

Proyecto Fin de Máster
Máster en Ingeniería Electrónica, Robótica y
Automática

Proyecto Domótico de un edificio inteligente con
KNX virtual e implementación real

Autor: Carlos David Navarro

Tutor: Carolina Albea Sánchez

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2023



Proyecto Fin de Máster
Máster en Ingeniería Electrónica, Robótica y Automática

Proyecto Domótico de un edificio inteligente con KNX virtual e implementación real

Autor:

Carlos David Navarro Reyes

Tutor:

Carolina Alba Sánchez

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2023

Proyecto Fin de Máster: Proyecto Domótico de un edificio inteligente con KNX virtual e implementación real

Autor: Carlos David Navarro Reyes

Tutor: Carolina Albea Sánchez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2023

El Secretario del Tribunal

*A Dios, que da la sabiduría, a mi
esposa quien es mi ayuda idónea.*

Agradecimientos

Agradezco a Dios por la guía y la fortaleza que me ha brindado en cada paso de mi vida. Su amor incondicional y su sabiduría han sido mi roca en los momentos más desafiantes.

A mi tutora Carolina Albea Sánchez, quiero expresar mi sincero agradecimiento por su dedicación y apoyo continuo.

A mi esposa Katherine, mi compañera de vida y mi mayor apoyo, le doy las gracias por su amor, su comprensión y su constante aliento. Su presencia ha sido mi mayor bendición, y su apoyo inquebrantable ha sido mi fuerza motriz.

A mi hija Elizeth, mi mayor inspiración, le agradezco por traer alegría y luz a cada día. Su inocencia y su amor puro son un recordatorio constante de lo que realmente importa en la vida.

A mi familia, por su apoyo constante a lo largo de los años, quienes siempre me alientan y comparten mis logros como suyos.

A mis compañeros y amigos, con los que compartí excelentes momentos a lo largo de este año, les doy las gracias por su amistad y su camaradería, han hecho de este tiempo una experiencia memorable y enriquecedora.

Carlos David Navarro Reyes

Máster en Ingeniería Electrónica, Robótica y Automática

Sevilla, 2023

Resumen

La domótica, como disciplina que combina tecnología y automatización en el hogar, juega un papel cada vez más relevante en nuestra sociedad moderna. Sus aplicaciones abarcan una amplia gama de áreas, desde mejorar la eficiencia energética hasta aumentar la comodidad y la seguridad en nuestros hogares. La importancia de la domótica radica en su capacidad para optimizar el uso de recursos, simplificar tareas cotidianas y proporcionar un entorno residencial adaptativo y centrado en el usuario.

El objetivo principal de este proyecto es implementar un sistema domótico utilizando la tecnología KNX para crear un hogar inteligente que integrara de manera eficiente dispositivos y sistemas diversos, se ha utilizado esta tecnología ya que presenta varias ventajas frente a otras del mercado, como veremos a detalle más adelante. A través de la programación y configuración con ETS 5 y ETS 6, la representación virtual con KNX Virtual, y la selección cuidadosa de dispositivos como el actuador MAXinBOX, el DIMinBOX y otros, buscamos mejorar la eficiencia energética, aumentar la comodidad y reforzar la seguridad en una residencia.

Los logros obtenidos son significativos. Se ha logrado una integración coherente de dispositivos mediante la tecnología KNX, lo que ha permitido una gestión eficiente de la iluminación, Seguridad y otros aspectos del hogar. La eficiencia energética se ha mejorado notablemente, gracias a la capacidad de programar escenarios y ajustar dispositivos según las necesidades específicas. La experiencia del usuario se ha optimizado con la implementación de dispositivos como Touch-MyDesign, ofreciendo un control intuitivo y personalizado. Además, la seguridad se ha reforzado con dispositivos como el Sensor de Movimiento, proporcionando tranquilidad adicional a los residentes.

Abstract

Domotic, as a discipline that combines technology and automation in the home, plays an increasingly relevant role in our modern society. Its applications cover a wide range of areas, from improving energy efficiency to increasing comfort and security in our homes. The importance of home automation lies in its ability to optimize the use of resources, simplify everyday tasks, and provide an adaptive and user-centered residential environment.

The main objective of this project is to implement a home automation system using KNX technology to create a smart home that efficiently integrates various devices and systems, this technology has been used because it has several advantages over others on the market, as we will see in detail below. Through programming and configuration with ETS 5 and ETS 6, virtual representation with KNX Virtual, and the careful selection of devices such as the MAXinBOX actuator, the DIMinBOX and others, we sought to improve energy efficiency, increase comfort, and reinforce security in a residence.

The achievements are significant. Coherent device integration has been achieved through KNX technology, enabling efficient management of lighting, security, and other aspects of the home. Energy efficiency has been significantly improved, thanks to the ability to program scenarios and adjust devices according to specific needs. The user experience has been optimized with the implementation of devices such as Touch-MyDesign, offering intuitive and personalized control. In addition, security has been enhanced with devices such as the Motion Sensor, providing additional peace of mind to residents.

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xv
Índice de Tablas	xviii
Índice de Ilustraciones	xx
1 Introducción	1
1.1. <i>Estado del Arte</i>	1
1.1.1 Origen de la Domótica	1
1.1.2 Concepto de Domótica	1
1.1.3 Tendencias Tecnológicas en la Domótica	2
1.1.4 KNX	2
1.2. <i>Importancia de la domótica</i>	3
1.3. <i>Estándares para Domótica</i>	3
1.4. <i>Estándar KNX</i>	4
1.4.1. Topología Cableada	4
1.4.2. Ventajas y Desventajas	5
1.4.3. Herramientas Utilizadas del Estándar KNX	5
1.5. <i>Antecedentes del Proyecto</i>	7
1.6. <i>Objetivos</i>	7
2. Desarrollo del Proyecto	8
2.1. <i>Dispositivos Utilizados</i>	8
2.1.1. Fuente de alimentación ZN1PS-160MPA	8
2.1.2. Actuador DIMinBOX DX2	9
2.1.3. Actuador multifunción MAXinBOX 8 Plus	9
2.1.4. Interfaz KNX-USB	10
2.1.5. Módulo de entradas QUAD Plus	10
2.1.6. Sensor de movimiento ZN1IO-DETEC-P	11
2.1.7. Pulsador capacitivo KNX TMD (TouchMyDesign) Plus	11
2.1.8. Actuador lineal 12 VDC	12
2.1.9. Fuente de alimentación 12 VDC	12
2.1.10. Relevador 24 VDC y base	13
2.1.11. Alarma Audiovisual	13
2.1.12. Porta lámparas	13
2.2. <i>Áreas de Enfoque</i>	14
2.2.1. Cocina	14
2.2.2. Garaje	14
2.2.3. Resumen de Funciones	14
2.3. <i>Programación de KNX virtual</i>	15
2.3.1. Entorno KNX virtual	15
2.3.2. Programación en ETS 5	18

2.4. Configuración de Dispositivos ZENNIO	28
2.4.1. Configuración DIMinBOX DX2	28
2.4.2. Configuración MAXinBOX	30
2.4.3. Configuración QUAD Plus	32
2.4.4. Configuración Touch My Design (TMD)	33
2.4.5. Direcciones de grupo	35
2.4.6. Programación de dispositivos ZENNIO	35
2.5. Presupuesto	36
3. Desafíos y soluciones	38
3.1. Ejecución de KNX virtual	38
3.2. Cargar los programas a KNX virtual mediante ETS	38
3.3. Asignación de direcciones individuales de los equipos en KNX virtual	39
3.4. Invertir polaridad de motor lineal DC	39
4 Conclusiones	41
4.1. Integración de Tecnologías KNX y componentes convencionales.	41
4.2. Simulación y Prevención de Errores	41
4.3. Configuración Detallada de Dispositivos ZENNIO	41
4.4. Consideraciones Económicas	41
4.5. Experiencia del Usuario y Escenas Personalizadas	41
5 Futuras Mejoras	42
5.1. Integración de Tecnologías Emergentes	42
5.2. Optimización de Escenarios Automatizados	42
5.3. Monitoreo Remoto y Acceso Remoto	42
5.4. Actualización de Software y Firmware	42
5.5. Integración con Plataformas de Hogar Inteligente	42
6 Planos	43
7 REFERENCIAS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estándares Domóticos	4
Tabla 2 Herramientas Estándar KNX	6
Tabla 3 Presupuesto Componentes	37
Tabla 4 Presupuesto Licencias	37

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Fuente de Alimentación KNX	9
Ilustración 2 Actuador DIMinBOX DX2	9
Ilustración 3 Actuador Multifunción MAXinBOX 8	10
Ilustración 4 Interfaz KNX-USB	10
Ilustración 5 Módulo de entradas QUAD Plus	11
Ilustración 6 Sensor de movimiento ZN110-Detec-P	11
Ilustración 7 Pulsador Capacitivo KNX TMD	12
Ilustración 8 Actuador Lineal 12 VDC	12
Ilustración 9 Fuente de Alimentación 12 VDC	12
Ilustración 10 Relevador 24 VDC	13
Ilustración 11 Base Relevador 24 VDC	13
Ilustración 12 Alarma Audiovisual	13
Ilustración 13 Porta Lámparas	14
Ilustración 14 Tablero de instalación	15
Ilustración 15 Pantalla de Bienvenida KNX virtual	16
Ilustración 16 Direcciones e Interfaz TP	16
Ilustración 17 Entrar a Devices	17
Ilustración 18 Dispositivos de KNX virtual	17
Ilustración 19 Vista Dimming de KNX virtual	18
Ilustración 20 Vista Base de KNX virtual	18
Ilustración 21 Crear Nuevo Proyecto	19
Ilustración 22 Interfaz KNX virtual	19
Ilustración 23 Descargar Catalogo de KNX virtual	20
Ilustración 24 Creación de Estancias	20
Ilustración 25 Enlazar Dispositivos a Estancias	21
Ilustración 26 Dispositivos Enlazados	21
Ilustración 27 Configuración de Klix 1	21
Ilustración 28 Configuración de Klix 2	22
Ilustración 29 Configuración de Klix 3	22
Ilustración 30 Configuración de Klix 4	22
Ilustración 31 Configuración de Klix 5	23
Ilustración 32 Configuración de Klix 6	23

Ilustración 33 Configuración Movement Present Detector	23
Ilustración 34 Configuración Blinds Actuator	24
Ilustración 35 Configuración Dimming Actuator 1	24
Ilustración 36 Configuración Dimming Actuator 2	24
Ilustración 37 Configuración Dimming Actuator 3	25
Ilustración 38 2.3.2.5. Configuración Scene Module	25
Ilustración 39 Configuración de Direcciones de grupo 1	26
Ilustración 40 Configuración de Direcciones de grupo 2	26
Ilustración 41 Configuración de Direcciones de grupo 3	26
Ilustración 42 Programación de un dispositivo	27
Ilustración 43 Activar modo programación KNX virtual	27
Ilustración 44 Programación exitosa en KNX virtual	27
Ilustración 45 Cargar catálogo de ZENNIO	28
Ilustración 46 Agregar dispositivos ZENNIO	28
Ilustración 47 Configuración general DIMinBOX	29
Ilustración 48 Regulación de DIMinBOX	29
Ilustración 49 Activar escena DIMinBOX	29
Ilustración 50 Selección de escena 1 DIMinBOX	30
Ilustración 51 Configuración Escena DIMinBOX	30
Ilustración 52 Configuración MAXinBOX 1	30
Ilustración 53 Configuración MAXinBOX 2	31
Ilustración 54 Configuración MAXinBOX 3	31
Ilustración 55 Activar escenas MAXinBOX	31
Ilustración 56 Selección de escena MAXinBOX	32
Ilustración 57 Canal individual MAXinBOX	32
Ilustración 58 Tipo de entrada QUAD Plus	32
Ilustración 59 Configuración de canal 1 QUAD plus	32
Ilustración 60 Habilitar / Deshabilitar canal QUAD Plus	33
Ilustración 61 Habilitación de pulsadores	33
Ilustración 62 Configuración pulsadores principales	33
Ilustración 63 Configuración Pareja A TMD	34
Ilustración 64 Configuración Pareja B TMD	34
Ilustración 65 Configuración Pulsadores Adicionales	34
Ilustración 66 Configurar cada pulsador	34
Ilustración 67 Configuración pulsador Z5	35
Ilustración 68 Modo Programación en DIMinBOX	35
Ilustración 69 Modo Programación en MAXinBOX	35
Ilustración 70 Modo Programación en QUAD Plus	36
Ilustración 71 Modo Programación en TMD 4	36

Ilustración 72 Error ventana en blanco KNX virtual	38
Ilustración 73 Asignación de direcciones individuales	39
Ilustración 74 Direcciones Individuales Cargadas en KNX virtual	39
Ilustración 75 Cambio de Dirección Individual ETS 5	39
Ilustración 76 Salida A1, A2 MAXinBOX	40
Plano 1 Esquema Eléctrico Componentes ZENNIO	43
Plano 2 Esquema Eléctrico Motor Lineal	44

1 INTRODUCCIÓN

*Estudia, lee y comprende y mañana no serás el esclavo
servil de los tiranos.*

- Ramon Navarro -

En un mundo cada vez más interconectado, el desarrollo de proyectos domóticos se ha convertido en una respuesta innovadora para mejorar la calidad de vida de las personas. Este trabajo presenta un proyecto integral que utiliza tecnología avanzada para la automatización del hogar, centrándose en la adopción del estándar KNX para la integración eficiente de dispositivos y edificios.

1.1. Estado del Arte

1.1.1 Origen de la Domótica

El origen de la domótica se remonta a los años 70, cuando tras muchas investigaciones, aparecieron los primeros dispositivos de automatización basados en la aun exitosa tecnología X-10. Durante los años siguientes se manifestó un creciente interés por la búsqueda de la casa ideal, comenzando diversos ensayos con avanzados electrodomésticos y dispositivos automáticos para el hogar. Los primeros sistemas comerciales fueron instalados, sobre todo, en Estados Unidos y se limitaron a la regulación de la temperatura ambiente de los edificios de oficinas y poco más. Mas tarde, tras el auge de los ordenadores personales a finales de la década de los 80 y principio de los 90, se empezaron a incorporar a estos edificios los SCE (Sistema de Cableado Estructurado) para facilitar la conexión de todo tipo de terminales y periféricos entre sí, utilizando un cableado estándar y tomas distribuidas por el edificio. Además de los datos, estos sistemas de cableado permitían el transporte de la voz y la conexión de algunos dispositivos de control y seguridad, por los que aquellos edificios que disponían de un SCE, se les empezó a llamar edificios inteligentes. A mediados de los de los 90, los automatismos destinados a edificios de oficinas, junto con otros específicos, se comenzaron a aplicar a las viviendas particulares y otro tipo de edificios, dando origen a la vivienda domótica (Huidobro Moya & Millán Tejedor, 2010).

1.1.2 Concepto de Domótica

Los diccionarios franceses incorporan el término “domotique” a partir de 1998. Esta palabra traducida al castellano por domótica es originaria de la palabra latina “domus” (de la que ha derivado la raíz *domo* que quiere decir *casa*) y de la palabra francesa “informatique” (de la que ha derivado la palabra informática) o, según otros autores “robotique” (robótica) (Huidobro Moya & Millán Tejedor, 2010).

La domótica se aplica a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella, que proporcionan algún nivel de automatización dentro de la casa; pudiendo ser desde un simple temporizador para encender y apagar una luz o aparato a una hora determinada, hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico de la casa. La vivienda domótica es, por lo tanto, aquella que integra una serie de automatismo en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético, de las facilidades de la comunicación y de las posibilidades de entretenimiento (Huidobro Moya & Millán Tejedor, 2010).

1.1.3 Tendencias Tecnológicas en la Domótica

La domótica, como campo en constante evolución, está experimentando una serie de tendencias tecnológicas que están dando forma al futuro de los hogares inteligentes. Estas tendencias reflejan la creciente demanda de soluciones más avanzadas, eficientes y personalizadas para mejorar la calidad de vida de los usuarios. Algunas de las tendencias tecnológicas más destacadas en la domótica incluyen:

1.1.3.1. Interoperabilidad y Estándares Abiertos

La interoperabilidad entre dispositivos y sistemas de diferentes fabricantes se está convirtiendo en una prioridad clave. Los estándares abiertos, como KNX, Zigbee y Z-Wave, permiten la integración fluida de dispositivos de diferentes marcas, lo que brinda a los usuarios más opciones y flexibilidad al construir sus hogares inteligentes.

1.1.3.2. Internet de las Cosas (IoT)

La proliferación de dispositivos conectados a Internet está impulsando el crecimiento del Internet de las Cosas en la domótica. Sensores, dispositivos de control y electrodomésticos se conectan a la red, permitiendo una comunicación bidireccional y la recopilación de datos para análisis y automatización inteligente.

1.1.3.3. Asistentes Virtuales y Control por Voz

Los asistentes virtuales, como Amazon Alexa, Google Assistant y Apple HomeKit, están ganando popularidad en la domótica. Estos sistemas permiten a los usuarios controlar y gestionar sus hogares inteligentes mediante comandos de voz, ofreciendo una experiencia de usuario intuitiva y manos libres.

1.1.3.4. Seguridad y Privacidad

Con la creciente cantidad de datos generados por dispositivos conectados en el hogar, la seguridad y la privacidad se están convirtiendo en preocupaciones cada vez más importantes. Las soluciones de seguridad domótica, como sistemas de cifrado robustos y autenticación multifactor, son esenciales para proteger la información y los dispositivos del usuario.

1.1.3.5. Energía Renovable e Integración con Smart Grids

La integración de tecnologías de energía renovable, como paneles solares y sistemas de almacenamiento de energía, junto con la integración con Smart Grids, está permitiendo una gestión más eficiente y sostenible de la energía en los hogares inteligentes.

1.1.4 KNX

KNX es un estándar de comunicación global para la automatización de edificios y viviendas. Surgió en 1990 como resultado de la convergencia de tres estándares europeos de automatización de edificios: EIB (European Installation Bus), EHS (European Home Systems) y BatiBUS. KNX se ha consolidado como un estándar abierto y sin licencia, respaldado por la KNX Association, que cuenta con más de 500 fabricantes y miles de productos certificados (KNX Association, 2024).

La tecnología KNX se basa en una plataforma de comunicación bus, que permite la integración de una amplia gama de dispositivos y sistemas, incluyendo iluminación, calefacción, aire acondicionado, seguridad, entre otros. Su arquitectura descentralizada y su enfoque en la interoperabilidad hacen que KNX sea una opción popular para proyectos domóticos de todos los tamaños (KNX Association, 2024).

Para transferir el control de todos los datos de gestión de los componentes de los edificios se requiere un sistema que se comuniquen a través de un lenguaje común, el sistema de control de KNX a través de los medios de transmisión (par trenzado, radiofrecuencia, línea eléctrica o IP / Ethernet), se comunica con diversos dispositivos, tanto sensores como actuadores, para controlar los equipos de gestión de edificios para todas las aplicaciones: iluminación, persianas, sistemas de seguridad, gestión de energía, calefacción, ventilación y aire acondicionado, sistemas de señalización y monitorización, interfaces a servicios y sistemas de control de edificios, control remoto, medición, audio / vídeo, etc. Todas estas funciones pueden controlarse, supervisarse y señalizarse mediante un sistema uniforme sin necesidad de centros de control adicionales (Hussain Alanbari, Gachet Páez, & Angulo Zevallos, 2011).

1.2. Importancia de la domótica

La domótica, o automatización del hogar, ha evolucionado de ser un concepto futurista a una realidad tangible que ofrece soluciones inteligentes para la gestión eficiente de los recursos y la comodidad del usuario. Este proyecto tiene como objetivo materializar estas tecnologías emergentes para proporcionar un entorno residencial que no solo sea funcional, sino también inteligente y adaptable a las necesidades cambiantes de los residentes.

1.3. Estándares para Domótica

Un estándar domótico es una especificación técnica que establece reglas, protocolos y requisitos comunes para la comunicación e interoperabilidad entre dispositivos y sistemas utilizados en la domótica o automatización del hogar. Estos estándares son esenciales para garantizar que los diversos dispositivos de diferentes fabricantes puedan trabajar juntos de manera eficiente y sin problemas, creando un ecosistema coherente y funcional.

En la siguiente tabla podemos ver los principales estándares utilizados y especificaciones de cada uno de ellos.

Estándar	Protocolo de comunicación	Alcance	Topología de Red	Interoperabilidad	Usos Comunes
KNX	Bus de comunicación propietario sobre RS-485 o IP	Amplio, desde viviendas hasta edificios comerciales	Cableado, topología bus	Amplia, estándar abierto	Iluminación, calefacción, seguridad, control de persianas.
Zigbee	Basado en IEEE 802.15.4	Medio, ideal para hogares y edificios pequeños	Malla (mesh network)	Buena, especialmente entre dispositivos de un mismo fabricante	Iluminación, sensores, cerraduras inteligentes.
Z-Wave	Propietario	Medio, adecuado para hogares y pequeños negocios	Malla (mesh network)	Buena, estándar cerrado con certificación obligatoria	Iluminación, termostatos, dispositivos de seguridad.
Wi-Fi	IEEE 802.11	Amplio, cubre grandes áreas	Estrella o malla con enrutadores	Amplia, pero depende de la compatibilidad de protocolos	Dispositivos de hogar inteligente, multimedia.
Bluetooth	Bluetooth Low Energy (BLE)	Corto a medio, ideal para entornos pequeños	Punto a punto o malla en versiones más recientes	Buena, especialmente en dispositivos de un mismo fabricante	Dispositivos personales, audio, sensores.

Tabla 1 Estándares Domóticos

1.4. Estándar KNX

Se ha elegido el estándar KNX para la implementación del proyecto. La elección del estándar KNX no es casualidad. KNX es un estándar de comunicación abierto y global. Su arquitectura descentralizada y su capacidad para gestionar sistemas complejos hacen de KNX la elección ideal para nuestro proyecto domótico, garantizando una integración sin fisuras y un control eficiente de los dispositivos conectados.

KNX es un estándar internacional para la domótica y la automatización de edificios. Este protocolo permite la integración y control eficiente de sistemas de iluminación, calefacción, climatización, seguridad y otros dispositivos en el hogar o en edificaciones comerciales. Una de las características distintivas de KNX es su capacidad para unificar dispositivos de diferentes fabricantes bajo un mismo sistema.

1.4.1. Topología Cableada

La capacidad de KNX para usarse en topologías cableadas es una de sus características distintivas y una de las razones por las cuales es ampliamente adoptado en sistemas de automatización del hogar y edificios. La comunicación cableada en sistemas KNX proporciona una conexión robusta y estable, menos susceptible a interferencias y perturbaciones externas en comparación con tecnologías inalámbricas. Esto se traduce en un rendimiento constante y predecible, crucial en aplicaciones donde la fiabilidad y la precisión son fundamentales. Además, la transmisión de datos a través de cables ofrece un nivel adicional de seguridad, ya que es más difícil interceptar o interferir con la comunicación en comparación con las señales inalámbricas que pueden ser más vulnerables a ataques externos. Las redes cableadas KNX también son menos susceptibles a la sobrecarga de red, especialmente en entornos con alta densidad de dispositivos.

Sin embargo, la instalación de cables puede ser más costosa y laboriosa en comparación con las soluciones inalámbricas, especialmente en edificios existentes donde la infraestructura de cableado no está presente.

Además, la necesidad de cables físicos limita la flexibilidad en la ubicación de dispositivos y sensores,

requiriendo una planificación cuidadosa y una instalación específica para optimizar la cobertura y la eficiencia del sistema.

1.4.2. Ventajas y Desventajas

El estándar KNX ofrece varias ventajas significativas en el campo de la domótica. Su interoperabilidad es destacable, ya que permite la integración de una amplia gama de dispositivos de diferentes fabricantes, lo que brinda flexibilidad y opciones al construir un sistema domótico. Además, la comunicación cableada en sistemas KNX proporciona una conexión robusta y estable, menos susceptible a interferencias y perturbaciones externas que las tecnologías inalámbricas, lo que garantiza una mayor fiabilidad y estabilidad en el sistema. La seguridad también es un punto a favor de KNX, ya que utiliza protocolos de comunicación seguros para garantizar la integridad y la privacidad de los datos transmitidos.

Sin embargo, el estándar KNX también presenta algunas desventajas. El costo de instalación puede ser más alto debido a la necesidad de cables y dispositivos específicos, lo que puede ser una barrera para algunos usuarios, especialmente en proyectos más pequeños. Además, la configuración inicial de un sistema KNX puede requerir conocimientos técnicos y habilidades específicas, lo que puede resultar en una curva de aprendizaje más pronunciada para los usuarios no familiarizados con la tecnología. La necesidad de cableado físico también puede limitar la flexibilidad en la ubicación de dispositivos y sensores, lo que puede requerir una planificación cuidadosa y una instalación específica para optimizar la cobertura y la eficiencia del sistema. Finalmente, la instalación y configuración de sistemas KNX pueden llevar más tiempo en comparación con tecnologías inalámbricas, lo que puede retrasar la puesta en marcha del sistema domótico.

1.4.3. Herramientas Utilizadas del Estándar KNX

En la siguiente tabla podemos observar que herramientas se han utilizado en este proyecto del estándar KNX y una descripción de su utilidad.

Herramientas	Descripción	Utilidad	Características Destacadas
ETS6 (Engineering Tool Software 6)	ETS 6 es la última versión del software de ingeniería utilizado para la programación y configuración de instalaciones KNX.	<ul style="list-style-type: none"> - Programación de dispositivos KNX. - Configuración de la topología de la red. - Diagnóstico y mantenimiento de instalaciones KNX. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interfaz mejorada y amigable. - Soporte para la última tecnología KNX. - Herramientas avanzadas de diagnóstico.
ETS5 (Engineering Tool Software 5)	Versión anterior de ETS 6, sigue siendo ampliamente utilizada.	<ul style="list-style-type: none"> - Programación y configuración de instalaciones KNX. - Mantenimiento de instalaciones existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interfaz intuitiva. - Soporte para una amplia gama de dispositivos KNX. - Herramientas de diagnóstico eficaces.
KNX Virtual	KNX Virtual es una herramienta de simulación y visualización que permite planificar y representar gráficamente instalaciones KNX.	<ul style="list-style-type: none"> - Visualización y planificación de proyectos KNX. - Simulación de escenarios y dispositivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se trabaja con un catálogo de dispositivos proporcionados por KNX Association
ZENNIO	ZENNIO es una línea de dispositivos desarrollados por KNX Association para la integración de sensores y actuadores en sistemas KNX.	<ul style="list-style-type: none"> - Integración de sensores y actuadores en redes KNX. - Proporciona un marco para dispositivos inteligentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estándar para dispositivos que cumplen con KNX IoT. - Facilita la interoperabilidad de sensores y actuadores.

Tabla 2 Herramientas Estándar KNX

1.4.3.1. KNX virtual

Para proporcionar una representación visual del proyecto y permitir tener una idea previa a la implementación real, se incorpora KNX Virtual. Esta herramienta permitirá a los usuarios visualizar cómo se interconectan los dispositivos en una vivienda, ofreciendo una visión previa del proyecto. KNX Virtual desempeñará un papel esencial en la fase de diseño y planificación al proporcionar una representación gráfica de la configuración del sistema y su funcionalidad prevista.

1.4.3.2. ETS 5

Hemos utilizado la versión 5 de ETS para comunicar con el KNX virtual, ya que nos es compatible con la versión 6 de ETS.

1.4.3.3. ETS 6

Es la versión más reciente del Software para programación en el estándar KNX, se ha utilizado para la programación de los dispositivos físicos del Proyecto, en este caso los dispositivos de la línea ZENIO. Se han

programado con este Software ya que brinda muchas facilidades y mejoras en comparación con ETS 5.

1.4.3.4. ZENNIO

Es una línea de dispositivos para domotización, Zennio es una empresa líder en el sector de la domótica y la automatización del hogar. Se especializa en el diseño, fabricación y comercialización de dispositivos y soluciones que permiten a los usuarios controlar y gestionar diversos aspectos de sus hogares y edificios de forma inteligente. La marca Zennio es conocida por su enfoque en soluciones basadas en el estándar KNX.

1.5. Antecedentes del Proyecto

Este proyecto surge como respuesta a la creciente demanda de soluciones domóticas que no solo optimicen el consumo energético, sino que también ofrezcan un control centralizado y una experiencia de usuario mejorada. KNX, al ser un estándar reconocido a nivel mundial, proporciona una base sólida para la creación de un ecosistema domótico confiable y flexible.

1.6. Objetivos

El objetivo primordial es implementar un sistema domótico integral que abarque áreas como iluminación, seguridad y confort, tomando como base el garaje y la cocina de una vivienda, pudiéndose replicar en las distintas habitaciones de una casa. Al adoptar KNX como estándar, buscamos lograr una sinergia eficiente entre los dispositivos, permitiendo una gestión centralizada a través de interfaces amigables y accesibles.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

La creatividad simplemente consiste en conectar cosas
Steve Jobs

El proyecto domótico propuesto tiene como objetivo transformar una vivienda convencional en un entorno inteligente y adaptativo, utilizando la tecnología KNX como columna vertebral para la integración de dispositivos y sistemas. Centraremos nuestras iniciativas en dos áreas fundamentales de la residencia: la cochera y la cocina, pero también podríamos replicar las aplicaciones en distintas habitaciones, ya que serían de similar implementación

2.1. Dispositivos Utilizados

Para llevar a cabo el proyecto se han utilizado diferentes dispositivos tanto del estándar KNX (en específico de la línea de productos ZENNIO), como dispositivos de otros fabricantes, aprovechando así la interoperabilidad de KNX. A continuación, se detallan cada uno de estos dispositivos:

2.1.1. Fuente de alimentación ZN1PS-160MPA

Según el fabricante: “Fuente de alimentación KNX (29 VDC, bobina incluida) con fuente auxiliar de 29 VDC que proporciona hasta 160 mA de alimentación al bus KNX y hasta 250 mA en conjunto. Esta fuente de alimentación es suficiente para alimentar los dispositivos de una pequeña instalación KNX. Tensión de alimentación de 230 V ~ 50/60 Hz. Instalación en carril DIN” (ZENNIO, 2023).



Ilustración 1 Fuente de Alimentación KNX

La fuente de alimentación se ha utilizado para proporcionar el bus de datos KNX y comunicar todos los dispositivos, este bus se instala por par trenzado lo que da robustez en la comunicación. Además, se ha utilizado la fuente auxiliar de 29 VDC que brinda la fuente, para alimentar 4 relevadores necesarios para el control de un motor DC, el cual se describirá posteriormente.

2.1.2. Actuador DIMinBOX DX2

Según la descripción del fabricante el actuador DIMinBOX DX2 es: “Actuador dimmer universal (RLC, LED, CFL*) para carril DIN (4.5 unidades): 2 canales 310 W o 1 canal 600 W a 230 VAC (2 canales 200 W o 1 canal 400 W a 110-125 VAC). Detección automática de carga (RLC). Curvas de regulación para LED y CFL configurables. Permite control manual a través de pulsadores. Incluye 10 funciones lógicas independientes. Además, dispone de 2 entradas analógico-digitales que pueden ser configuradas como entradas binarias multifunción, para sensores y pulsadores libres de potencial, como entradas de sondas de temperatura o como entradas de sensores de movimiento. Detección de cortocircuito, falta de alimentación, sobretensión, sobrecalentamiento, frecuencia anómala y mala parametrización.” (ZENNIO, 2023).



Ilustración 2 Actuador DIMinBOX DX2

Este actuador se ha utilizado para el control de iluminación de toda la instalación, tanto de la cocina como de la cochera, además se ha aprovechado que sus salidas son tipo dimmer para la creación de escenas con la iluminación.

2.1.3. Actuador multifunción MAXinBOX 8 Plus

La descripción del fabricante es: “MAXinBOX 8 Plus es un actuador multifunción para carril DIN que ofrece

configuración múltiple de hasta 4 canales de persiana, hasta 8 salidas independientes de hasta 16 A (válidas para carga capacitiva) y hasta 2 bloques de control de fan coil de 2 tubos. Permite control manual a través de pulsadores. Incluye 20 funciones lógicas independientes. 4,5 unidades carril DIN.” (ZENNIO, 2023).

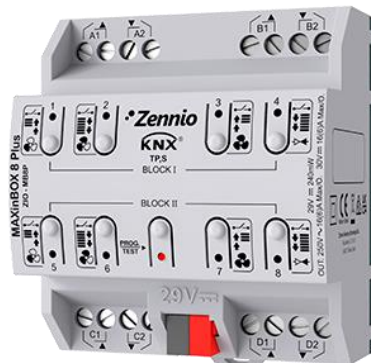


Ilustración 3 Actuator Multifunción MAXinBOX 8

El actuador MAXinBOX se ha utilizado para activar la alarma General de la vivienda, esta alarma se puede activar ya sea porque se active el sensor de inundación que se ha instalara en la cocina, o se active el sensor contra intrusos que se ha instalado en la cochera. El sensor de inundación que se ha instalado en la cocina se podría replicar en lugares que se tienden a ser afectados por una inundación, como ser en los baños o donde este instalado el contador de agua. En el caso de la alarma contra intrusos también se podría replicar en otros sectores de la vivienda.

2.1.4. Interfaz KNX-USB

“Programador de instalaciones KNX a través de USB. Incluye LEDS para mostrar el estado de conexión KNX y el dispositivo USB. También permite la monitorización de la instalación KNX mediante ETS.” (ZENNIO, 2023).



Ilustración 4 Interfaz KNX-USB

Este dispositivo se utiliza para comunicar el ordenador con los dispositivos KNX y así programarlos o diagnosticar un fallo mediante el software ETS 6.

2.1.5. Módulo de entradas QUAD Plus

“Sensor analógico / digital. QUAD Plus es un sensor analógico – digital que ofrece amplias funcionalidades. Dispone de 4 entradas que pueden ser configuradas como entradas binarias multifunción, optoacopladas para sensores y pulsadores libres de potencial, como sonda de temperatura o como entrada de sensor de movimiento. Incluye cuatro termostatos de zona para control de circuitos de frío/calor.” (ZENNIO, 2023).



Ilustración 5 Módulo de entradas QUAD Plus

Este módulo se ha configurado para recibir la señal del sensor de movimiento que se instala en la cochera para la detección de un intruso, cuando se active la señal del sensor será recibida al QUAD plus y este a su vez activara la alarma general de la casa mediante el actuador MAXinBOX.

2.1.6. Sensor de movimiento ZN1IO-DETEC-P

“El sensor de movimiento con tecnología de detección infrarroja se complementa con un sensor de luminosidad integrado que mejora la funcionalidad del dispositivo. Se conecta directamente a la entrada de un dispositivo Zennio. Es posible la ampliación del área de detección de movimiento con sólo instalar dos sensores en paralelo en la misma entrada. Sencillo de instalar y de reducidas dimensiones.” (ZENNIO, 2023).

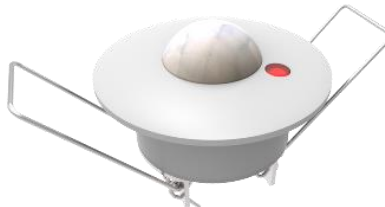


Ilustración 6 Sensor de movimiento ZN1IO-Detec-P

Como se menciona en el inciso anterior este sensor se comunica con el QUAD plus para mandar una señal de haber un intruso en la cochera, esta aplicación se podría replicar en diferentes áreas de la casa donde se crea necesario la detección de intrusos. Se ha configurado de tal modo que se puede activar o desactivar según lo requiera el usuario mediante un botón en la central táctil.

2.1.7. Pulsador capacitivo KNX TMD (TouchMyDesign) Plus

“TMD Plus es un pulsador capacitivo KNX que satisface los requerimientos de diseño de cualquier proyecto por su total personalización. Cualquiera puede crear composiciones únicas, como decidir una instalación horizontal o vertical. Su personalización está basada en una impresión profesional sobre cristal templado de gran resistencia. El diseño de autor se completa con un marco de aluminio anodizado. Los formatos disponibles son de 4, 6 y 8 pulsadores táctiles que pueden ser utilizados como controles personalizados con indicadores LED. TMD tiene 5 LEDS que pueden ser usados como botones adicionales para asignar funciones directas. También incluye la función de termostato con sensor de temperatura integrado y dos entradas analógico-digitales de gran funcionalidad. La instalación se realiza en la caja de mecanismos estándar.” (ZENNIO, 2023).



Ilustración 7 Pulsador Capacitivo KNX TMD

Este panel se ha utilizado como central de entradas, mediante este se maneja la iluminación de las habitaciones, la puerta de la cochera, manejo de las escenas y también se ha utilizado para simular la activación del sensor de inundación.

2.1.8. Actuador lineal 12 VDC

Se ha utilizado un actuador lineal para simular el movimiento de la puerta de entrada de la cochera, el voltaje y la potencia son considerablemente pequeños para realizar una maniobra en la puerta real, pero para nivel demostrativo es muy útil, ya que se controla como se controlaría un motor de mayor dimensión.



Ilustración 8 Actuador Lineal 12 VDC

2.1.9. Fuente de alimentación 12 VDC

Esta fuente regulable se utiliza para la alimentación de 12 VDC necesarias para el actuador lineal.



Ilustración 9 Fuente de Alimentación 12 VDC

2.1.10. Relevador 24 VDC y base

Los relevadores se han utilizado para realizar la maniobra de cambio de polaridad necesaria para subir y bajar el actuador lineal. Estos Relevadores están se utilizan 4 en total, 2 conectados a la salida A1 del MAXinBOX y 2 conectados a la salida A2 del MAXinBOX.

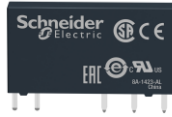


Ilustración 10 Relevador 24 VDC



Ilustración 11 Base Relevador 24 VDC

2.1.11. Alarma Audiovisual

Se ha instalado una alarma general para la casa, será activada por el sensor de inundación o por la detección de un intruso. Esta alarma está conectada a la salida 5 del MAXinBOX.



Ilustración 12 Alarma Audiovisual

2.1.12. Porta lámparas

Se instalan 2 porta lámparas, 1 para la iluminación de la cochera conectada en la salida C1 del DIMinBOX y otra para la cocina conectada en la salida C2 del DIMinBOX.



Ilustración 13 Porta Lámparas

2.2. Áreas de Enfoque

2.2.1. Cocina

La cocina, como núcleo de actividad en muchos hogares, se beneficiará de la automatización en el control de iluminación, y sistemas contra inundaciones, que se conectará con la alarma general de la casa.

Las funciones implementadas en esta habitación son las siguientes:

- **Iluminación:** Se controla mediante la central TouchMyDesign con el botón Z1 que se encuentra en la parte inferior de la central, y para la salida se necesita el DIMinBOX DX 2 en la salida C2, esta salida se proporciona un voltaje de 220 V, donde se conecta directamente la lámpara de iluminación, no necesita de relé ni ningún otro dispositivo intermediario ya que está fabricado para este tipo de cargas.
- **Detector de Inundación:** Es un dispositivo que activa una señal cuando detecta la presencia de agua a cierto nivel del piso, en este caso se utiliza un botón Z2 de la central TouchMyDesign para simular una señal digital que emitiría el sensor de inundación, esto activa la salida 5 del MAXinBOX 8 plus, en la cual está conectada una alarma audiovisual que utilizaremos como alarma general de la casa.

2.2.2. Garaje

La automatización del Garaje se centrará en la gestión eficiente del acceso vehicular, la iluminación y la seguridad. Sensores de presencia, sistemas de iluminación y la integración con dispositivos de seguridad que activarán una alarma general en la casa serán clave para optimizar este espacio.

Las funciones implementadas en esta habitación son las siguientes:

- **Puerta de entrada:** Se controla mediante los botones A1-A2 de la central TouchMyDesign, manteniendo el botón A1 mandará la señal al controlador MAXinBOX, quien mediante la salida 1(A1) comenzará a abrir la puerta hasta que llegue al sitio más alto o se toque ligeramente el botón A1 o A2 de la central TMD para detenerla en cualquier sitio intermedio. De esta misma manera se controla para bajar la puerta con el botón A2 de la central TMD
- **Iluminación:** Mediante los botones B1 – B2 de la central TMD se envía una señal al actuador DIMinBOX en la salida C1, quien alimenta directamente la porta lámpara de la habitación.
- **Alarma de intruso:** Se instala el sensor de movimiento ZN110-DETEC-P en una zona estratégica de la habitación, que manda una señal al módulo de entradas QUAD plus, quien se comunica con el controlador MAXinBOX para activar la alarma general. Este sensor puede activar o desactivar la detección de presencia mediante el botón Z3 de la central TMD.

2.2.3. Resumen de Funciones

En la siguiente tabla se hace un resumen de todas las funciones que se han realizado en las habitaciones.

Estancia	Aplicación	Dispositivo de Entrada	Dispositivo de salida	Actuador
Cocina	Iluminación	Touch-MyDesign plus 4 / botón Z1	DIMinBOX DX2/ Salida C2	Bombilla
Cocina	Alarma de inundación	Touch-MyDesign plus 4 / botón Z2	MAXinBOX 8 plus/Salida 5	Alarma audible visual
Cochera	Iluminación	Touch-MyDesign plus 4 / botón B1–B2	DIMinBOX DX2/ Salida C1	Bombilla
Garaje	Alarma de intruso	QuadPlus / Sensor de movimiento / botón Z3 del TMD	MAXinBOX 8 plus/Salida 5	Alarma
Garaje	Compuerta de cochera	Touch-MyDesign plus 4 / botón A1–A2	MAXinBOX 8 plus/Salida A1-A2	Motor DC

Todas estas funciones se han representado en un tablero con el fin de demostrar físicamente la instalación de los dispositivos.

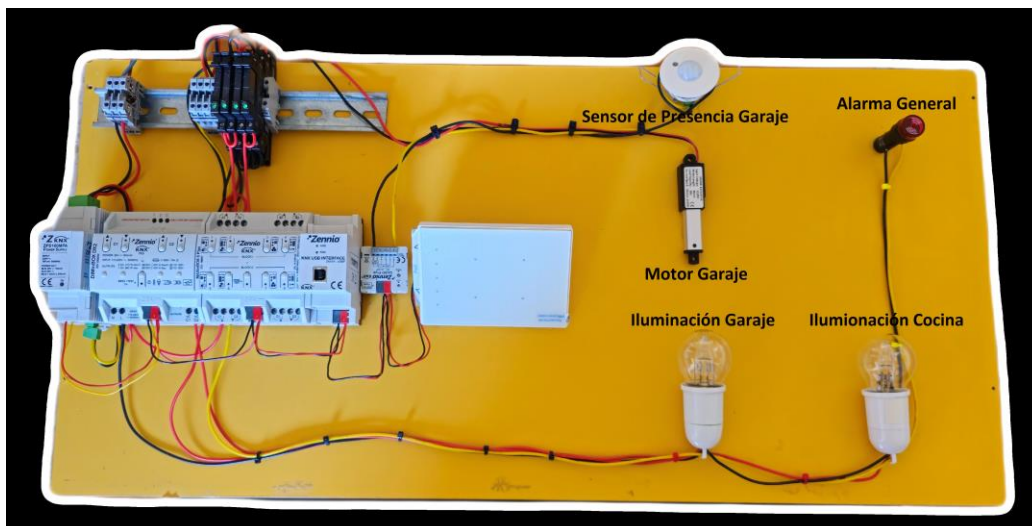


Ilustración 14 Tablero de instalación

2.3. Programación de KNX virtual

Antes de implementar el proyecto físicamente, se ha utilizado KNX virtual, de modo que se puede configurar todas las funciones que se harán en la instalación real y poder prevenir posibles errores y también tener una idea de cómo funcionara en la instalación real.

2.3.1. Entorno KNX virtual

Para obtener el software es necesario descargar el simulador desde la página oficial de KNX, en su versión gratuita nos permite configurar hasta 5 dispositivos en cada proyecto.

Al abrir el ejecutable descargado la primera pantalla que veremos es la bienvenida, debemos pulsar en Settings para comenzar con la configuración.

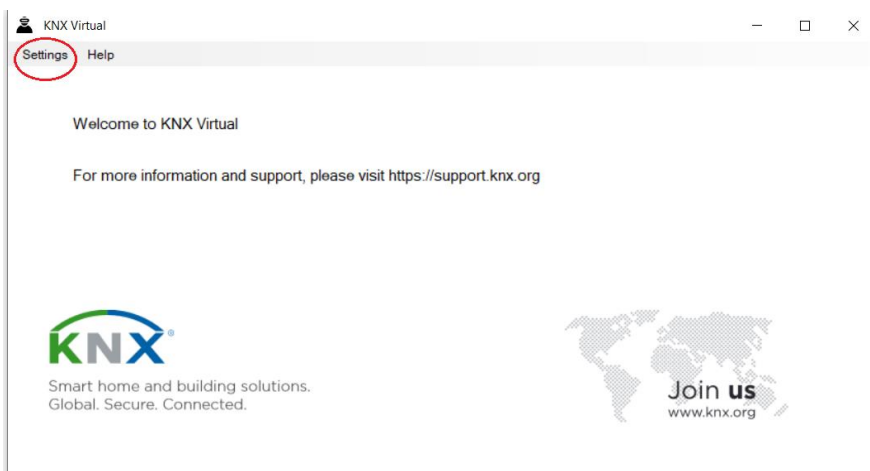


Ilustración 15 Pantalla de Bienvenida KNX virtual

Luego veremos la direcciones y tipos de interfaz para la comunicación en KNX, en este proyecto se utilizará la interfaz TP que se refiere específicamente a la transmisión de datos a través de pares trenzados (Twisted Pair) de cables. No es necesario cambiar la dirección que tiene por defecto, solo debemos de tomar en cuenta que esta dirección no debemos usarla para ningún otro dispositivo en la red, ya que generara conflicto en la comunicación, en este caso dejaremos la dirección 1.1.255, luego pulsamos OK.

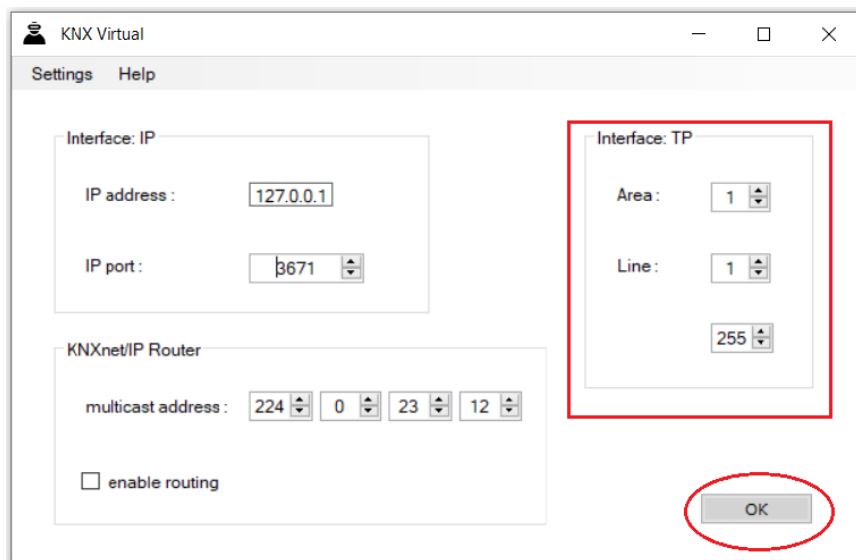


Ilustración 16 Direcciones e Interfaz TP

Veremos la pantalla principal del simulador donde tenemos el menú de las diferentes visualizaciones que tiene el software, comenzaremos con la pantalla que nos permite seleccionar los dispositivos, pulsamos en Devices.

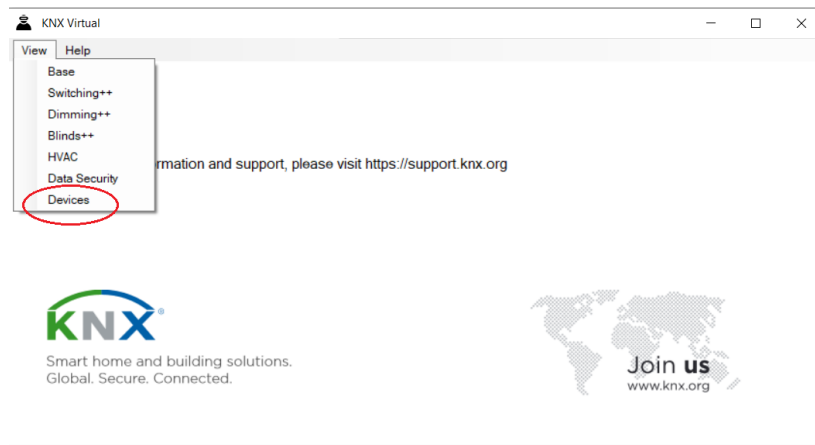


Ilustración 17 Entrar a Devices

Nos desplegará la pantalla de los dispositivos que podemos programar con el simulador, en total son 14, por motivos de utilizar la versión gratuita programaremos 5.

- 1) Klix, número de pedido PB-b02: Es el módulo que nos permite programar las entradas para controlar los actuadores que programemos.
- 2) Movement Presence Detector, número de pedido MP-b01: Este módulo nos permite simular un sensor de presencia o movimiento.
- 3) Blinds Actuator, número de pedido BA-b01: Nos permite simular las persianas o puertas en la simulación.
- 4) Dimming Actuator, número de pedido DA-b01: Nos permite controlar lámparas en la simulación.
- 5) Scene Module, número de pedido SM-b02: Para poder simular escenas es necesario utilizar este módulo

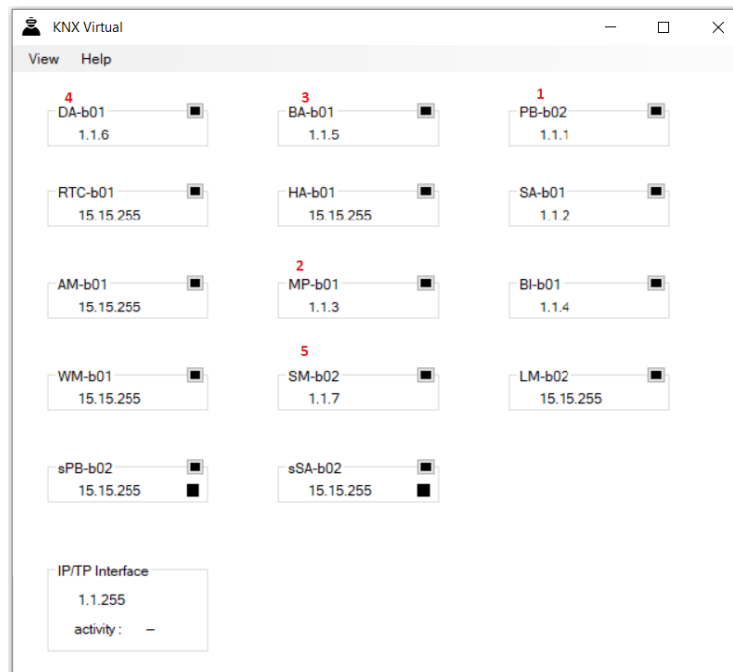


Ilustración 18 Dispositivos de KNX virtual

En la Ilustración 18 podemos ver que cada módulo tiene una dirección TP asignada, en el apartado 2.3.2 se explica la forma de asignarlas.

Para contemplar las simulaciones utilizamos las vistas: **Dimming** para observar las simulaciones de lámparas y sensor de movimiento y **Base** para observar las simulaciones de la puerta y las escenas.

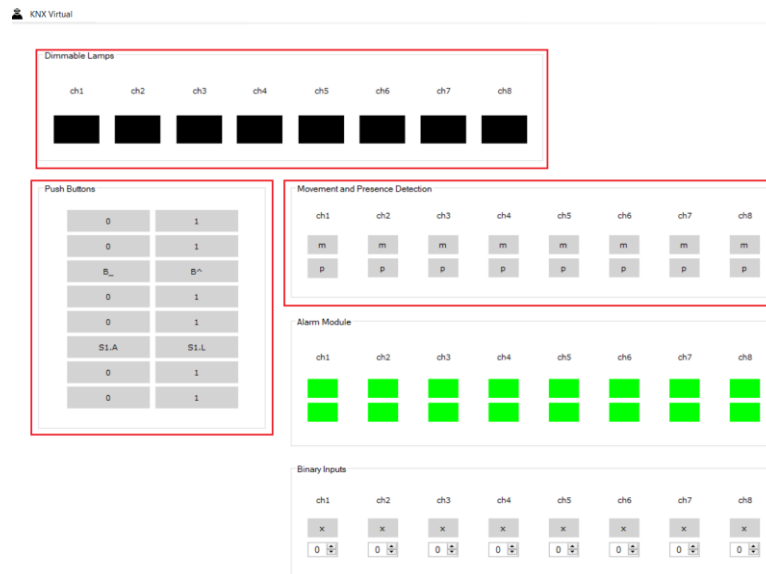


Ilustración 19 Vista Dimming de KNX virtual



Ilustración 20 Vista Base de KNX virtual

2.3.2. Programación en ETS 5

Para programar los dispositivos en el simulador es necesario utilizar la versión ETS 5 del estándar KNX, ya que el simulador no es compatible con otra versión.

Lo primero que debemos hacer es crear un nuevo proyecto, esto lo hacemos desde la pantalla de visión general tocando el botón + (1), colocamos el nombre del proyecto (2), seleccionamos la Tipología de par trenzado TP (3) y apretamos en crear proyecto (4).

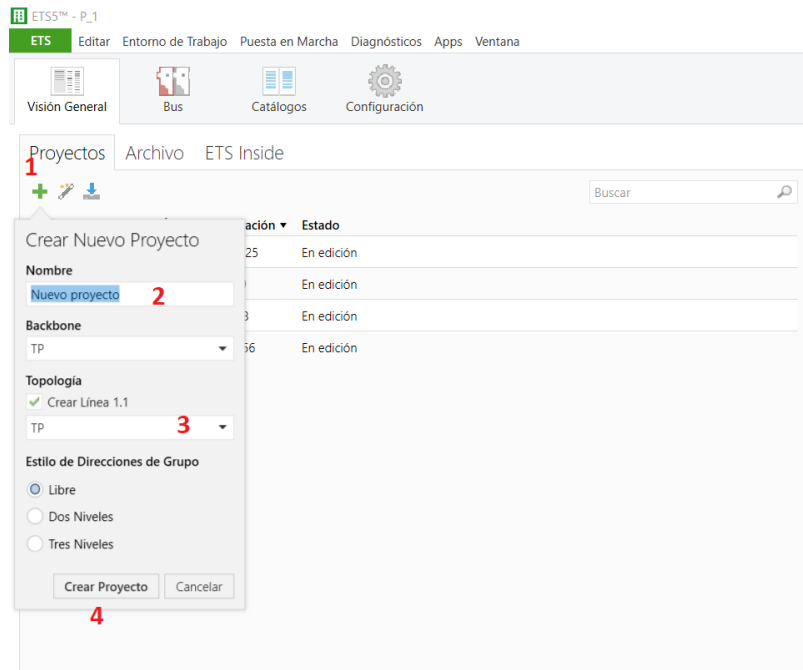


Ilustración 21 Crear Nuevo Proyecto

Luego debemos seleccionar el interfaz para comunicarnos con el simulador, es necesario tener abierto el KNX virtual para que nos aparezca la opción de la interfaz.

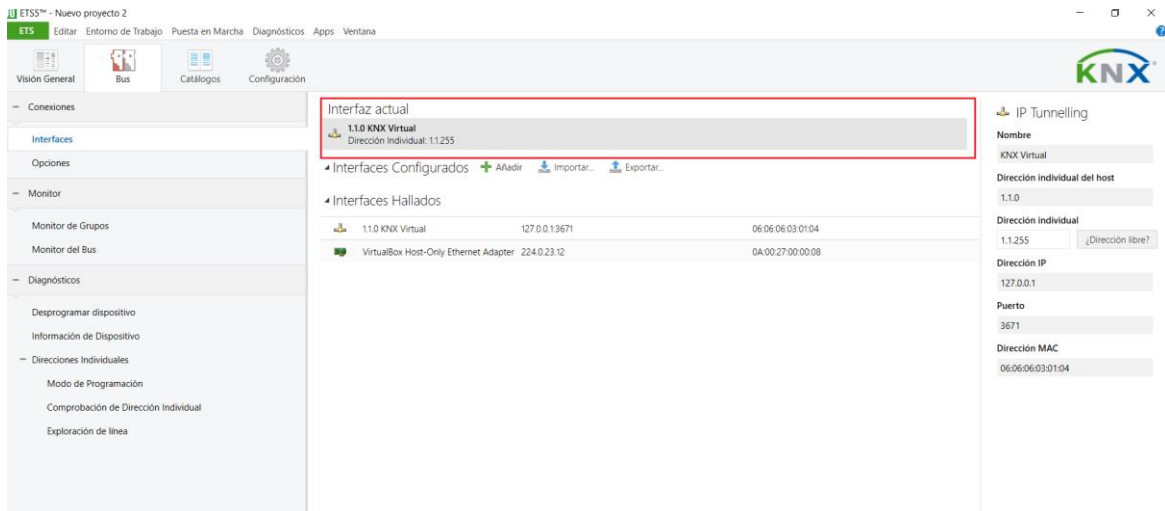


Ilustración 22 Interfaz KNX virtual

Debemos importar el catálogo de los dispositivos de KNX virtual, damos al botón Catálogos (1), Luego buscamos KNX Association y seleccionamos KNX Virtual (2), por último seleccionamos descargar (3).

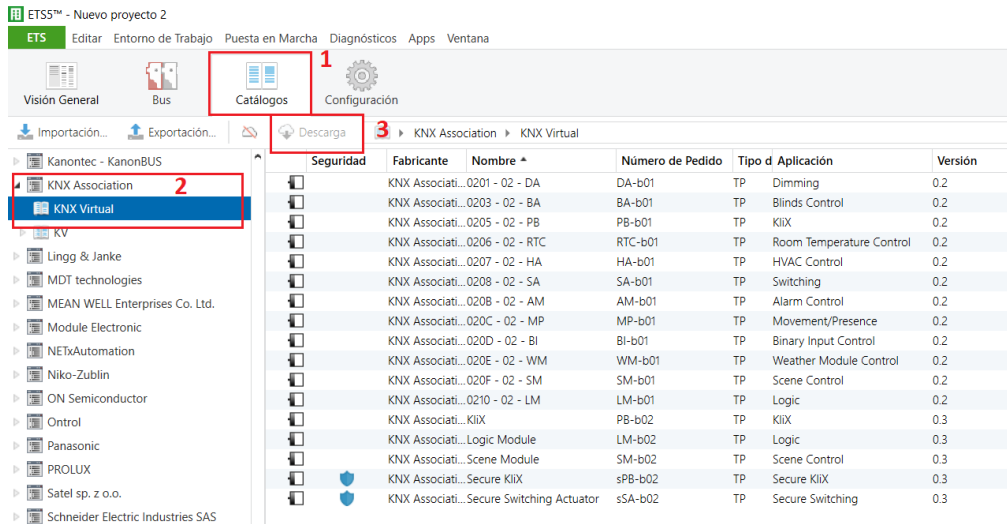


Ilustración 23 Descargar Catalogo de KNX virtual

Luego dentro del proyecto debemos crear el edificio al que vamos a automatizar en este caso lo llamamos Edificio 1(1), dentro de este creamos las plantas del edificio (2) y dentro de la planta creamos las estancias (3), en este caso utilizaremos los mismos dispositivos en dos estancias garaje y cocina.

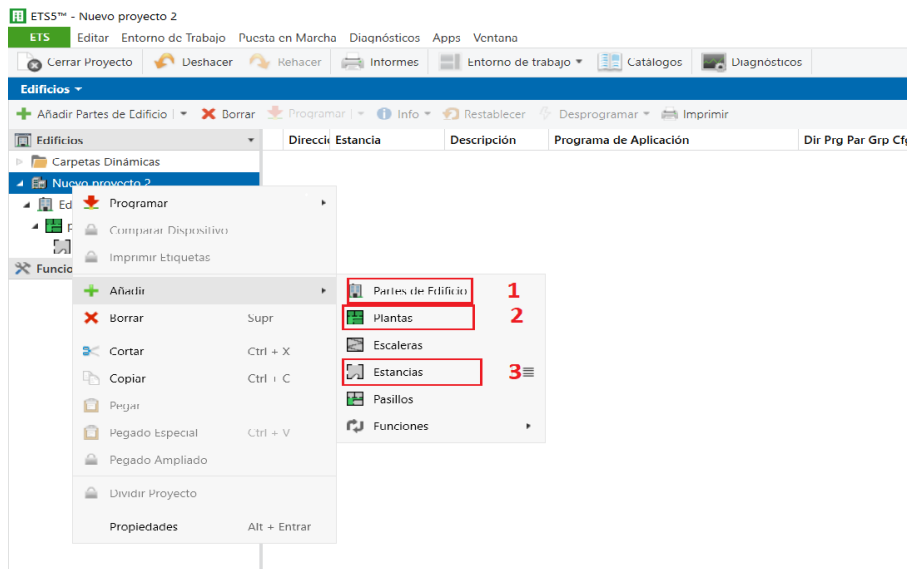


Ilustración 24 Creación de Estancias

Para añadir los dispositivos a programar en la Estancia debemos pulsar en catálogos (1), buscamos en KNX Association el catálogo de KNX virtual (2), elegimos el dispositivo que vamos a utilizar (3), y arrastramos hasta la estancia (4). Esto lo hacemos igual para cada dispositivo que queramos enlazar con la estancia.

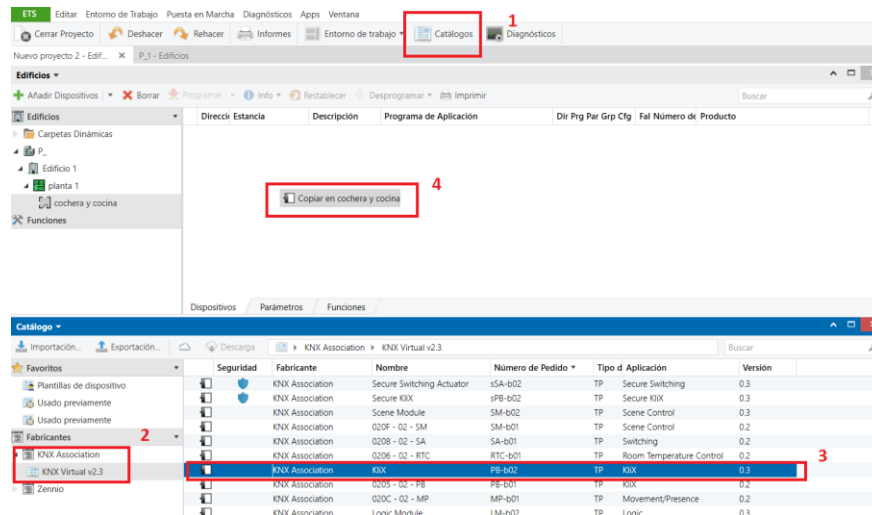


Ilustración 25 Enlazar Dispositivos a Estancias

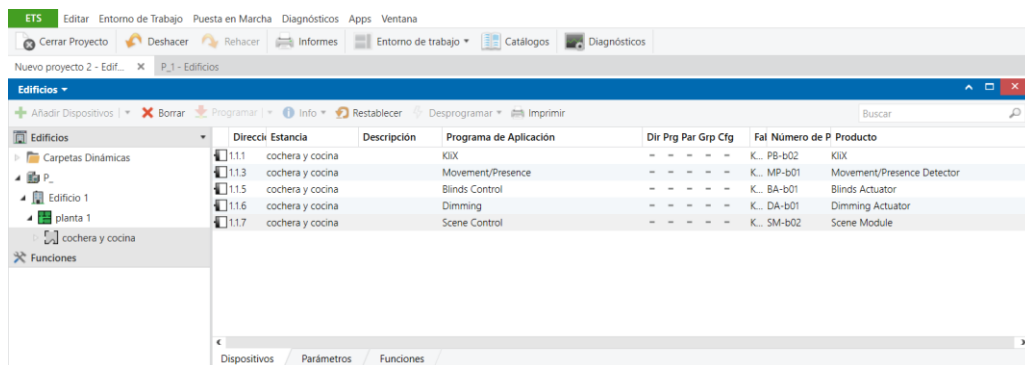


Ilustración 26 Dispositivos Enlazados

Es necesario también configurar los dispositivos según la aplicación que necesitamos emplear. También se debe configurar las direcciones de grupo que son las que nos permiten programar la comunicación entre los dispositivos y cargar la programación de los mismos.

2.3.2.1. Configuración de Klix (PB-b02)

- 1) Configuración de canal 1 para simular control de iluminación de garaje.

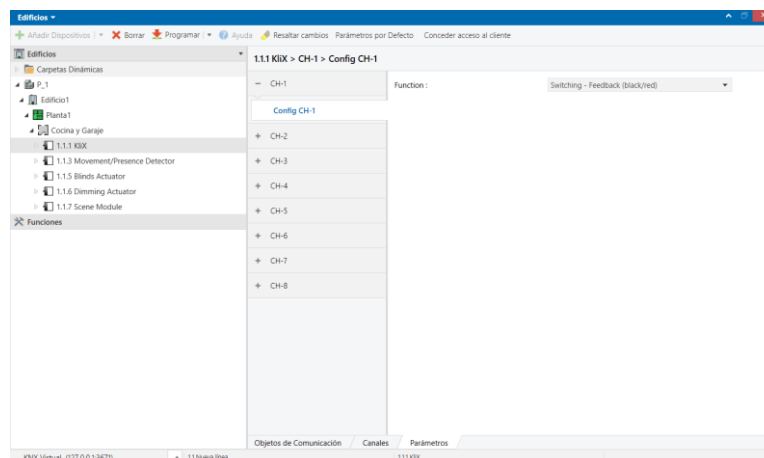


Ilustración 27 Configuración de Klix 1

- 2) Configuración de canal 2 para simulación de activación sensor de movimiento en garaje.

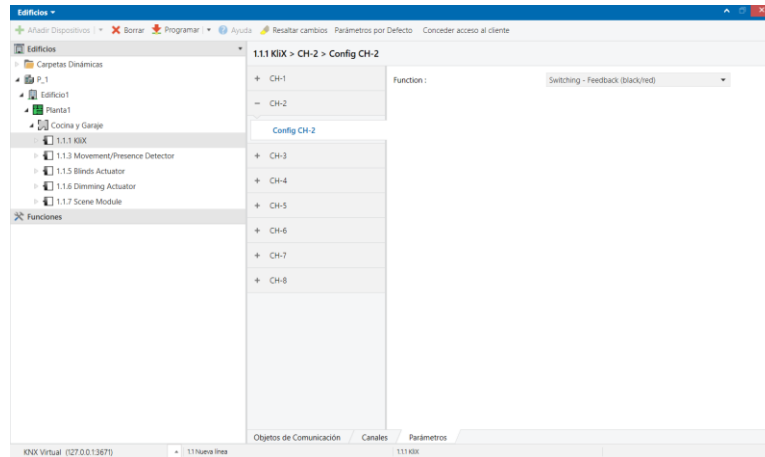


Ilustración 28 Configuración de Klix 2

- 3) Configuración de canal 3 para simulación de control de puerta del garaje.

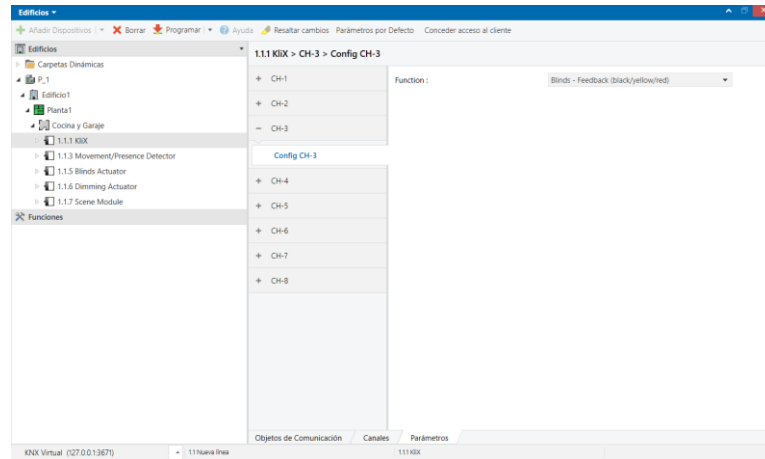


Ilustración 29 Configuración de Klix 3

- 4) Configuración de canal 4 para simulación de control de iluminación cocina.

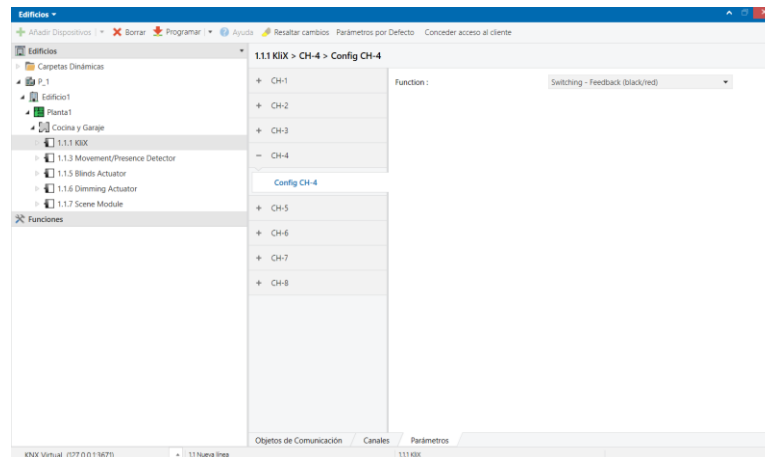


Ilustración 30 Configuración de Klix 4

- 5) Configuración de canal 5 para simulación de alarma de inundación cocina.

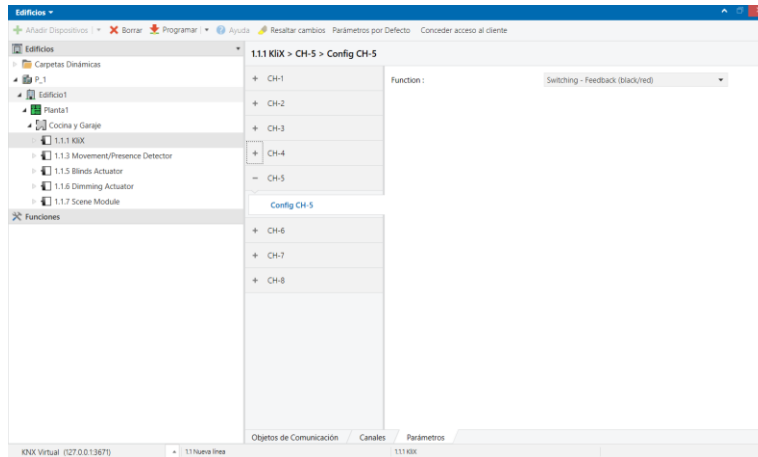


Ilustración 31 Configuración de Klix 5

6) Configuración de canal 6 para simulación de escenas.

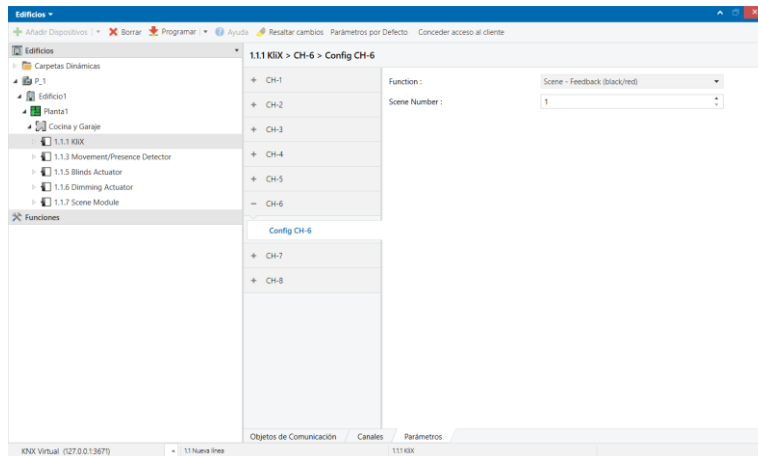


Ilustración 32 Configuración de Klix 6

2.3.2.2. Configuración de Movement Present Detector (MP-b01)

Configuramos el canal 1 que es el sensor de movimiento simulado en el garaje.

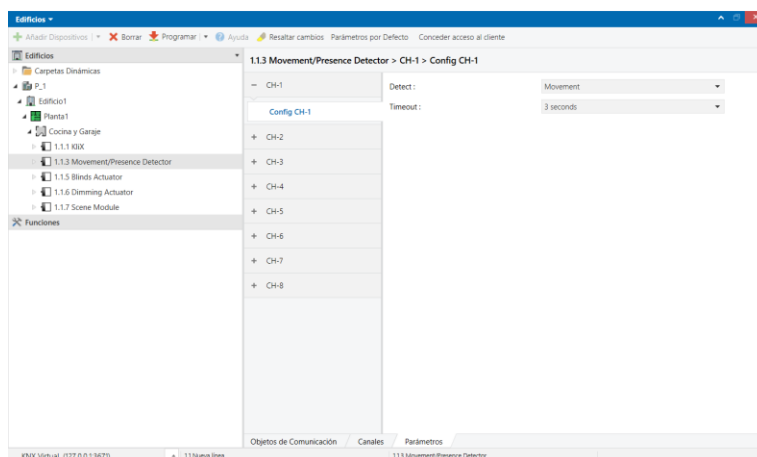


Ilustración 33 Configuración Movement Present Detector

2.3.2.3. Configuración de Blinds Actuator (BA-b01)

Se configura el canal 1 para simular el control de la puerta del garaje.

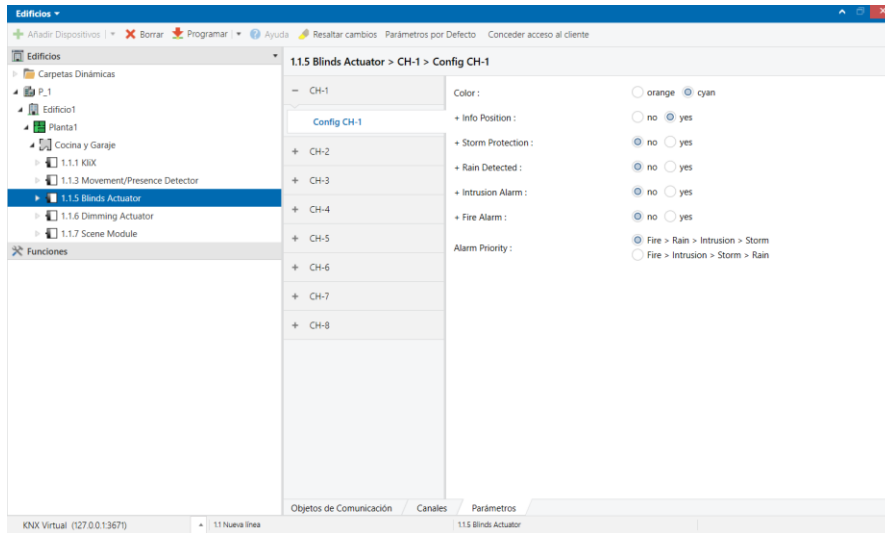


Ilustración 34 Configuración Blinds Actuator

2.3.2.4. Configuración de Dimming Actuator (DA-b01)

- 1) Configuración de Canal 1 para simular la iluminación en el garaje.

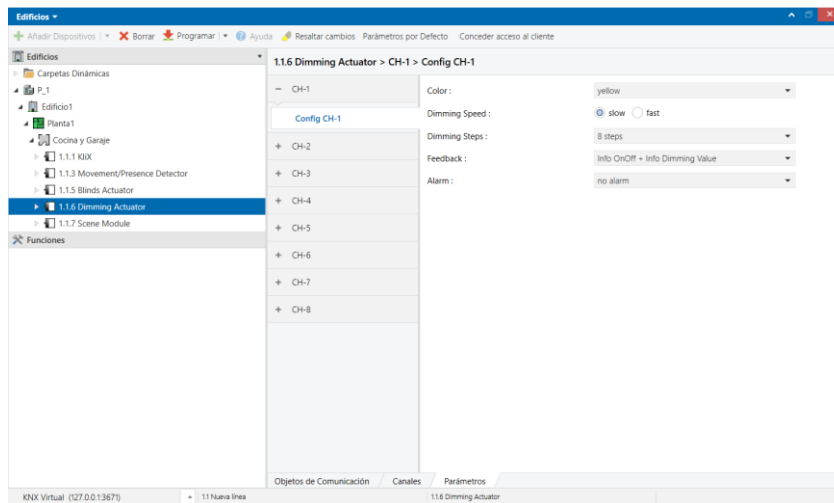


Ilustración 35 Configuración Dimming Actuator 1

- 2) Configuración de Canal 4 para simular la iluminación en la cocina.

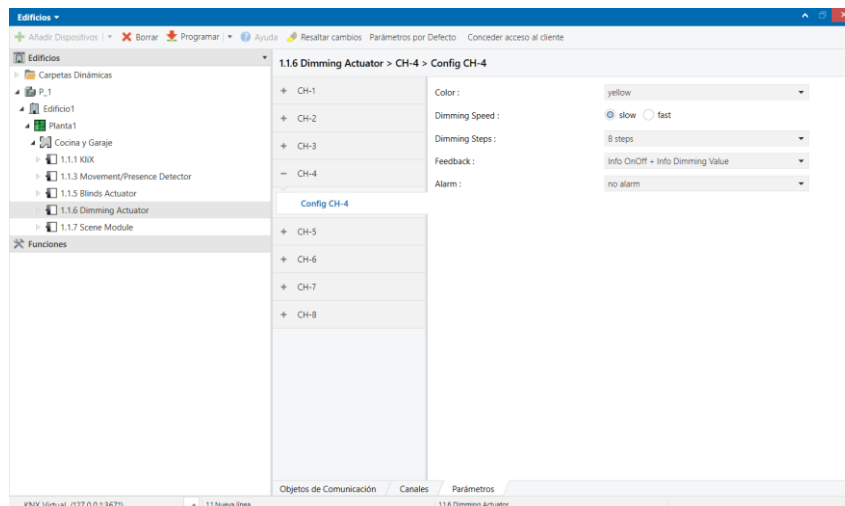


Ilustración 36 Configuración Dimming Actuator 2

3) Configuración de Canal 8 para simular la alarma general de la casa.

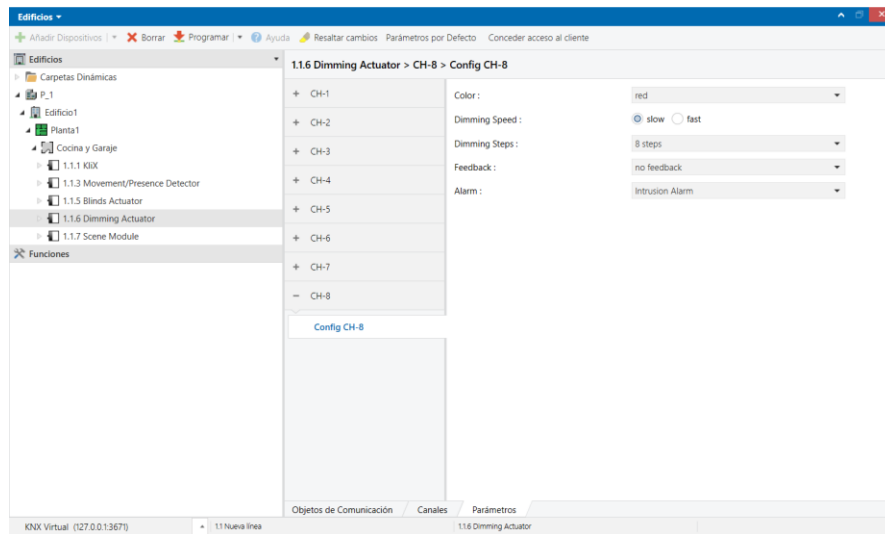


Ilustración 37 Configuración Dimming Actuator 3

2.3.2.5. Configuración de Scene Module (SM-b02)

Se configura el Canal 1 para la simulación de la escena Salida de casa donde se apagarán todas las luces de la casa y cerrara la puerta del garaje.

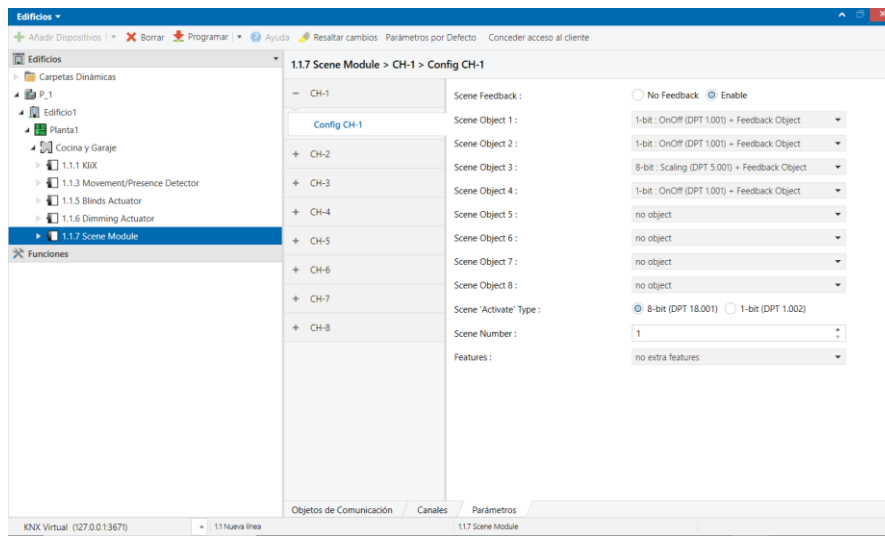


Ilustración 38 2.3.2.5. Configuración Scene Module

2.3.2.6. Configuración de Direcciones de grupo

Las direcciones de grupo es la manera como se configuran las comunicaciones entre los dispositivos, de manera que enlazamos los dispositivos de entrada con los de salida y logramos que los periféricos actúen. Los pasos para crearlas son los siguientes:

- 1) Abrir un nuevo panel seleccionando en Entorno de trabajo (1), vamos a Abrir nuevo panel (2) y seleccionamos Direcciones de grupo.

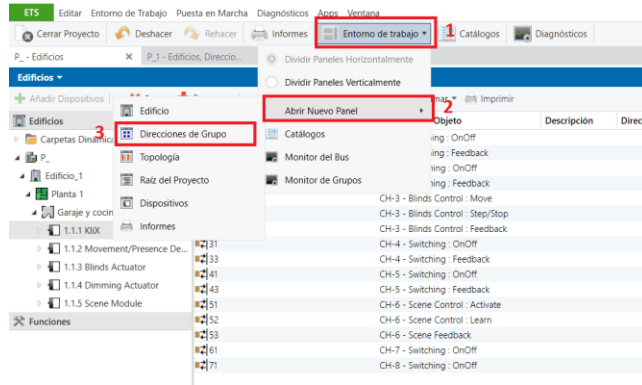


Ilustración 39 Configuración de Direcciones de grupo 1

- 2) Pulsando el botón + (1) podemos añadir un grupo principal (2), luego debemos añadir un grupo intermedio (3) pulsando nuevamente el botón + (1), dentro del grupo intermedio añadimos una dirección de grupo (4), aquí ya podemos agregar los objetos de comunicación de los dispositivos para comunicarlos entre si.

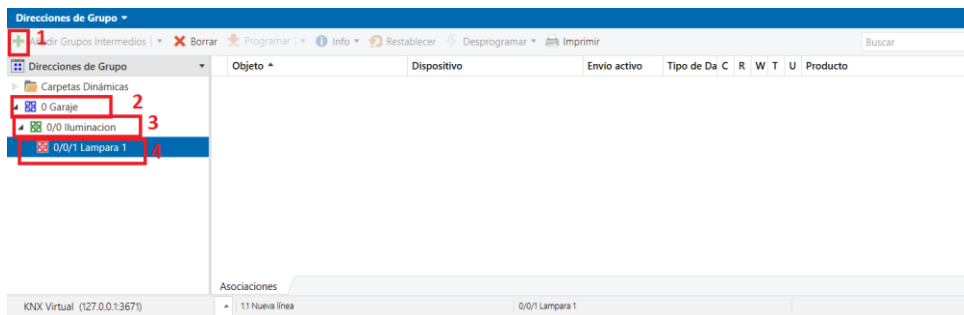


Ilustración 40 Configuración de Direcciones de grupo 2

- 3) Para enlazar un objeto de comunicación a una dirección de grupo se debe ir al dispositivo que queremos enlazar y seleccionar el canal (1), pulsar en Objetos de comunicación (2), Seleccionar el objeto a enlazar (3) y arrastrarlo hasta la dirección de grupo (4).

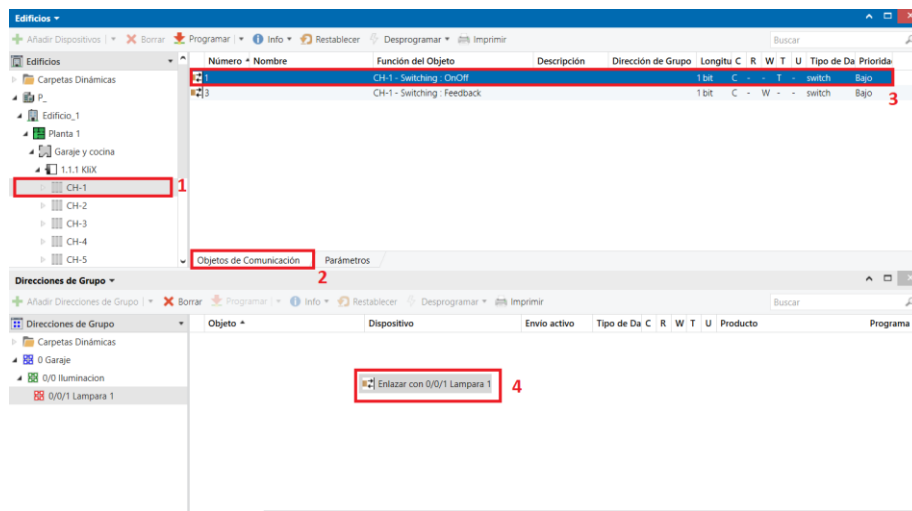


Ilustración 41 Configuración de Direcciones de grupo 3

De esta misma manera se enlazan cada uno de los objetos de comunicación a las direcciones que necesitamos para enlazar todos los dispositivos.

2.3.2.7. Programación de dispositivos en KNX virtual

Para cargar todo lo que hemos configurado al simulador de KNX virtual se tiene que seleccionar la estancia donde se ha programado (1), se selecciona el dispositivo a programar (2) y se selecciona programar (3).

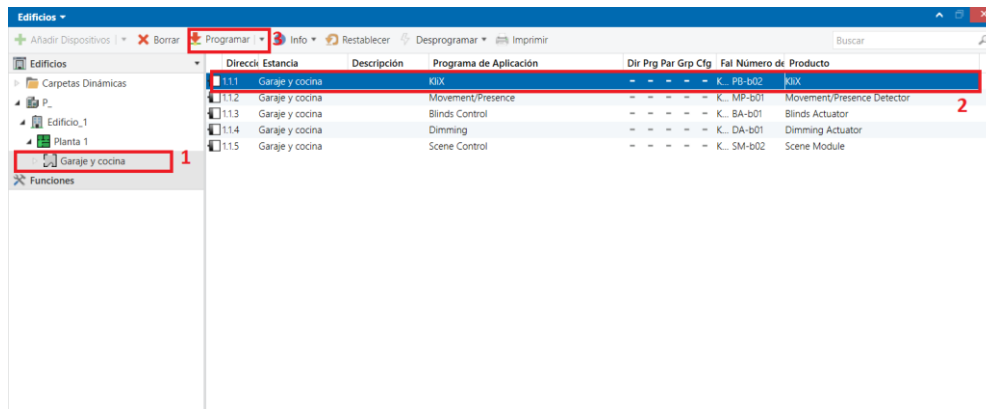


Ilustración 42 Programación de un dispositivo

Luego desde el Panel de Dispositivo (Devices) de KNX virtual seleccionamos el botón de programación del dispositivo para activar el modo programación.

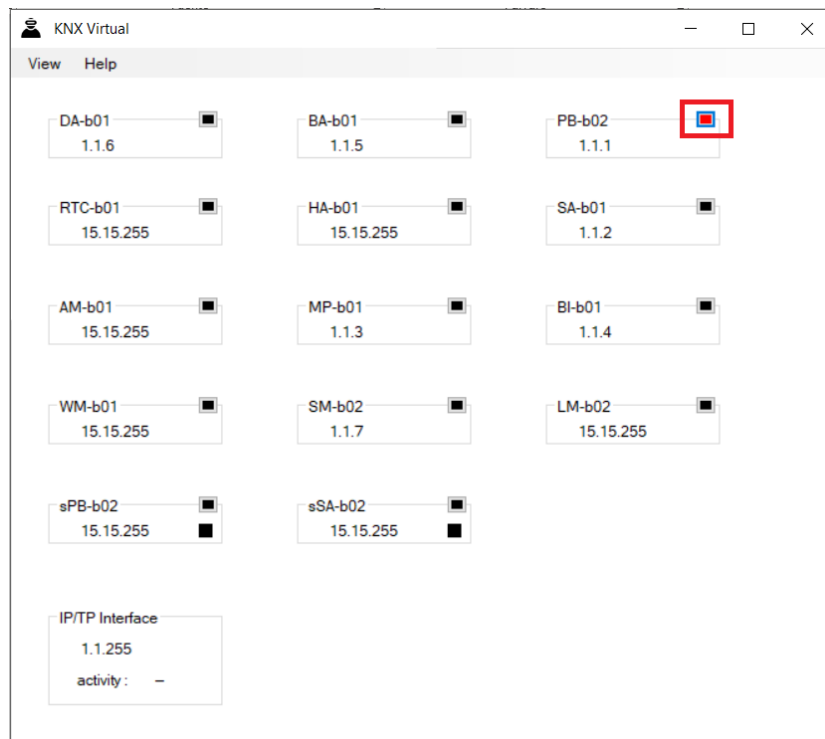


Ilustración 43 Activar modo programación KNX virtual

La primera ocasión que se programa un dispositivo se debe hacer una programación completa, pero para futuras modificaciones en el programa se puede hacer una programación parcial que tarda un menor tiempo que la anterior.

Si la programación es exitosa los dispositivos en el panel de la instancia muestran una flecha verde en cada uno ellos como muestra la siguiente imagen.



Ilustración 44 Programación exitosa en KNX virtual

2.4. Configuración de Dispositivos ZENNIO

ZENNIO es la línea de productos de KNX que se utilizan para automatizar la casa, los dispositivos utilizados y su descripción están en la sección 2.1. Para programarlos se utiliza el software ETS 6 una versión mas reciente del ETS 5 para demostrar su compatibilidad con estos dispositivos, pero la configuración es igual.

En primer lugar, se debe de cargar el catálogo de productos ZENNIO, esto se hace pulsando en Catálogos (1), buscamos el catálogo de ZENNIO (2), seleccionamos el dispositivo a cargar (3), y tocamos el botón Programar (4).

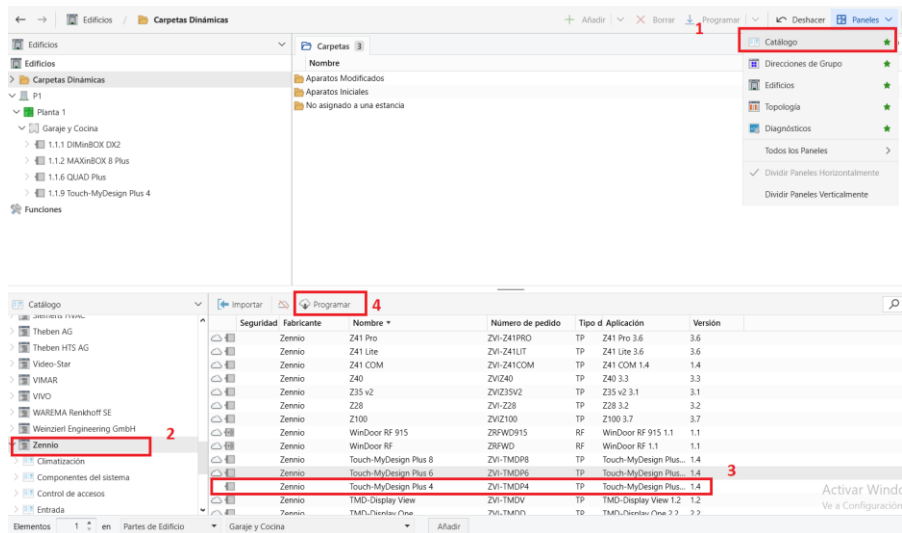


Ilustración 45 Cargar catálogo de ZENNIO

Se debe crear un edificio (1), planta (2) y estancia (3) que es donde se agrega los dispositivos a usar (4), esto los hacemos de la misma manera que se hizo en el apartado 2.3.2, quedando como se muestra en la siguiente imagen.

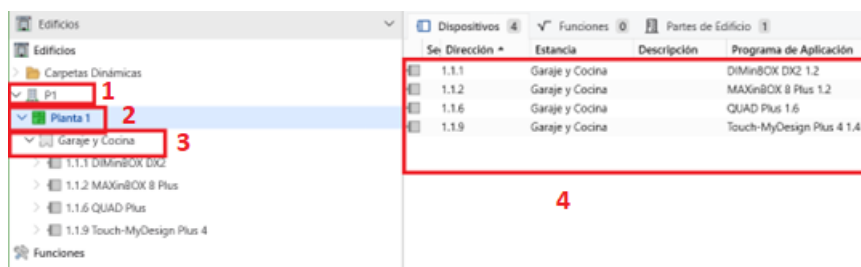


Ilustración 46 Agregar dispositivos ZENNIO

Luego se debe configurar a cada uno de los dispositivos según la función que se quiere que cumpla, a continuación, se muestra cómo.

2.4.1. Configuración DIMinBOX DX2

- 1) Configuración General, aquí debemos habilitar los canales a utilizar y colocarlos como independiente, ya que se utiliza uno para la iluminación del garaje y otro para la cocina.

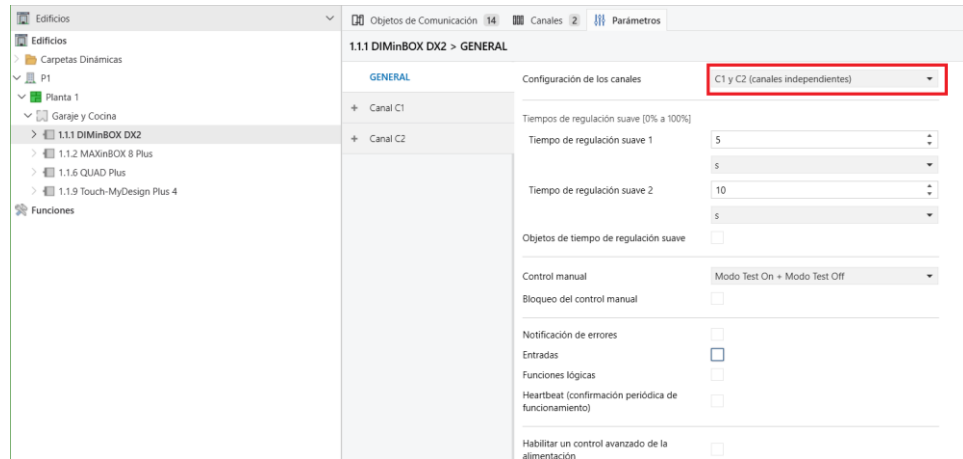


Ilustración 47 Configuración general DIMinBOX

- 2) Configuración de Canales, en esta ocasión se configuran los dos canales (Canal 1 y Canal 2) de la misma manera, primero debemos de configurar la regulación seleccionando el Tipo de carga como RLC (Resistiva, Inductiva, Capacitiva) por que estamos manejando una lampara.

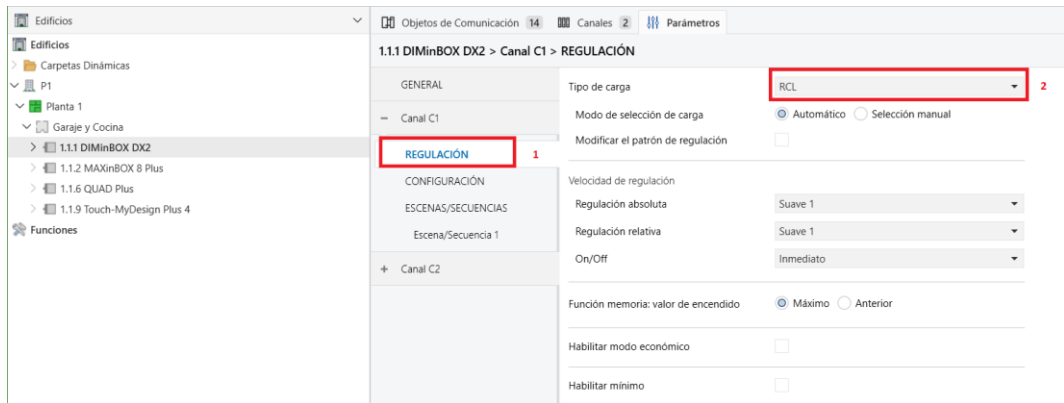


Ilustración 48 Regulación de DIMinBOX

Luego activamos el uso de escenas, que necesitamos ya que programaremos la escena de salida de casa, en la cual apagaremos todas la lunes de la casa.

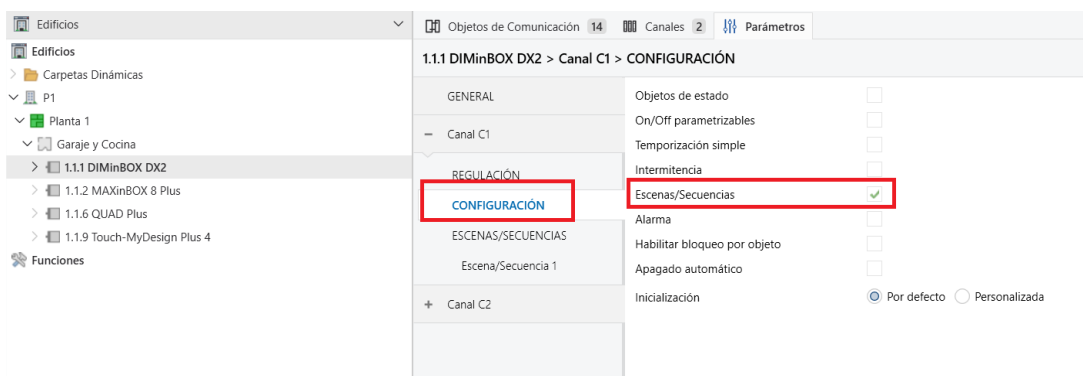


Ilustración 49 Activar escena DIMinBOX

Seleccionamos la escena que queremos activar, en este caso la escena 1.

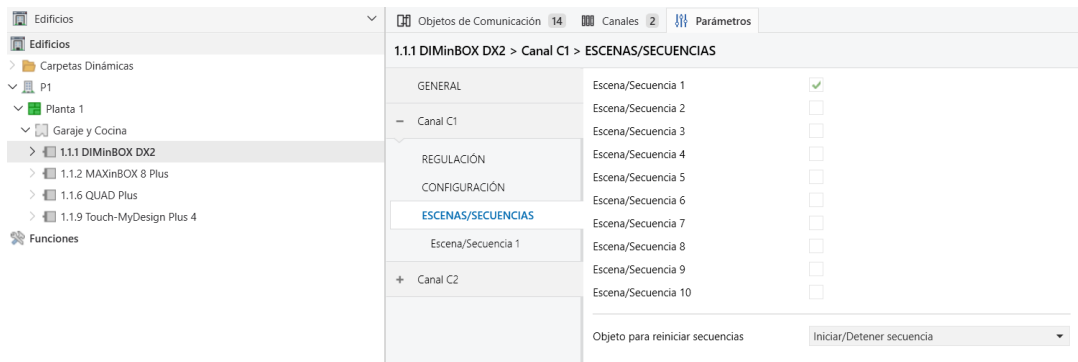


Ilustración 50 Selección de escena 1 DIMinBOX

Por ultimo configuramos el número que tendrá la escena (1), y el cómo queremos que se comporte el canal cuando se active (2).

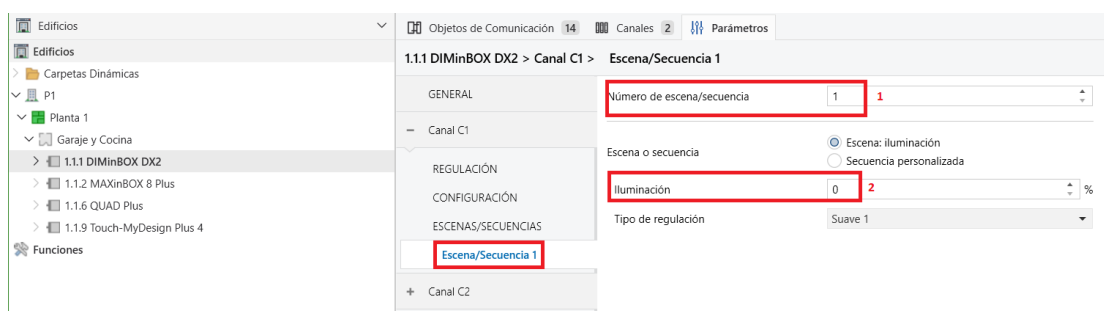


Ilustración 51 Configuración Escena DIMinBOX

2.4.2. Configuración MAXinBOX

- 1) Configuración general, debemos de activar el módulo de salidas

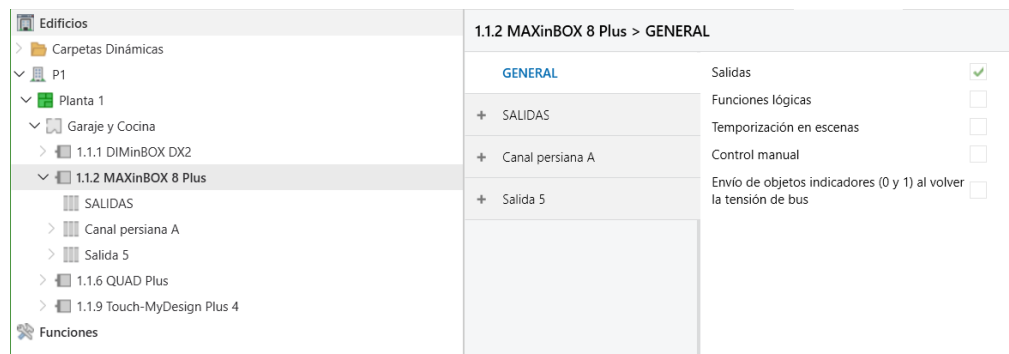


Ilustración 52 Configuración MAXinBOX 1

- 2) Seleccionamos en configuración de salidas (1), activamos el Bloque 1 como Salidas individuales/ Canal de persianas (2), se selecciona el canal A como Canal de persianas (3), con este canal manejaremos la puerta del garaje, luego se habilita el bloque 2 como Salidas individuales / Canal de persianas (4), seleccionamos en el canal C como salidas individuales (5),y habilitamos la salida 5, con esta salida activaremos la alarma general de la casa.

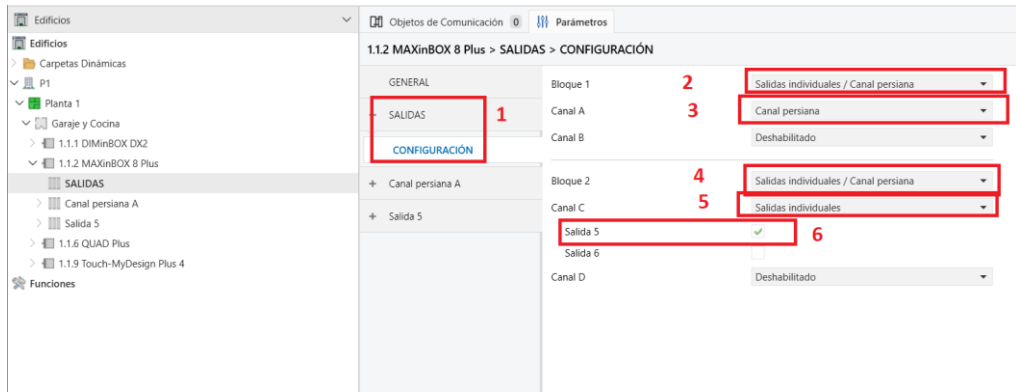


Ilustración 53 Configuración MAXInBOX 2

- 3) Configuramos el Canal A que hemos puesto como manejo de persianas, En este caso se maneja la subida y bajada con tiempo, configuramos el tiempo de bajada según el tiempo que le toma a la puerta llegar a la posición mas baja (1), también configuramos el tiempo que le toma llegar a la posición mas alta (2), también podemos configurar un tiempo de seguridad (3).

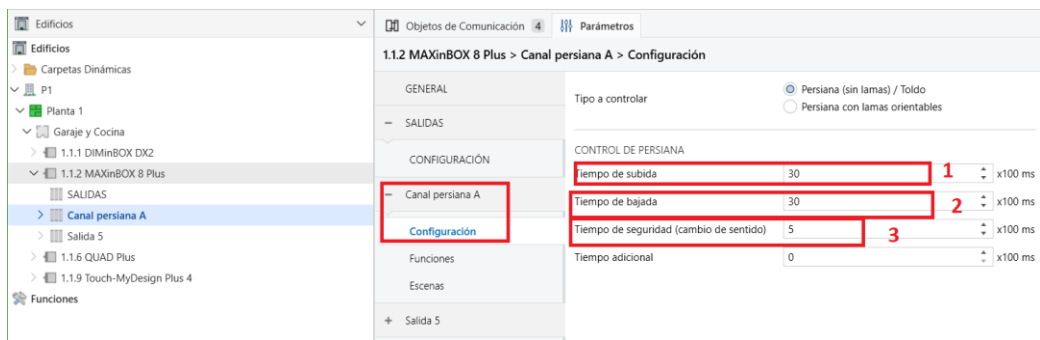


Ilustración 54 Configuración MAXInBOX 3

También se debe configurar las funciones que hará el canal, en esta configuración activamos el uso de escenas.

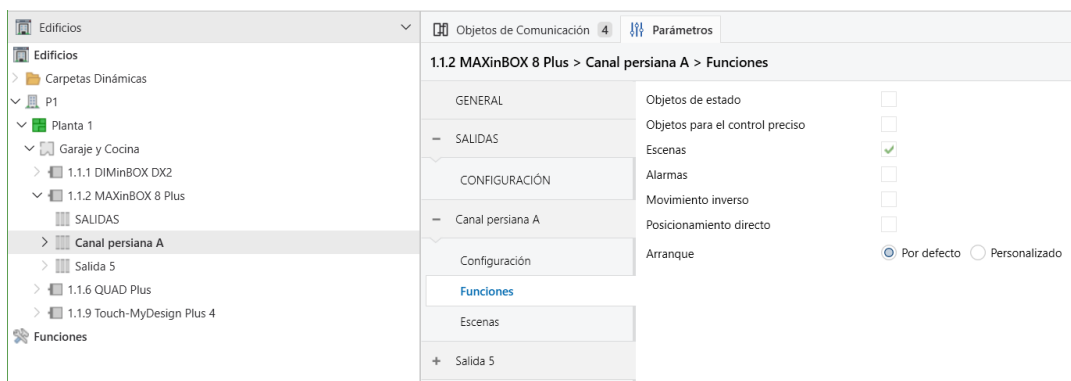


Ilustración 55 Activar escenas MAXInBOX

Luego activamos la escena que queremos usar, en este caso será con la escena 1 (salida de casa), que cerrará la puerta del garaje al activarla.

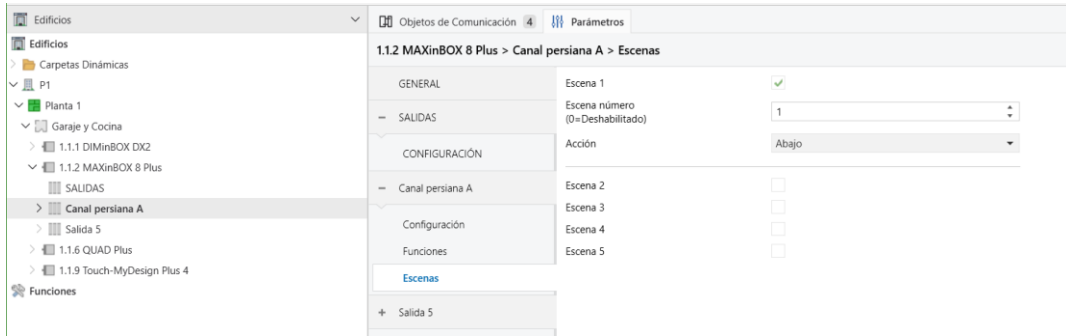


Ilustración 56 Selección de escena MAXinBOX

4) Configuración de canal individual 5, en este caso dejamos los parámetros por defecto.

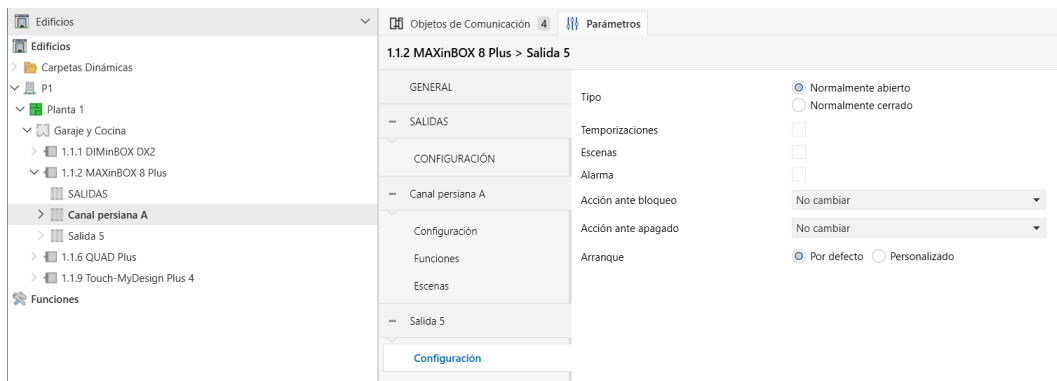


Ilustración 57 Canal individual MAXinBOX

2.4.3. Configuración QUAD Plus

Para configurar el modulo de entradas QUAD Plus se debe seleccionar en el listado de dispositivos de la estancia (1), y activar la entrada 1 como detector de movimiento (2) ya que este módulo recibe la señal del sensor de movimiento que se instalara en el garaje.

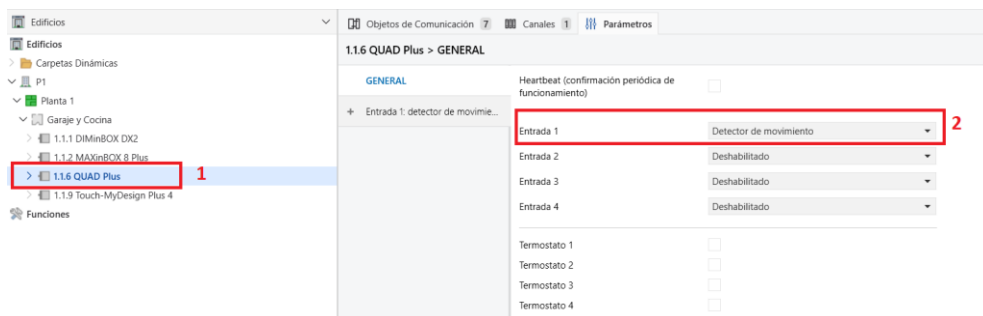


Ilustración 58 Tipo de entrada QUAD Plus

Luego se configura el canal que hemos habilitado (1), elegimos la cantidad de sensores que utilizaremos (2) y se selecciona el canal donde se conectara el sensor (3).

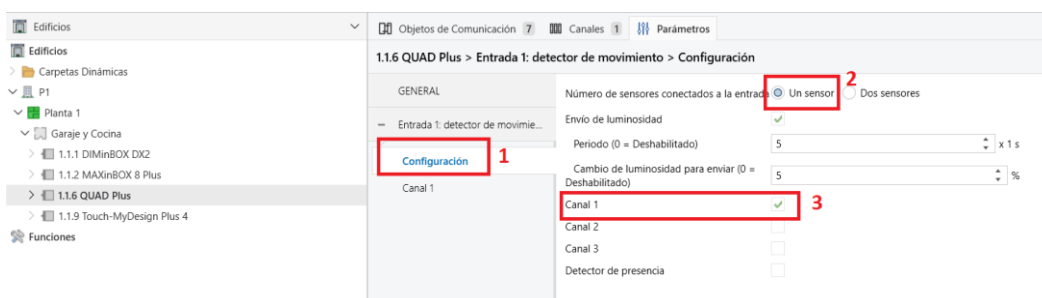


Ilustración 59 Configuración de canal 1 QUAD plus

Por último también es conveniente poder habilitar o deshabilitar la detección para ello

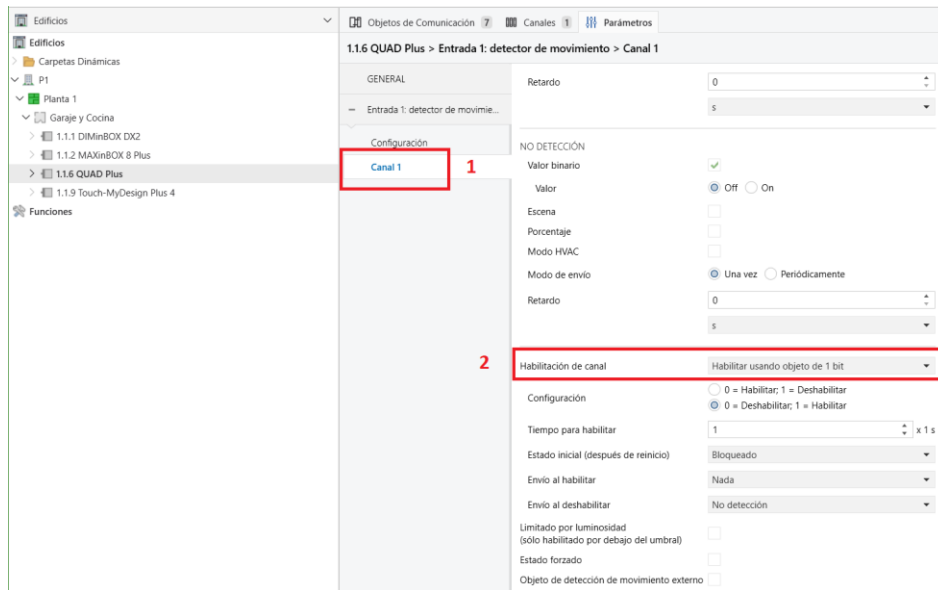


Ilustración 60 Habilitar / Deshabilitar canal QUAD Plus

2.4.4. Configuración Touch My Design (TMD)

- 1) Configuración general, se selecciona el módulo en la estancia (1), y se habilita los Pulsadores principales y Secundarios (2).

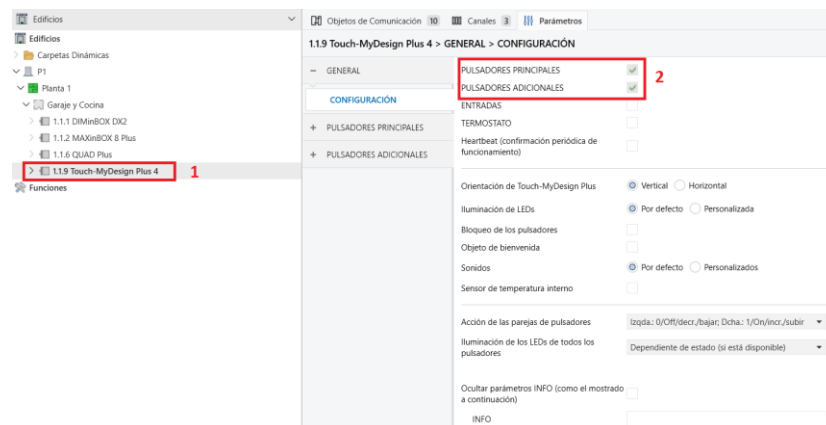


Ilustración 61 Habilitación de pulsadores

- 2) Configuramos los pulsadores principales (1) ambos como pareja (2).

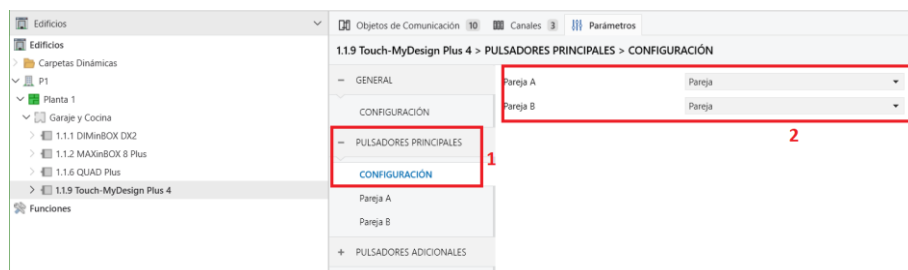


Ilustración 62 Configuración pulsadores principales

- 3) Luego se selecciona la pareja A (1) para configurarla como Persianas (2), ya que con esta pareja controlaremos la puerta del garaje.

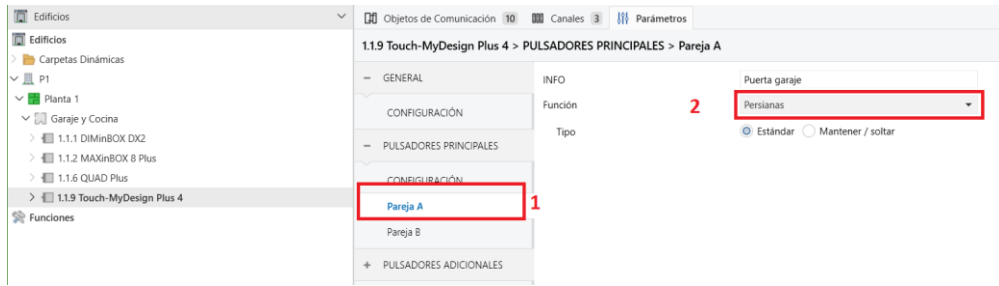


Ilustración 63 Configuración Pareja A TMD

- 4) Configuramos la pareja B (1) como función de control Regulator (2), con esta pareja manejaremos la iluminación del garaje.

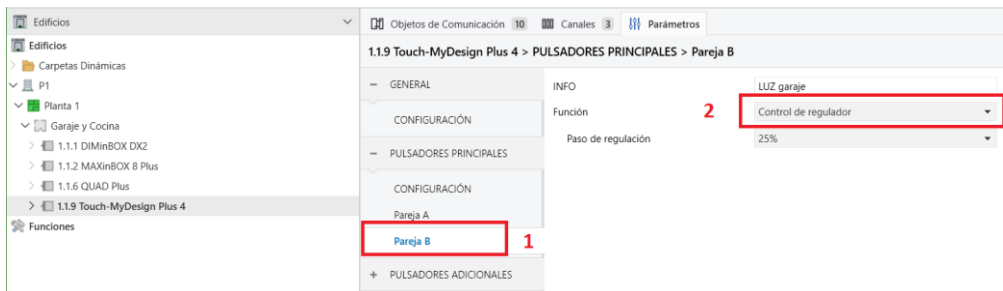


Ilustración 64 Configuración Pareja B TMD

- 5) Para configurar los pulsadores adicionales se pulsa en configuración (1), se configuraran como pulsadores individuales (2), y seleccionamos los pulsadores que deseamos habilitar (3).

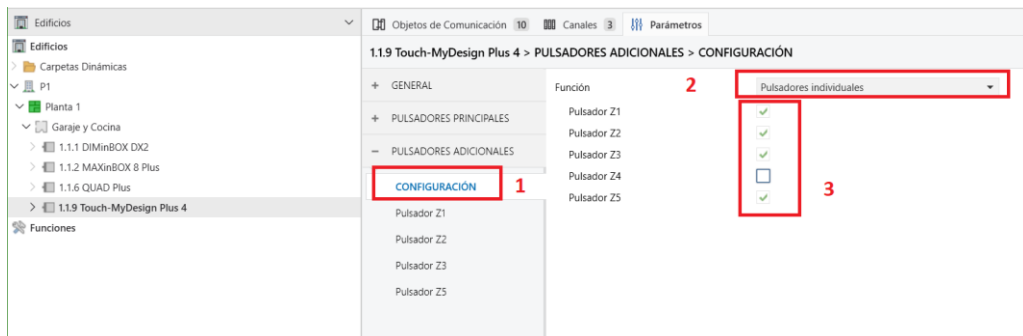


Ilustración 65 Configuración Pulsadores Adicionales

- 6) Luego se debe configurar cada pulsador, seleccionamos el pulsador a configurar (1), se elige la función a realizar (2), en este caso lo usaremos como binario, y la acción que hará (3) en este caso nos interesa que se comporte como interruptor conmutando en 0/1. Los pulsadores Z1 (que usamos para encender y apagar la luz de la cocina, Z2 (se usa para simular el sensor de inundación) y Z3 (se usa para habilitar y deshabilitar el sensor de movimiento) se configuran de la misma manera.

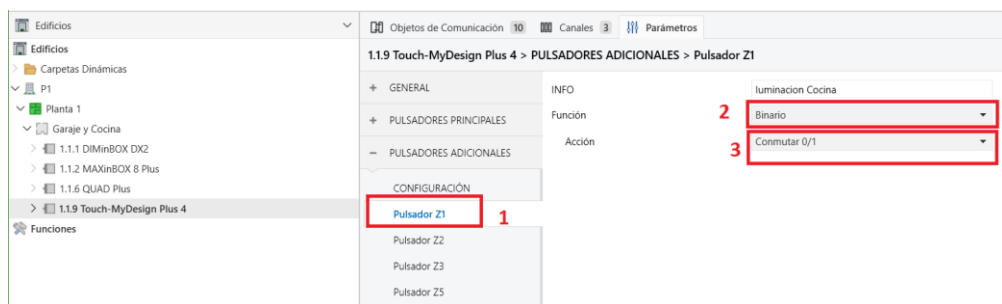


Ilustración 66 Configurar cada pulsador

- 7) El pulsador Z5 lo usaremos para habilitar las escenas de salida de casa, por ello debemos configurarlo diferente, para este seleccionamos el pulsador Z5 (1), en función seleccionamos Escena (2), y

colocamos el número de escena que activará (1), en este caso será la escena 1.

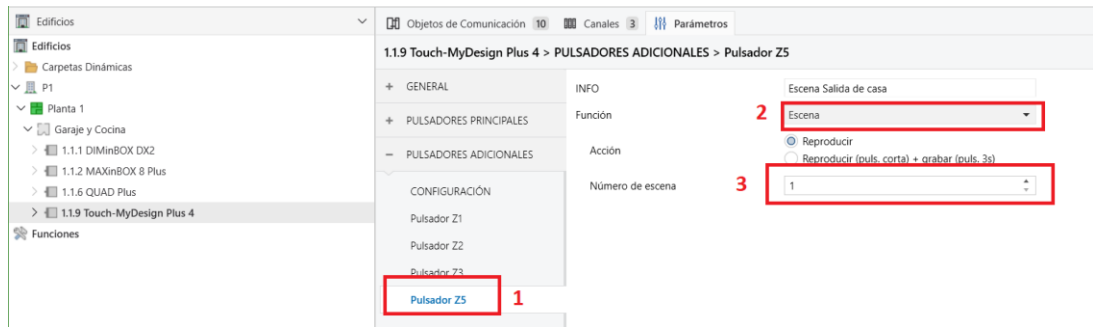


Ilustración 67 Configuración pulsador Z5

2.4.5. Direcciones de grupo

Para la configuración de las direcciones de grupo se seguirá el mismo procedimiento explicado en el apartado 2.3.2.6 Configuración de Direcciones de grupo.

2.4.6. Programación de dispositivos ZENNIO

Para programar todos los dispositivos, seguiremos el mismo procedimiento del apartado 2.3.2.7 Programación de dispositivos en KNX virtual, con la diferencia que para activar el modo programación en los dispositivos ZENNIO debemos activarlos tocando un botón, que se encuentra en diferentes posiciones según el dispositivo.

- 1) Activar modo programación en DIMinBOX



Ilustración 68 Modo Programación en DIMinBOX

- 2) Activar modo programación en MAXinBOX

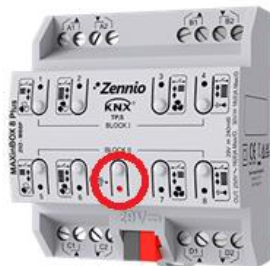


Ilustración 69 Modo Programación en MAXinBOX

- 3) Activar modo programación en QUAD Plus



Ilustración 70 Modo Programación en QUAD Plus

4) Activar modo programación en TMD

1. Sensor de temperatura.
2. Conexión al bus KNX.
3. Entradas analógicas/digitales.
4. Botón de programación.
5. LED de programación.
6. Imán.
7. LEDs inferiores.
8. LEDs superiores.
9. Zona táctil superior.

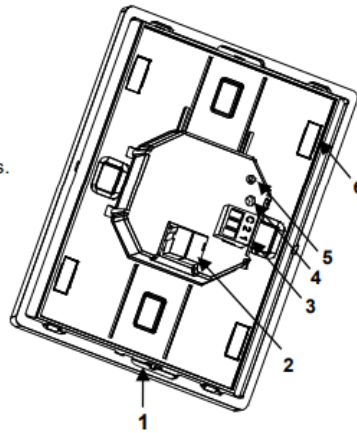


Ilustración 71 Modo Programación en TMD 4

2.5. Presupuesto

A continuación, se presenta una estimación del presupuesto para la implementación del proyecto a escala de automatización residencial con dispositivos ZENNIO. Los costos son aproximados y pueden variar según la disponibilidad de productos y proveedores locales.

Componente	Cantidad	Precio unidad (€)	Sub Total (€)
Fuente de alimentación KNX ZN1PS-160MPA	1	163	163
Fuente de alimentación 12v DC	1	20	20
Actuador DIMinBOX DX2	1	190	190
Actuador multifunción MAXinBOX 8 Plus	1	260	260
Interfaz KNX – USB	1	170	170
Módulo de entradas QUAD Plus	1	120	120
Sensor de movimiento ZN1IO- DETEC-P	1	60	60
Pulsador capacitivo KNX TMD	1	168	168
Actuador lineal 12 DC	1	26	26
Relevador 24 VDC	4	7.54	30.16
Base de Relevador 24 VDC	4	12.90	51.6
Alarma Audiovisual	1	5	5
Porta lámparas	2	2	4
Total			1267.76

Tabla 3 Presupuesto Componentes

Se ha llegado a **1267.76 €** de inversión total en los dispositivos utilizados.

A continuación, se detallan las licencias necesarias para realizar una ampliación de dispositivos KNX en el proyecto, ya que las licencias gratuitas solo permiten 5 dispositivos máximo por proyecto.

Licencia	Cantidad	Precio unidad (€)	Sub Total (€)
ETS6 Home (para ampliar componentes)	1	350	350
KNX Virtual (Software)	1	0 (gratuito)	0
AutoCAD LT (para elaboración de planos)	1	460	460
Total			810

Tabla 4 Presupuesto Licencias

Se ha llegado a **810 €** de inversión total en las licencias para los programas utilizados.

Este presupuesto sirve como guía inicial y puede estar sujeto a cambios basados en las necesidades específicas del proyecto y las fluctuaciones en los precios del mercado.

Nota: Se deben tener en cuenta los costos adicionales, como la instalación, configuración y posibles gastos de mano de obra.

3. DESAFÍOS Y SOLUCIONES

Si tienes un gran sueño debes estar dispuesto a un gran esfuerzo para concretarlo, porque solo lo grande alcanza a lo grande.

- Facundo Cabral -

La implementación de una automatización residencial o de un edificio representa varias dificultades, algunos propios de las instalaciones y otros por el manejo de los programas utilizados, estas dificultades requieren diferentes consideraciones, a continuación se detallan algunos desafíos que se han encontrado al momento de implementar este proyecto y la solución de cada uno de ellos.

3.1. Ejecución de KNX virtual

Al ser KNX virtual de creación no tan reciente, suele tener dificultades al momento de su ejecución en ordenadores más nuevos y con software más recientes, al momento de abrir el programa por primera vez se presentó el problema que solo mostraba una ventana en blanco, como la que se mira en la siguiente imagen.

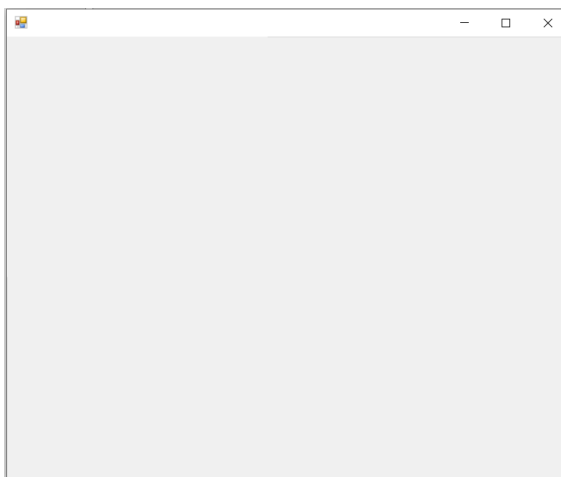


Ilustración 72 Error ventana en blanco KNX virtual

Para solucionar este problema es necesario modificar la fecha del ordenador donde estemos ejecutando el KNX virtual un año anterior a 2010, que es la fecha de la última actualización del programa.

3.2. Cargar los programas a KNX virtual mediante ETS

Como se menciona en el apartado anterior KNX virtual es un software antiguo, por lo cual nos obliga a cargar los programas con ETS versión 5, si se intenta programar con ETS 6 simplemente no lo reconoce y nos muestra error al cargar.

3.3. Asignación de direcciones individuales de los equipos en KNX virtual

Para programamos un dispositivo debemos asignarle una dirección individual, normalmente el ETS asigna uno de forma automática iniciando con la 1.1.1 luego 1.1.2 y así en el orden que se vaya añadiendo dispositivos.

Dirección	Estancia	Descripción	Programa de Aplicación
1.1.1	Garaje y cocina		KliX
1.1.2	Garaje y cocina		Movement/Presence
1.1.3	Garaje y cocina		Blinds Control
1.1.4	Garaje y cocina		Dimming
1.1.5	Garaje y cocina		Scene Control

Ilustración 73 Asignación de direcciones individuales

Cuando cargamos este dispositivo en KNX virtual se le asigna la dirección que se ha cargado y no se podrá modificar.

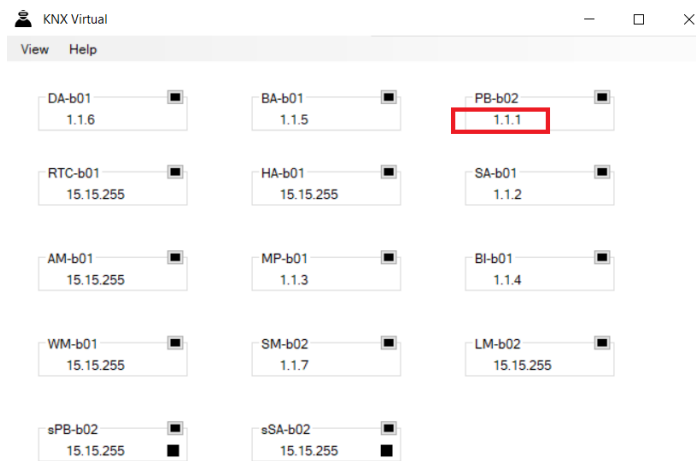


Ilustración 74 Direcciones Individuales Cargadas en KNX virtual

Cuando se carga un nuevo programa y el orden en que añadimos los dispositivos es otro entonces las direcciones individuales de ETS 5 no coinciden con las direcciones asignadas en KNX virtual. Para solucionar este problema se modifica las direcciones individuales en el ETS 5 de modo que coincidan con la asignada en KNX virtual.



Ilustración 75 Cambio de Dirección Individual ETS 5

3.4. Invertir polaridad de motor lineal DC

El motor lineal para la simulación de la puerta del garaje es controlado mediante módulo de salidas MAXinBOX, el cual cuando se programa para manejo de puertas solo tiene dos salidas a relé de tipo encendido y apagado (A1 y A2).



Ilustración 76 Salida A1, A2 MAXinBOX

Para poder accionar el motor DC debemos de alimentar las dos terminales del motor (positivo - negativo) y para accionarlo de forma inversa se debe invertir la polaridad de alimentación (negativo - positivo). Para solucionarlo se han conectado 4 relevadores a las salidas del MAXinBOX y se han configurado según muestra en el Plano 2 Esquema Eléctrico Motor Lineal de la sección 6.

4 CONCLUSIONES

La realización de este proyecto domótico mediante la implementación de dispositivos KNX ha proporcionado diversas conclusiones significativas. A continuación, se presentan las conclusiones clave obtenidas durante el desarrollo y la programación del sistema:

4.1. Integración de Tecnologías KNX y componentes convencionales.

La combinación de dispositivos ZENNIO del estándar KNX con otros dispositivos convencionales (como portalámparas, motor lineal y alarma) ha permitido crear un sistema integral de automatización residencial. La flexibilidad y compatibilidad de estos productos facilitaron su integración, proporcionando una solución robusta y versátil para el control de iluminación, persianas, sensores y realizar escenas personalizadas con ellos.

4.2. Simulación y Prevención de Errores

El uso de KNX Virtual para simular el entorno antes de la implementación real se reveló como una estrategia valiosa. La posibilidad de configurar y probar todas las funciones antes de la instalación física no solo ayudó a prevenir posibles errores, sino que también proporcionó una comprensión detallada de cómo interactúan los dispositivos.

4.3. Configuración Detallada de Dispositivos ZENNIO

La configuración detallada de dispositivos ZENNIO, como DIMinBOX DX2, MAXinBOX, QUAD Plus y Touch My Design, mostró la versatilidad y capacidad de adaptación de estos productos a las necesidades específicas del proyecto. La capacidad de personalizar funciones, como el control de iluminación, persianas y escenas, fue fundamental para lograr una automatización precisa.

4.4. Consideraciones Económicas

El presupuesto estimado proporciona una guía sobre los costos asociados con la implementación del proyecto. Es esencial considerar los aspectos económicos al seleccionar dispositivos y software, garantizando una ejecución eficiente y dentro del presupuesto establecido.

4.5. Experiencia del Usuario y Escenas Personalizadas

La configuración de escenarios que facilitan las actividades cotidianas en un edificio, como la simulación de la salida de casa, el control de iluminación y la gestión de sensores, se traducirá en una experiencia del usuario mejorada. La facilidad de acceso y la interacción intuitiva con los dispositivos contribuirán a la comodidad y eficiencia en el día a día.

5 FUTURAS MEJORAS

5.1. Integración de Tecnologías Emergentes

Mantenerse actualizado con las últimas tendencias tecnológicas e integrar dispositivos inteligentes emergentes podría expandir las funcionalidades del sistema. La compatibilidad con nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial o la Internet de las cosas (IoT), puede potenciar la eficiencia y la interconexión.

5.2. Optimización de Escenarios Automatizados

Refinar y personalizar los escenarios automatizados existentes, así como desarrollar nuevos, podría adaptar aún más la automatización a las rutinas y preferencias específicas de los usuarios. Esto podría incluir la incorporación de ajustes temporales, adaptación a eventos inesperados o la creación de escenarios personalizados según las actividades diarias.

5.3. Monitoreo Remoto y Acceso Remoto

Implementar soluciones que permitan el monitoreo remoto y el acceso desde dispositivos móviles. Esto brindaría a los usuarios la capacidad de supervisar y controlar su hogar incluso cuando no están presentes físicamente, mejorando la accesibilidad y la tranquilidad.

5.4. Actualización de Software y Firmware

Mantenerse al día con las actualizaciones de software y firmware de los dispositivos KNX. Las nuevas versiones suelen incluir mejoras de rendimiento, correcciones de errores y características adicionales que podrían mejorar la estabilidad y la funcionalidad general del sistema.

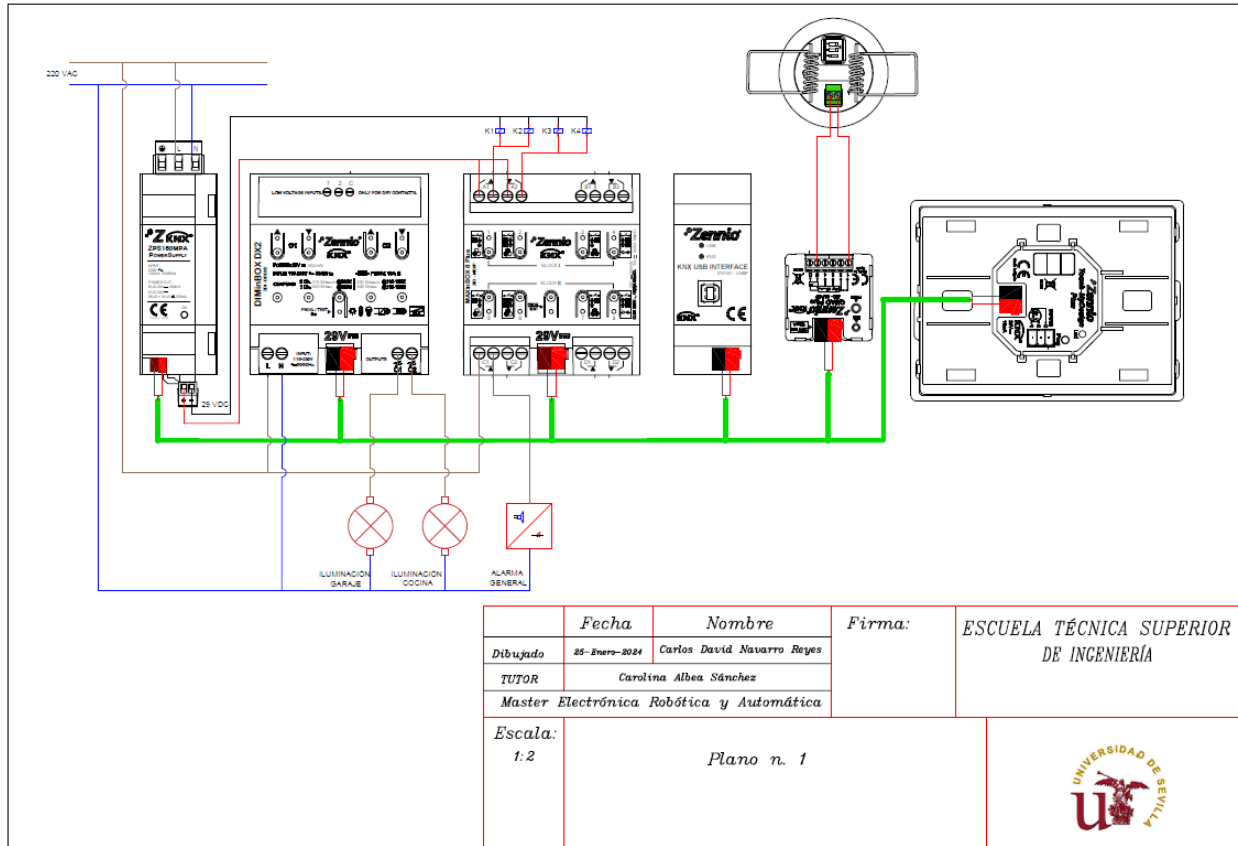
5.5. Integración con Plataformas de Hogar Inteligente

Explorar la posibilidad de integrar el sistema KNX con plataformas de hogar inteligente populares, como Google Home o Amazon Alexa. Esto facilitaría la interacción con el sistema a través de comandos de voz y proporcionaría una mayor flexibilidad en la gestión del hogar.

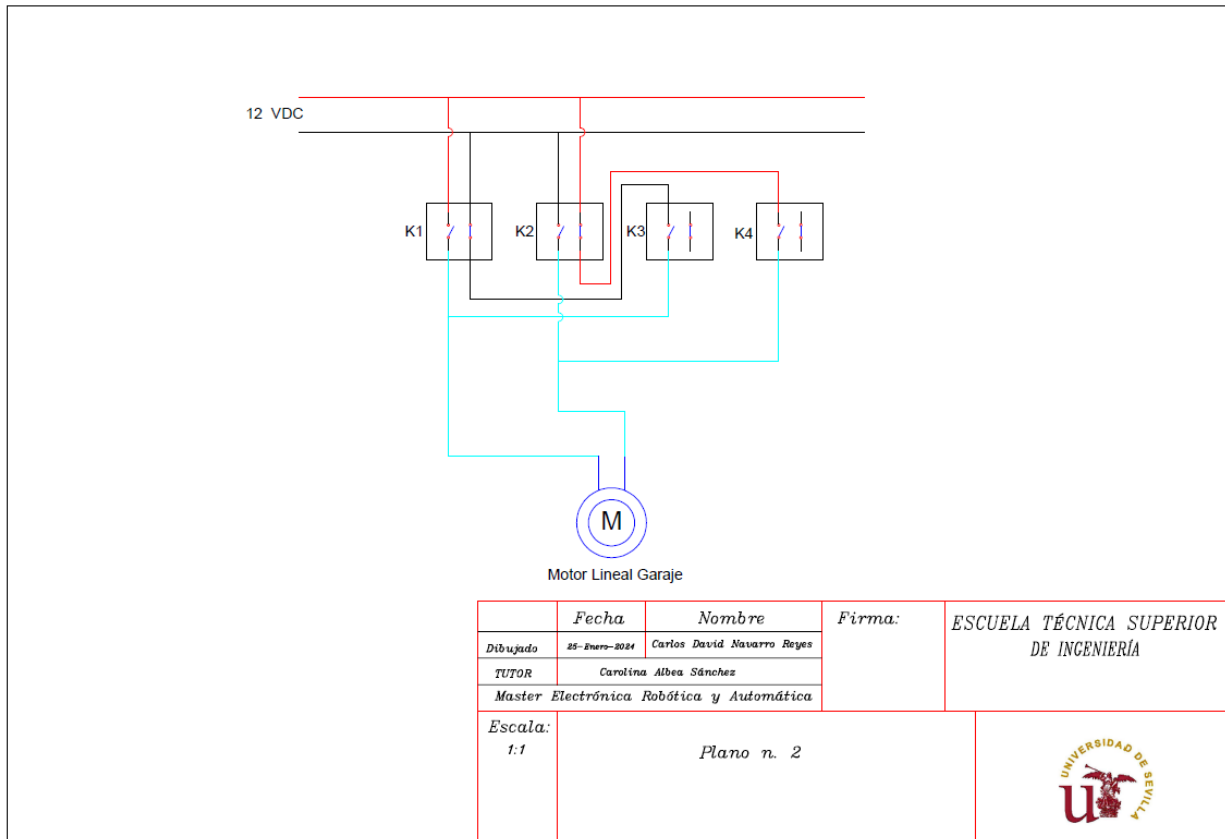
Estas futuras mejoras no solo agregarían capas adicionales de funcionalidad, sino que también garantizarían que la automatización residencial se mantenga alineada con las últimas innovaciones tecnológicas y las cambiantes necesidades de los usuarios.

6 PLANOS

A continuación, se presentan los planos de la instalación eléctrica de los dispositivos KNX.



Plano 1 Esquema Eléctrico Componentes ZENNIO



Plano 2 Esquema Eléctrico Motor Lineal

7 REFERENCIAS

- Huidobro Moya, J. M., & Millán Tejedor, R. J. (2010). *Manual de Domótica*. Creaciones Copyright SL. Recuperado el 03 de 01 de 2024, de <https://books.google.es/books?id=V6IzqqDcfF8C&lp=PR1&ots=ttKjlmq9dL&dq=dom%C3%B3tica%20en%20el%20hogar&lr&hl=es&pg=PR4#v=twopage&q=dom%C3%B3tica%20en%20el%20hogar&f=true>
- Hussain Alanbari, M., Gachet Páez, D., & Angulo Zevallos, J. (2011). El bus domótico KNX, una única infraestructura para todos los servicios. *DYNA - Ingeniería e Industria*, 86, 671.
- KNX Association. (2024). *knx.org*. Recuperado el 03 de 01 de 2024, de knx: <https://www.knx.org/knx-es/para-profesionales/>
- ZENNIO. (2023). *Actuador dimmer DIMinBOX-dx2*. Recuperado el 7 de Enero de 2024, de zennio.com: <https://www.zennio.com/es/producto/diminbox-dx2>
- ZENNIO. (2023). *Actuador multifuncion MAXinBOX 8 Plus*. Recuperado el 7 de Enero de 2024, de zennio.com: <https://www.zennio.com/es/producto/maxinbox-8-plus>
- ZENNIO. (2023). *Fuente de alimentacion ZNIPS-160MPA*. Recuperado el 7 de Enero de 2024, de zennio.com: <https://www.zennio.com/es/producto/zps160mpa>
- ZENNIO. (2023). *quad-plus*. Recuperado el 7 de Enero de 2024, de zennio.com: <https://www.zennio.com/es/producto/quad-plus>
- ZENNIO. (2023). *sensor-movimiento*. Recuperado el 7 de Enero de 2024, de zennio.com: <https://www.zennio.com/es/producto/sensor-movimiento>
- ZENNIO. (2023). *TMD Plus*. Recuperado el 7 de Enero de 2024, de zennio.com: <https://www.zennio.com/es/producto/tmd-plus>
- ZENNIO. (2023). *Zennio KNX USB Interface*. Recuperado el 7 de Enero de 2024, de zennio.com: <https://www.zennio.com/es/producto/knx-usb-interface>