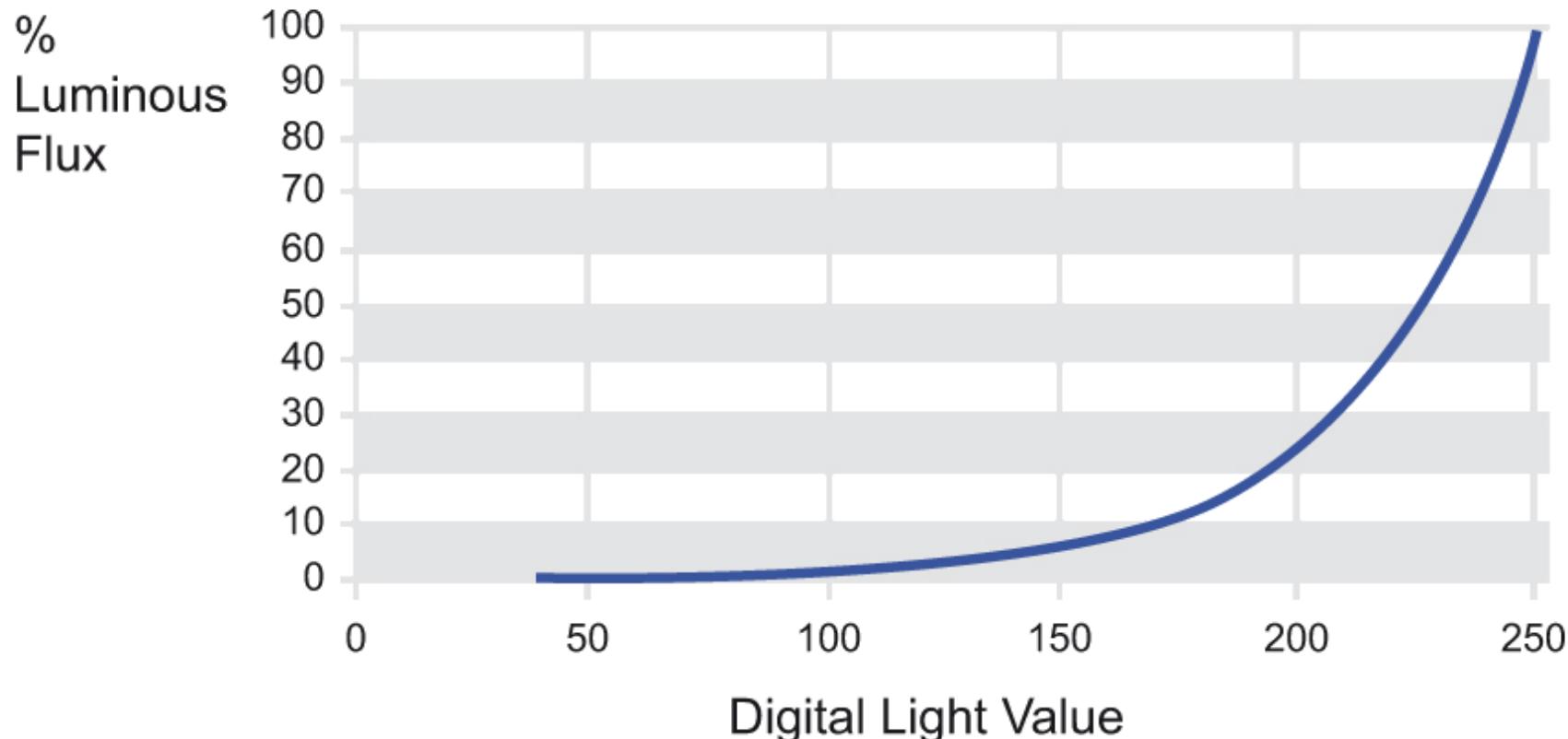
- Balastos y equipos electrónicos adecuados y disponibles para todos los tipos de lámparas
 - Lámparas halógenas, fluorescentes, bombillas incandescentes, LEDs, LED RGB, etc.
- Sistema distribuido.
 - Muchos de los ajustes y valores de iluminación se almacenan en los balastos y equipos electrónicos de iluminación
- Hasta 16 escenas diferentes
- Los dispositivos se acceden:
 - De forma individual: hasta 64 direcciones individuales
 - Por grupos: hasta 16 grupos
 - De forma simultanea: comando de multidifusión (*broadcast*).

DALI. Funcionalidades

- Tiempos configurables:
 - Tiempos de encendido y de apagado: "*fade time*"
 - Velocidad del cambio de la luz, "*fade rate*"
 - Tiempos de desconexión de escenas
- Conexión (ON/OFF)
- Regulación de
 - Luminosidad
 - Color
 - Temperatura de color : luz cálida/fría
- Se establecen valores de iluminación
- Límites de regulación máx. / mín.
- Regulación logarítmica de iluminación (como el ojo humano)
- Confirmación del estado del aparato (lámpara on/off, nivel de iluminación, fallo en lámpara o equipo electrónico)

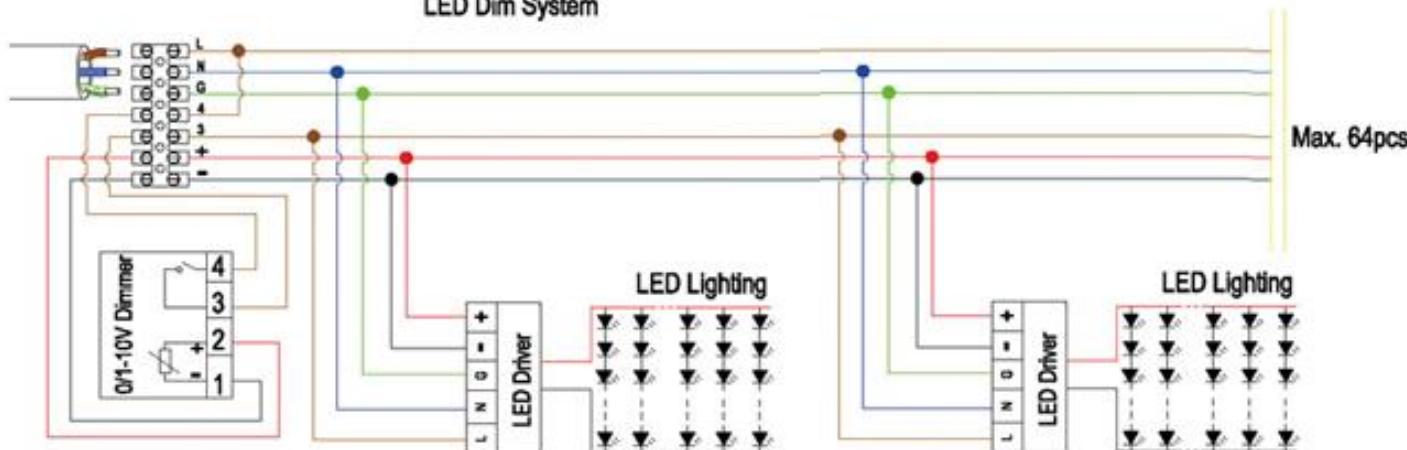
DALI. Curva de regulación logarítmica

- Ajustada a la sensibilidad del ojo humano
- Definida en la norma IEC 62386
- 256 niveles de regulación

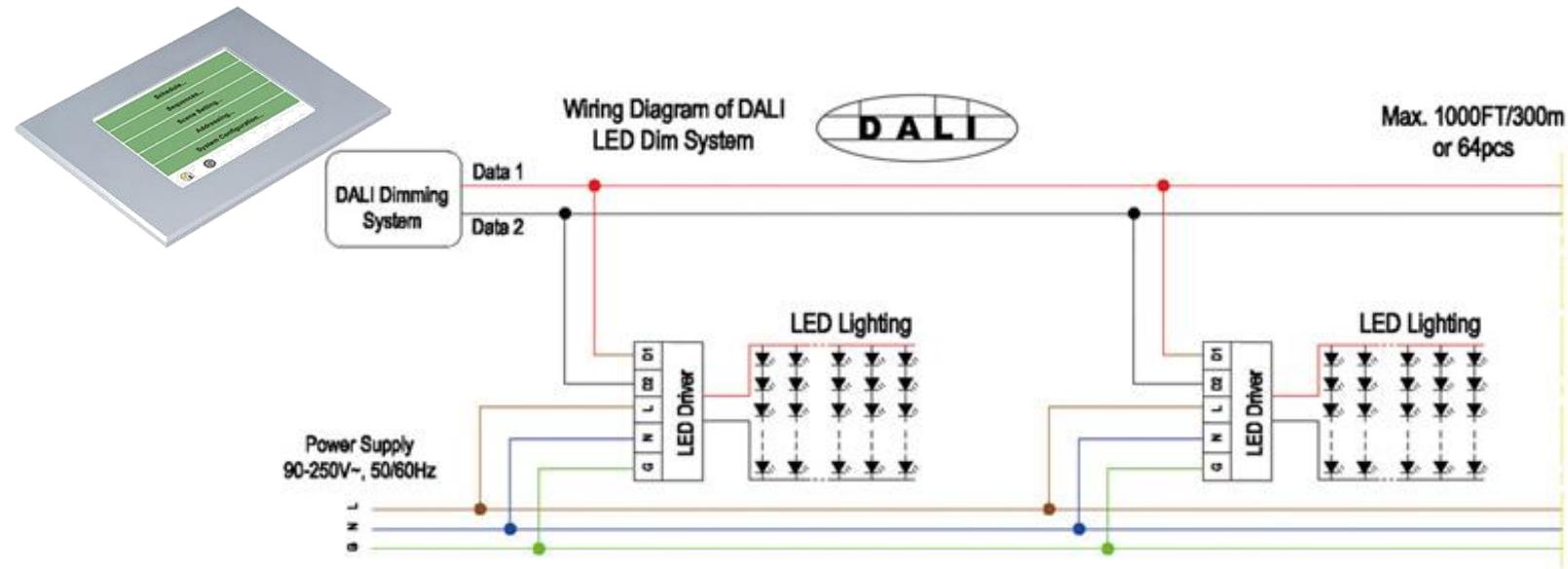


DALI vrs. 0/1-10V

Wiring Diagram of 0/1-10V
LED Dim System



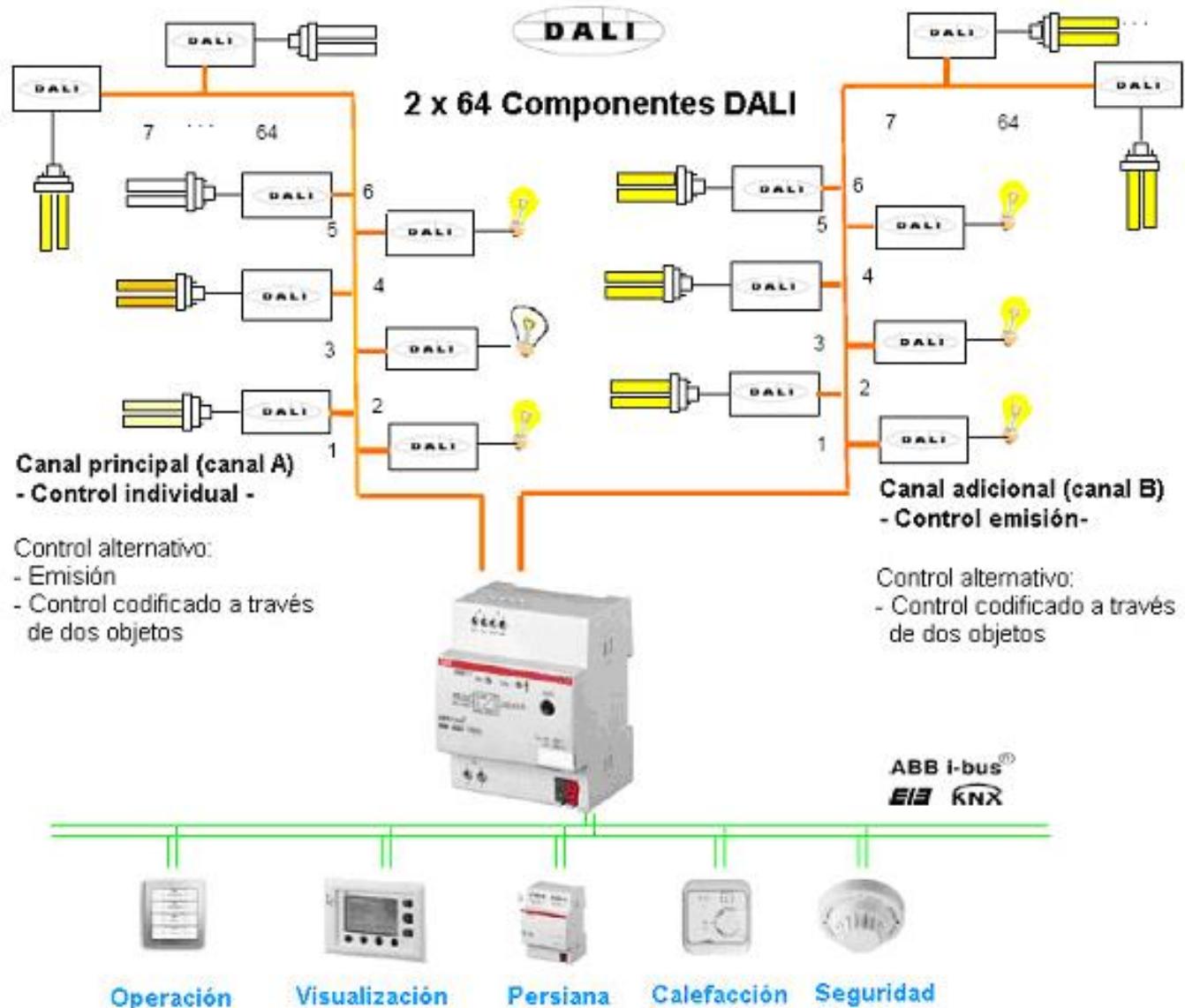
Wiring Diagram of DALI
LED Dim System



Pasarela KNX-DALI



ABB DGS 1.1



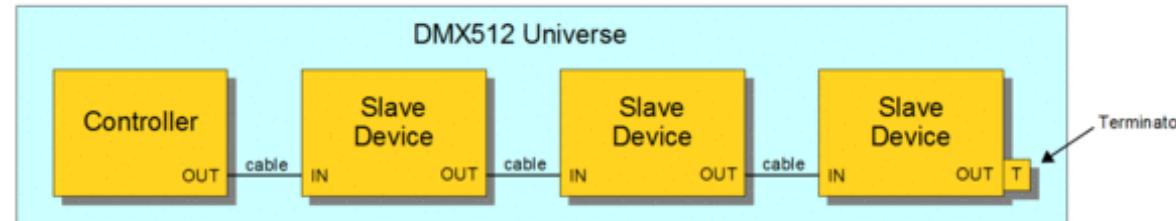
DMX512

- "Entertainment Technology — USITT DMX512-A — Asynchronous Serial Digital Data Transmission Standard for Controlling Lighting Equipment and Accessories", abreviadamente DMX (Digital MultipleX)
- Mantenido por ESTA (Entertainment Services & Technology Association)
- Muy usado para iluminación y efectos especiales en espectáculos
 - Conecta controladores (consolas de iluminación), dimmer, dispositivos de efectos especiales como máquinas de niebla, etc.



DMX512. Topología

- Sistema maestro-esclavo
- El maestro (controlador) tiene una salida para conectar los eslavos.
- Cada esclavo tiene una entrada y una salida para formar un “encadenamiento margarita” (*Daisy Chain*)
- A la salida del último dispositivo se coloca un terminador de 120Ω .
- Algunos controladores pueden controlar más de un “universo DMX”
- Canales: a cada canal se le puede asociar un valor
 - Hasta 512 canales por “universo”
 - Una lámpara convencional regulable: un canal
 - Dispositivos más complejos (RGB, etc.): varios canales
 - Valores: regulación entre 0 y 255 (0=apagado; 255>>100%)



DMX512. Capa física

- Par diferencial con especificaciones EIA-422
- Cable: par trenzado apantallado con 120Ω de impedancia característica. Terminación de 120Ω .
 - Se puede usar cable de categoría 5.
- Longitud máxima: 1200 m
- Transmisores conectados a tierra, receptores aislados.
- Conectores XLR-5 (IN>macho, OUT>hembra).
 - También puede emplearse un RJ-45.
- Pines XLR-5
 1. Señal común
 2. Datos 1- (- de datos. Primario.)
 3. Datos 1+ (+ de datos. Primario.)
 4. Datos 2- (- de datos. Secundario, opcional.)
 5. Datos 2+ (+ de datos. Secundario, opcional.)



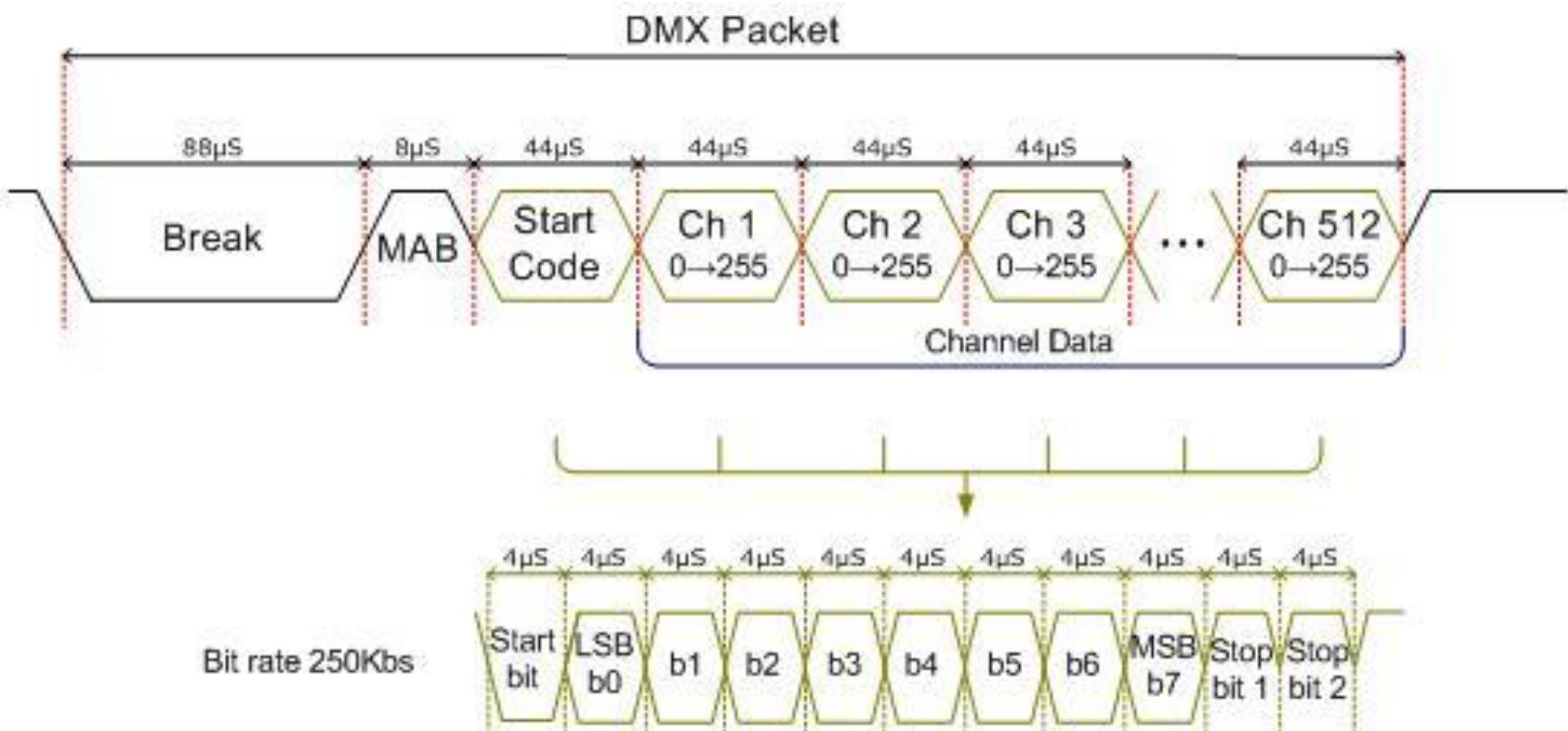
Protocolo DMX512

- Comunicación serie asíncrona
 - 250 kbit/s (4us/bit)
 - 8N2: ocho bits de datos, no paridad, dos bits de parada
 - 11 bits, 44us
- Paquete sincronizado con *Mark-After-Break (MAB)*:

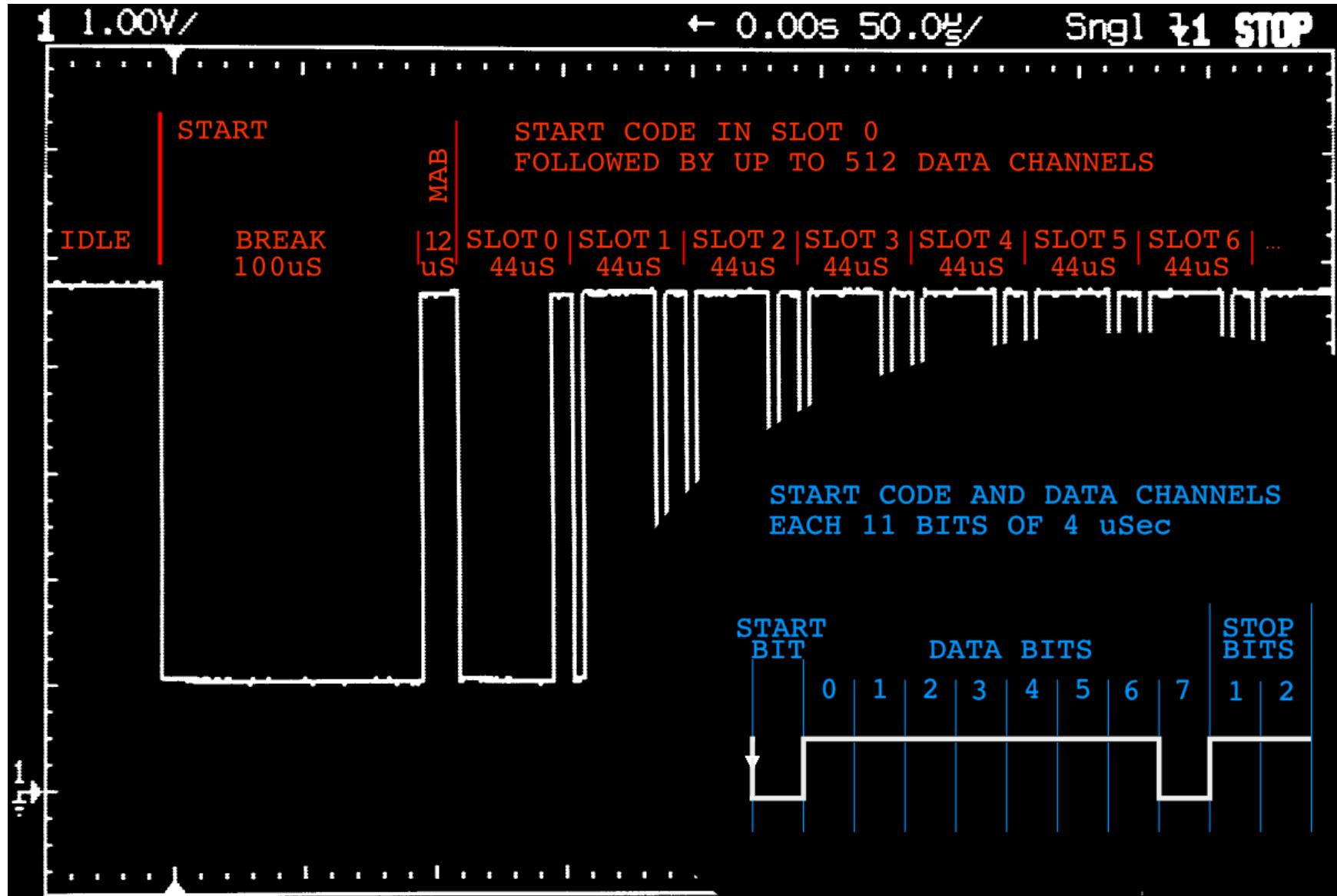
T mínimo (μ s):	Break	MAB	Entre breaks
Transmitido	92	12	1204
Reconocido por receptor	88	8	1196

- En cada paquete se envían hasta 513 caracteres
 - El primero es el código de inicio (*start code*): especifica el tipo de datos del paquete
 - *Tipo estándar para dimmers (0x00), paquetes de texto (0x17), información del sistema (0xCF), extensión RDM (0xCC)...*
 - El resto son valores de los canales (máximo 512)

Trama DMX512



Trama DMX512. Registro con osciloscopio



Ejemplo de equipo DMX512

