

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

DISEÑO DE UN MÓDULO PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN EN AMBIENTES CERRADOS

Trabajo de grado presentado ante la universidad técnica del norte previo a la
obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico

Autor:
Omar Rodrigo Chamorro Estévez

Tutor:
Ing. Claudio Otero Sierra Msc.

Ibarra– Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003826284		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chamorro Estévez Omar Rodrigo		
DIRECCIÓN:	Imbaya, calle Antonio Ante, frente Al parque		
EMAIL:	orchamorro@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(02) 540-194	TELÉFONO MÓVIL:	0990771826

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño de un módulo de control de iluminación para ambientes Cerrados
AUTOR (ES):	Chamorro Estévez Omar Rodrigo
FECHA: DD/MM/AAAA	17/05/2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Claudio Otero Sierra Msc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de mayo de 2019

EL AUTOR:



.....
Omar Rodrigo Chamorro Estévez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

Yo, Claudio Otero Sierra en calidad de Tutor del señor estudiante, **CHAMORRO ESTEVEZ OMAR RODRIGO**, certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: **“DISEÑO DE UN MÓDULO PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN EN AMBIENTES CERRADOS”**, Para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobando la impresión y empastado.

Ing. Claudio Otero Sierra Msc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

4.DEDICATORIA

A Dios, a Rodrigo Chamorro mi querido papá por la constancia y sacrificio en mi formación profesional.

A mi hijo Darían Chamorro, mi inspiración.

Omar Rodrigo Chamorro Estévez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

5.AGRADECIMIENTO

A Dios, en su infinita voluntad me permitió acabar mi carrera.

A la Universidad Técnica del Norte por permitirme formarme como ingeniero.

Agradezco a cada uno de mis profesores, ejemplo de disciplina trabajo y profesionalismo.

Mi más sentido agradecimiento al Msc. Claudio Bruno Otero director de este trabajo investigativo.

Chamorro Estévez Omar Rodrigo

6.ÍNDICE DE CONTENIDO

1.IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	II
2.CONSTANCIAS	III
3.CERTIFICACIÓN	IV
4.DEDICATORIA	V
5.AGRADECIMIENTO	VI
6.ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
7.ÍNDICE DE FIGURAS	X
8.ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMA de investigación.....	3
Antecedentes.....	3
Planteamiento del problema.....	4
Formulación del problema.....	4
Delimitación del problema	4
Delimitación temporal.....	4
Delimitación espacial	5
Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos	5
Justificación	5
Capitulo I.....	7
1 MARCO teórico.....	7
1.1 MÓDULOS didácticos	7
1.2 ARGUMENTOS DEL sistema knx.....	7
1.2.1 DEFINICIÓN	7
1.3 Descripción del sistema	9
1.3.1 Sistemas Descentralizados	9
1.3.2 COMPONENTE DE UNA RED KNX	9
1.4 Medios KNX.....	10
1.4.1 interfuncionamiento.....	11
1.5 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA	12

1.5.1 conexión topológica.....	12
1.5.2 SEGMENTO DE LÍNEA	12
1.5.3 SEGMENTO DE Área	15
1.6 MODOS DE CONFIGURACIÓN	17
1.6.1 MÉTODO DE INSTALACIÓN FÁCIL (E-Mode)	17
1.6.2 MÉTODO DE INSTALACIÓN SYSTEM (S-Mode):.....	18
1.6.2.1 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN.....	18
1.7 COMUNICACIÓN.....	19
1.7.1 TRANSMISIÓN DE DATOS	19
1.7.2 TELEGRAMAS.....	20
1.7.3. TELEGRAMAS TP1	21
1.8 GLOSARIO de términos.....	24
Capítulo ii.....	26
2 Propuesta tecnológica.....	26
2.1 Tema.....	26
2.2 Justificación	26
2.3 Objetivo general.....	26
2.4 Desarrollo de la propuesta	27
2.5 Detalle del diseño.....	29
2.5.1 COMPONENTES DE SISTEMA KNX	29
2.5.2 DIRECCIÓN FÍSICA DE UN DISPOSITIVO	30
2.5.3 DIRECCIONES DE GRUPO	32
2.6 COMPONENTES HABITUALES EN UNA INSTALACIÓN KNX.....	33
2.6.1 CABLE BUS:.....	33
2.6.2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN KNX.....	34
2.6.3 CARRIL DE DATOS.....	35
2.6.4 CONECTORES BUS (CLEMAS DE CONEXIÓN KNX):.....	36
2.6.5 TERMINAL DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES:.....	36
2.6.6 ACTUADORES BINARIOS	37
2.6.7 SUMINISTRO DE EMERGENCIA AL BUS:	37
2.6.8 INTERFACE USB (PROGRAMADOR):.....	37
2.6.9 PULSADORES:.....	38
2.7 Diseño del tablero	39
2.7.1 Elementos para construcción del maletín	42
2.8 Construcción del tablero.....	43

CAPITULO III	47
PRÁCTICA Nº 1	49
3.1 ENCENDIDO Y APAGADO DE LUMINARIAS con dispositivos eib-knx	49
3.1.1 OBJETIVOS	49
3.1.2 INTRODUCCIÓN	49
3.1.3 Puesta en marcha	50
3.1.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
PRÁCTICA Nº 3	51
3.3 Aplicación de movimiento de persianas	51
3.3.1 Descripción de la tarea	51
3.3.2 Pasos a seguir	51
3.3.3 Puesta en marcha	53
3.3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
Conclusiones y recomendaciones generales	55
Conclusiones	55
Recomendaciones	56
Bibliografía utilizada	57
ANEXOS	58
Anexo 1. Construcción del Módulo didáctico knx	58
Anexo 2. pruebas Módulo Didáctico knx	60
ANEXO 3.-DIAGRAMA DE CONEXIÓN MODULO KNX	61
ANEXO 4-TABLA DE CARACTERISTICAS MATERIALES	62
ANEXO 5.- MANUAL ETS	63

7.ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: KNX – El origen	8
FUENTE: (Asociación KNX, 2019)	8
Figura 2: KNX – Sobre medios soportados de transmisión EIB	11
FUENTE: (Asociación KNX, 2019)	11
Figura 3: Tipo de conexión topológica EIB	12
Figura 4: Segmento de línea.....	13
Figura 5: Distribución del segmento de línea.....	14
Figura 6: Longitudes permitidas.....	15
Figura 7: Segmento de Área	16
Figura 8: Segmento línea y Área	17
Figura 9: KNX –ETS/ Software	19
Figura 10: Telegramas binario	21
Figura 11: Ejemplo de ilustración actuación de telegrama	21
Figura 12: Esquema telegrama.....	22
Figura 13: Transmisión de un telegrama	22
Figura 14: Tiempo de transmisión de un telegrama	23
Figura 15: Contenido de un telegrama	23
Figura 16: Dirección de un dispositivo	31
Figura 17: Dirección en un actuador	31
Figura 18: Dirección de un dispositivo	32
Figura 19: Dirección de grupo.....	32
Figura 20: Conductor KNX.....	33
Figura 21: Partes del conductor	33
Figura 22 Fuente de alimentación KNX	35
Figura 23 Fuente de alimentación KNX	35
Figura 24 Clemas de conexión (Borneras)	36
Figura 25 Relé sobretensiones	36
Figura 26 Actuador binario	37

Figura 28 Interface USB.....	38
Figura 29 Pulsador tipo botonera.....	38
Figura 30 Modelo maleta de entrenamiento KNX.....	39
Figura 31: Vista interior del módulo	39
Figura 32: Diseño de vista interior del módulo para prácticas base de control.....	41
Figura 33: Construcción parte interna del tablero.....	42
Figura 34: Diagrama de cableado del actuador de módulo TXB 202 ^a	43
Figura 35: Conexión Logic Machine	44
Figura 36: Modo conexión actuadores.....	45
Figura 37: Resultado Practica 1	47
Figura 38: Resultado Practica 2.....	48
Figura 39: Resultado Practica 2.....	48
Figura 40: Programación Dimmer.....	49
Figura 41: Asignación de parámetros Lamas	52
Figura 42: Estructura de programación	53
Figura 43: Flags de programación	53
Figura 44: Perforación tablero y montaje de dispositivos	538
Figura 45: Montaje fuentes de poder	538
Figura 46: Montaje despositivos de iluminación	539
Figura 47: Montaje despositivos de iluminación	539
Figura 48: Práctica encendido luminaria.....	60
Figura 49: Práctica dimerización.....	60

8.ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Comparación EIB-KNX vs Z-WAVE PLUS.....	28
TABLA 2: Elementos del módulo didáctico.....	42

RESUMEN

El trabajo que se muestra a continuación, describe el diseño e implementación de un módulo de control de iluminación para ambientes cerrados, a fin de complementar el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico. El trabajo de investigación está conformado por tres capítulos, la primera fase corresponde a la Introducción, mismo que contiene el problema de investigación y la necesidad de capacitar a los estudiantes, mediante un módulo didáctico que les permita conocer y aprender nuevas tecnologías implementadas en el sector eléctrico ecuatoriano. En el primer capítulo se encuentra el marco teórico, donde detalla el sistema con el cuál se va a trabajar en este caso, control de iluminación mediante el estándar KNX, además conceptualiza y estudia de forma integral el funcionamiento del estándar KNX. Para el segundo capítulo hace referencia al desarrollo del proyecto, en esta sección muestra la propuesta tecnológica, los objetivos y la justificación del mismo, además el diseño y construcción del módulo tipo maleta con sus respectivos dispositivos, y forma conocer las características técnicas y función de cada uno de ellos, y de esta manera se enlaza el capítulo tres, en el cual se presenta el resultado de esta investigación mediante la formulación de tres prácticas para que el estudiante tenga contacto directo con el módulo, y para finalizar este proyecto de grado se puede encontrar las conclusiones y recomendaciones generales de la investigación planteada.

Palabras claves:

KNX

Protocolo

Módulo didáctico

Control de iluminación

ETS

ABSTRACT

The work shown below describes the design and implementation of a lighting control module for closed environments, in order to complement the laboratory of the Electrical Maintenance Engineering career. The research work consists of three chapters, the first phase corresponds to the Introduction, which contains the research problem and the need to train students through a didactic module that allows them to learn and learn about new technologies implemented in the sector Ecuadorian electric In the first chapter we find the theoretical framework, detailing the system with which it will work in this case, lighting control using the KNX standard, and conceptualizes and comprehensively studies the KNX standard. For the second chapter refers to the development of the project, in this paragraph shows the technological proposal, the objectives and the justification of it, as well as the design and construction of the suitcase type module with their respective devices, and in order to know the technical characteristics and function of each one of them, and in this way chapter three is linked, in which we present the results of this research by formulating three practices so that the student has direct contact with the module, and to finish this degree project we have conclusions and general recommendations of the proposed investigation.

KEY WORDS:

KNX

PROTOCOL

TEACHING MODULE

LIGHTING CONTROL

ETS

INTRODUCCIÓN

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

ANTECEDENTES

Dentro de la industria de construcción eléctrica se ha venido trabajando con sistemas convencionales de encendido y apagado de luminarias, los cuales han Posibilitado un cierto confort en hogares, oficinas de trabajo, edificios públicos y privados, promoviendo, de esta manera, una cultura no asociada al control automático.

La automatización de los nuevos sistemas, recae en la informática. A medida que la tecnología avanza a nivel mundial, en la industria eléctrica aparece una necesidad y ahora es requisito esencial tener el control de iluminación con el objetivo de parametrizar y crear una cultura de ahorro y confort energético que tiene relación con el modo de operatividad de los sistemas de control de iluminación.

El uso de nuevas tecnologías como control de iluminación mediante el sistema KNX, se ha viralizado en Europa y algunos países de Sudamérica, debido a su eficiente plataforma de trabajo.

La aplicación del sistema de control de iluminación KNX, a nivel mundial, se ha expandido, en los últimos años, por las múltiples ventajas que presenta frente a otros sistemas. Hoy, es común ver en los edificios de las principales ciudades de Sudamérica como Bogotá, Quito, Guayaquil, Cuenca, Buenos Aires y Lima, entre varias, la utilización de este sistema que controla de manera eficiente el consumo y procura, principalmente, la sustentabilidad. La Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, cuenta con una materia que trata del estudio de comportamiento de iluminación.

Con este proyecto de investigación brinda al estudiante de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico, las herramientas necesarias para que realice un

entrenamiento con nuevas tecnologías que están a la vanguardia del control de iluminación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La formación académica y capacitación profesional es la acción de adquirir conocimientos avanzados y a su vez que complementen al manejo y desarrollo de nuevas tecnologías con métodos más eficientes que garanticen una inclusión directa laboral.

En las instituciones educativas es de suma importancia el entrenamiento práctico que permita que el profesional que se está formando en aulas obtenga una experiencia competitiva con relación al mundo laboral. Consecuentemente la industria actual tiene una necesidad fundamental de modernizar todo el esquema productivo y competitivo y a su vez adaptarse a nuevos sistemas que permitan obtener márgenes elevados en materia de eficiencia energética y de esta manera innovar tecnologías que crece y avanza de manera muy acelerada.

Las capacidades que se pueden generar con las experiencias adquiridas son de mucha importancia y es indispensable contar con entrenamientos prácticos actualizados.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar un módulo de entrenamiento de control de iluminación basado en la tecnología KNX, e implementarlo en el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico?

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

DELIMITACIÓN TEMPORAL

La investigación se realizó en el periodo 2018 y 2019

DELIMITACIÓN ESPACIAL

La investigación se la realizo en las inmediaciones Universidad Técnica del Norte, Colombia (Bogotá), además de lugares necesarios para obtener información, como espacios de consulta e investigación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño y la implementación de un módulo de entrenamiento para el control de iluminación basado en tecnología KNX, en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar nuevas tecnologías en control de iluminación basado en el estándar KNX.
- Estudiar el hardware y software del sistema KNX.
- Diseñar el módulo de entrenamiento KNX en base a los requerimientos determinados.
- Realizar la construcción, pruebas de funcionamiento del módulo didáctico garantizando el correcto funcionamiento del equipo.
- Realizar prácticas con uso y manejo del módulo, con información detallada.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías en control de iluminación a nivel mundial, en la última década, y especialmente Sudamérica ha tenido un incremento significativo, ya que ciudades como Bogotá, La Paz, Quito, Guayaquil, Cuenca y Lima, entre varias, están iniciando el desarrollo de sistemas de iluminación que permitan obtener control,

confort y eficiencia energética y además la demanda por liderar premios nacionales de energía.

El motivo principal de implementar un módulo de entrenamiento en control de iluminación KNX , es adaptar al profesional en formación, desde el laboratorio, a tener primero una visión general de cómo manejar este tipo de sistemas KNX, mediante el desarrollo de prácticas y programación y, segundo ,tener un enfoque claro de la nueva tecnología de punta que se está generando a nivel mundial y ser parte de esta amplia plataforma de profesionales que día tras día trabajan con el sistema KNX en su instalación, programación y puesta en marcha.

En una amplia idea el objetivo principal es que el módulo de entrenamiento KNX le permita al estudiante generar control de iluminación en toda su amplia gama de acuerdo a los requerimientos del entorno.

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 MÓDULOS DIDÁCTICOS

En el proceso de enseñanza y aprendizaje la selección del material didáctico es de suma importancia; éste motiva al alumno y permite que enfoque su atención y así pueda fijar y retener los conocimientos. Un proceso de enseñanza activo requiere por parte del docente un conocimiento claro y preciso sobre la importancia, uso y confección de diversos materiales que contribuyen a un mejor aprendizaje en los alumnos. (Castro & García, 2011, p. 4)

El material didáctico permite alcanzar un cambio favorable en la eficiencia de la educación y en sus estrategias metodológicas para obtener mejores resultados con respecto a la preparación del alumno. Esto no es ajeno a la preparación técnica-profesional que se tiene en las ingenierías. Realizar prácticas y simulaciones con equipos didácticos, influye directamente en el alcance de conocimiento y experiencia del estudiante.

1.2 ARGUMENTOS DEL SISTEMA KNX

1.2.1 DEFINICIÓN

La tecnología KNX es el estándar de comunicación mundial para dispositivos destinados a aplicaciones de control de viviendas y edificios (iluminación, calefacción, sistemas de seguridad, ventilación, monitorización, aire acondicionado, alarma, control de agua, gestión de la energía, control de electrodomésticos, audio, video, etc). El creador y propietario de esta tecnología es KNX Association. KNX es el único estándar mundial con:

- Una herramienta de puesta en marcha (ETS).
- Un sistema independiente de fabricantes.
- Un conjunto completo de medios físicos (TP, PL, RF y IP).
- Un conjunto completo de modos de configuración (sistema y modo fácil).

KNX está aprobado como:

- Estándar europeo (CENELEC EN 50090 y CEN EN 13321-1)
- Norma Internacional (ISO/IEC 14543-3).
- Estándar Chino (GB/T 20965).

La asociación KNX se fundó en 1990 con sede en Bruselas (Bélgica) y originalmente “EIB Association” o “Asociación EIB” (figura 1.1). Este tenía como objetivo la promoción de las aplicaciones inteligentes de domótica e inmótica, en general, y del sistema IBE, creado por varios fabricantes de reconocido prestigio, en particular.

En 1999 la asociación se fusionó kNX con otras dos asociaciones europeas, concretamente:

- BCI (Francia): promocionaba el sistema batibus.
- European Home System Association (Holanda): promocionaba el sistema EHS.
- EIB Asociación (Bélgica): Sistema EIB.

En la figura 1.1 muestra la conformación de KNX.

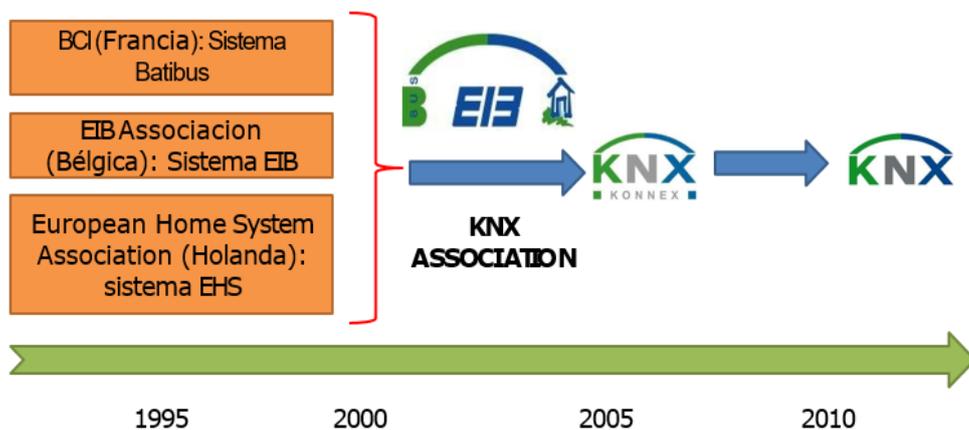


Figura 1: KNX – El origen

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

Como resultado de esta unión, se modificó el nombre al de “KNX Asociación”.

Los objetivos de la KNX Asociación son los siguientes:

- La definición de un nuevo estándar abierto “KNX” aplicaciones inteligentes de domótica.
- La consolidación de la marca “KNX” como símbolo de calidad e interoperabilidad entre distintos fabricantes.
- El establecimiento del KNX como estándar europeo y a nivel mundial (Asociación KNX, 2019)

1.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

1.3.1 SISTEMAS DESCENTRALIZADOS

En este tipo de sistemas existen diferentes elementos de control, cada uno de los cuales posee la capacidad de tratar la información que recibe y actuar en consecuencia de forma autónoma. En estos sistemas los elementos de control están lo más cerca posible de los elementos que se deben controlar.

Mediante este método se eliminan los dos problemas mencionados en el sistema centralizado. No existe una unidad de control central y por lo tanto, el usuario no depende de un solo fabricante; por otra parte, la avería de cualquier elemento no afecta al funcionamiento del resto.

Además, existen otras ventajas, como la facilidad de reconfiguración del sistema, lo que incide directamente en el grado de flexibilidad, y sobre todo en el ahorro de cableado en la instalación. Al tratarse de sistema más caros, también son sistemas más potentes, que permiten implementar una gran cantidad de aplicaciones y servicios al usuario.

1.3.2 COMPONENTE DE UNA RED KNX

Todo sistema domótico KNX tiene unos componentes básicos:

- Sensores

Son los elementos encargados de recoger la información que necesita el sistema. La información puede ser lectura la de temperatura de un termostato hasta un pulsador para encender o apagar una luz. (Asociación KNX, 2019)

- Actuadores

Son los que realizan una modificación en su estado para realizar una acción. Los actuadores funcionan gracias a la información que les proporcionan los sensores. (Asociación KNX, 2019)

- Bus

Es la vía de comunicación que transfiere la información entre diversos dispositivos por un cableado propio, por las redes de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos) o de forma inalámbrica. (Asociación KNX, 2019)

- Interface

Las interfaces permiten a los usuarios programar a través (pantallas, móvil, Internet, conectores y comandos de voz en binario) y definir los parámetros de la instalación, además de recibir la información de los dispositivos en un formato fácil de comprender e interpretar. (Asociación KNX, 2019)

- Unidad de proceso de control

Es la parte más importante del sistema domótico, dado que es el dispositivo encargado de gestionar la información que recibe del sensor o detector y enviar los datos necesarios hacia el dispositivo de salida. (Asociación KNX, 2019)

1.4 MEDIOS KNX

Los datos KNX se transmiten entre los componentes a través de un cable de control separado.

Es posible implementar el sistema KNX en la red de fuerza 220V existente ("Medio de transmisión ("Powerline")), así como de forma inalámbrica ("Medio de transmisión por radio frecuencia"), o mediante Ethernet/WIFI ("KNX IP"). De esta manera utilizando las pasarelas correspondientes, es posible la transmisión de telegramas EIB/KNX a otros medios (EJ.: Fibra óptica) (Figura 1.2) (Asociación KNX, 2019)

Áreas de aplicación para los distintos medios de transmisión EIB			
Medio	Transmisión vía	Áreas preferidas de aplicación	Velocidad de transmisión
Twister pair (Par trenzado)	Bus de control independiente	Nuevas instalaciones y grandes renovaciones. Nivel máximo de fiabilidad de la transmisión	TP-0 4800 bits/s (ha sido tomado del BatiBus)
			TP-1 9600 bits/s (ha sido tomado del EIB)
Powerline (ondas portadoras)	Red existente (debe disponer de neutro)	En lugares donde no se necesita un cable de control adicional y hay disponible cable de 230 V.	PL-110 1200 bits/s
			PL-132 2400 bits/s (ha sido tomado del EHS)
Radio frecuencia	Radio	En lugares donde no se desea o no se puede instalar cableado.	RF 38,4kbits/s (ha sido desarrollado estándar KNX)

Figura 2: KNX – Sobre medios soportados de transmisión EIB

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

1.4.1 INTERFUNCIONAMIENTO

El Interfuncionamiento es la principal ventaja de la tecnología KNX. Los productos certificados KNX tienen que cumplir estrictas normas de funcionamiento entre ellas:

- Tienen que estar etiquetados con la marca registrada KNX y por tanto la obligación de hablar y entender el lenguaje de KNX, ser capaces de interpretar correctamente las señales en el medio en que están conectados.
- Todos los productos tienen que ser configurados por la misma herramienta de software de ingeniería (ETS).
- Los aparatos tienen que adaptarse a un estandarizado conjunto de tipo de datos utilizados para conmutación, regulación, temperatura, etc.

Las ventajas del interfuncionamiento han contribuido en gran manera al éxito de KNX.

Con estas ventajas se consigue:

- Ofrecer al usuario de edificios la libre elección entre productos de un gran número de fabricantes KNX.
- Permite al usuario KNX el uso de una sola herramienta de planificación y configuración como es ETS.
- Capacita al usuario KNX en un plan de formación uniforme en todo el mundo.
- Facilitar el desarrollo de pasarelas entre KNX y otros sistemas (DALI, BACnet, etc.).

1.5 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA

1.5.1 CONEXIÓN TOPOLÓGICA

Dentro de la arquitectura del sistema, existes varias topologías para llevar a cabo la conexión de los dispositivos al bus como puede ser: (Asociación KNX, 2019)

- Topología tipo Árbol
- Topología tipo Estrella
- Topología tipo Línea

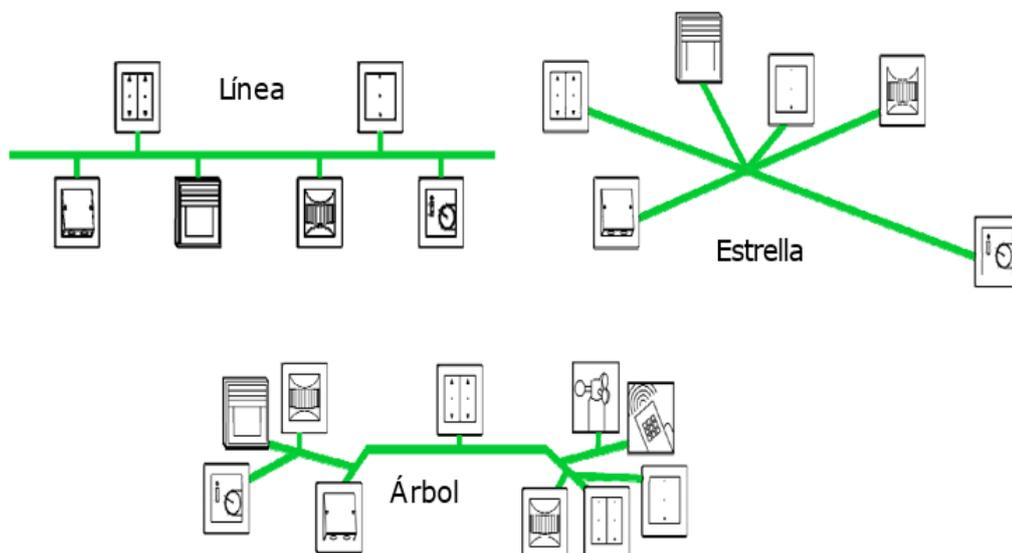


Figura 3: Tipo de conexión topológica EIB

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

1.5.2 SEGMENTO DE LÍNEA

La unidad más pequeña del bus KNX se denomina “segmento de línea” (Figura 1.4). Un segmento de línea está compuesto por una fuente de alimentación adecuada y un máximo de 64 componentes bus o aparatos.

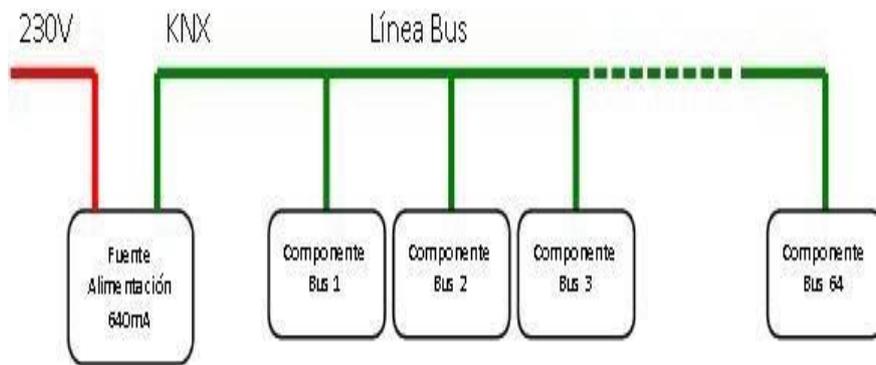


Figura 4: Segmento de línea

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

Una línea puede disponer de hasta cuatro segmentos de línea (figura 1.5), cada uno de ellos dispondrá de su fuente de alimentación y un máximo de 64 componentes bus o aparatos. Para dividir la línea en segmentos de línea se utilizan los amplificadores de línea.

Cada línea tiene su propia alimentación de corriente para los componentes. Esto garantiza que, incluso si hay un fallo en una línea, el resto del sistema puede continuar funcionando.

Las fuentes de alimentación tienen regulaciones de tensión y corriente, por lo que son resistentes a los cortocircuitos. Además, son capaces de salvar micro-cortes de la red ya que tienen un tiempo de reserva de 100ms.

El cable conductor PYCYM 2x2x0,8 tiene una sección por hilo de 0,5mm² y, por ello, una resistencia del bucle de 72Ω/Km.

Los componentes toman del bus una potencia constante y están preparados para funcionar con un mínimo de 21V.

La absorción de potencia supone, aproximadamente, 100 - 150mW/ componente, aunque algunos aparatos pueden llegar a consumir 200mW. Por este motivo pueden instalarse dos fuentes de alimentación en paralelo si fuera necesario, siempre que se emplee una bobina común. (Asociación KNX, 2019)

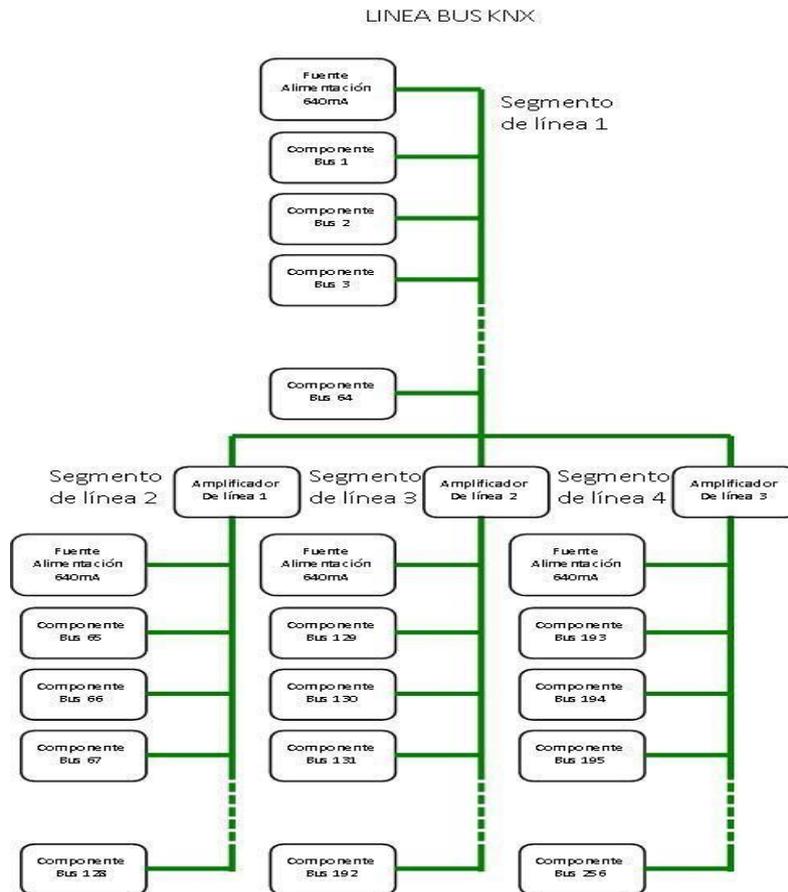


Figura 5: Distribución del segmento de línea

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

Longitudes máximas permitidas

Las longitudes máximas permitidas de cable en el montaje serán (figura1.6):

- La longitud máxima permitida de todos los cables en una misma línea no supera los 1.000m.
- La distancia máxima entre dos aparatos de una misma línea no debe superar los 700m.
- La distancia máxima entre la fuente de alimentación con bobina y un aparato no debe superar los 350m.
- La distancia entre dos fuentes de alimentación con bobina en una misma línea no podrá ser menor a 200m. (Asociación KNX, 2019)

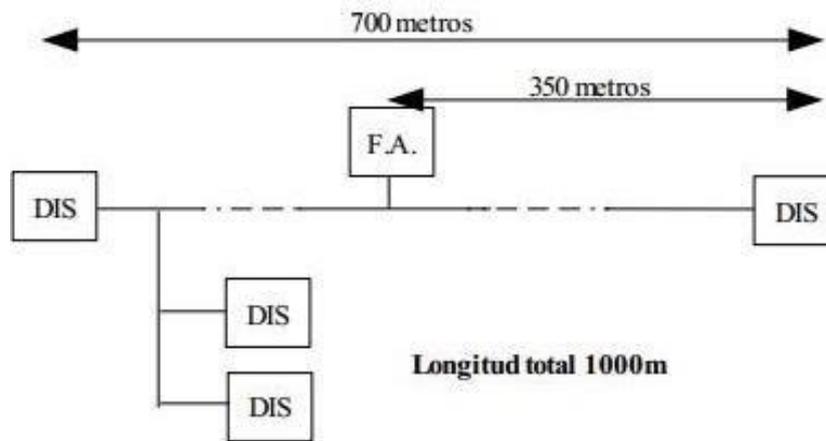


Figura 6: Longitudes permitidas

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

1.5.3 SEGMENTO DE ÁREA

Si se va a utilizar más de una línea todas ellas pueden conectarse en una línea principal por medio de acopladores de línea. A esta estructura se le denomina área (figura 1.7).

El número máximo de líneas que pueden conectarse a la línea principal son 15. También es posible conectar hasta 64 componentes bus o aparatos en la línea principal pero disminuiría este número en función de cada acoplador de línea que tengamos en uso, es decir, si en la línea principal tenemos conectadas 3 líneas cada una de ellas con su acoplador de línea entonces solo podremos poner en la línea principal un total de $64-3=61$ componentes bus o aparatos. (Asociación KNX, 2019)

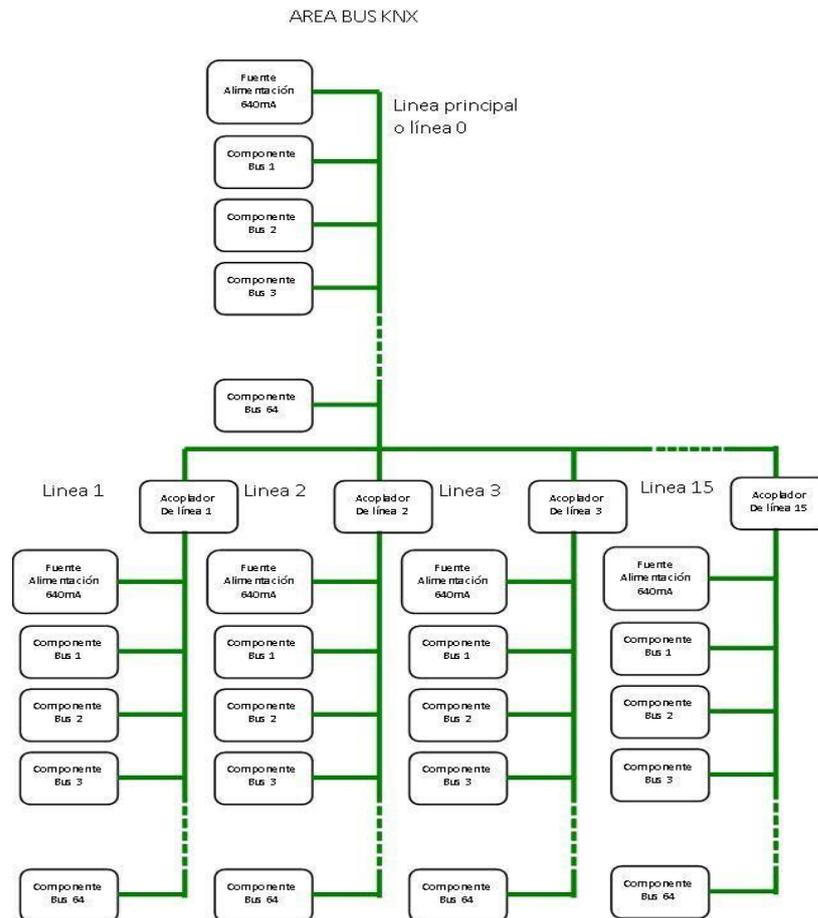


Figura 7: Segmento de Área

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

Si se va a utilizar más de un área todas ellas pueden conectarse en una línea de áreas o “backbone” por medio de acopladores de área figura 1.8. A esta estructura se le denomina línea de áreas.

El número máximo de áreas que pueden conectarse a la línea de áreas son 15. También es posible conectar hasta 64 componentes bus o aparatos en la línea de áreas pero disminuiría este número en función de cada acoplador de área que se tenga en uso, es decir, si en la línea de áreas se tiene conectadas 3 áreas cada una de ellas con su acoplador de área entonces solamente se puede poner en la línea de áreas un total de $64-3=61$ componentes bus o aparatos. (Asociación KNX, 2019)

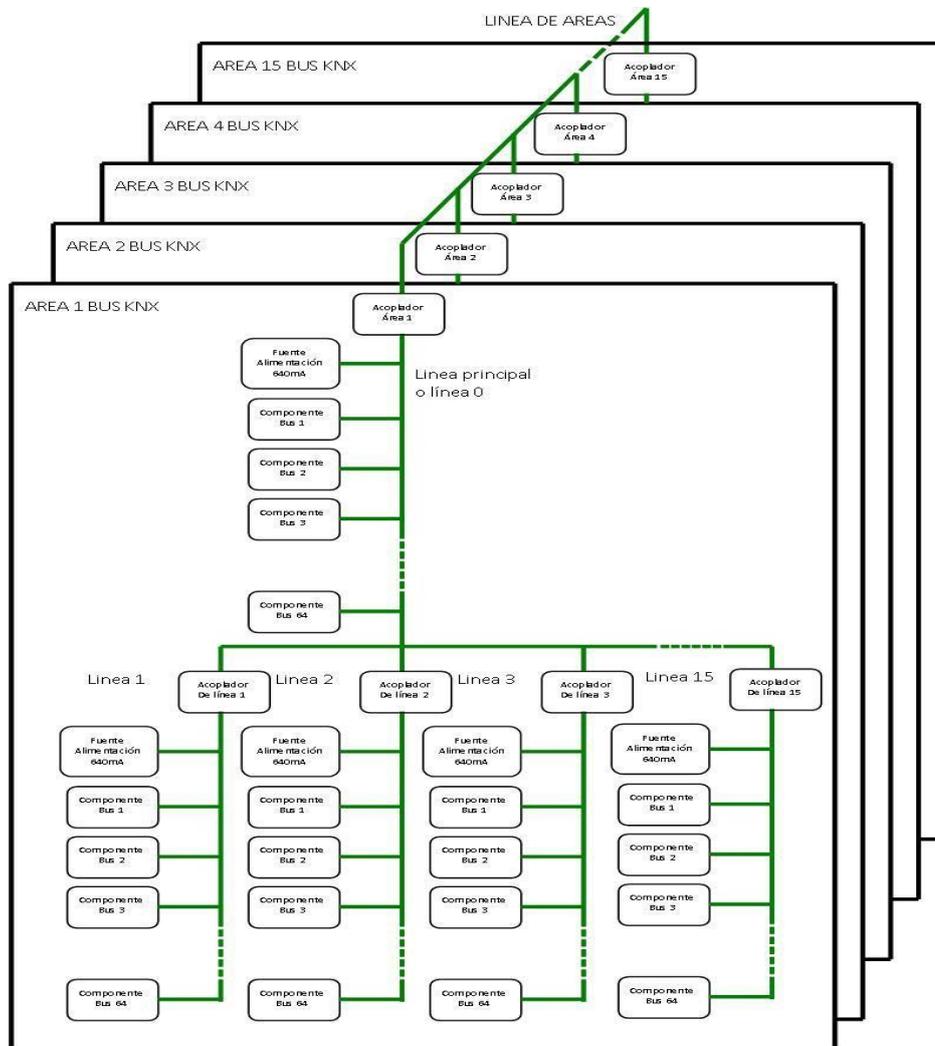


Figura 8: Segmento línea y Área

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

1.6 MODOS DE CONFIGURACIÓN

El sistema KNX permite a cada fabricante el seleccionar el modo de configuración el software de sus aparatos más ideal de acuerdo con el mercado.

Existen dos modos de configuración diferentes:

1.6.1 MÉTODO DE INSTALACIÓN FÁCIL (E-MODE)

La configuración no se realiza mediante un PC, sino a través de un controlador central, ruedas de codificación, etc. Este método está pensado para un instalador cualificado con conocimientos básicos sobre tecnología bus. (Asociación KNX, 2019)

1.6.2 MÉTODO DE INSTALACIÓN SYSTEM (S-MODE):

La planificación y configuración de la instalación se realiza mediante un PC que tenga la herramienta software ETS (Engineering Tool Software) instalada (figura 1.9), además de todas las bases de datos de producto de cada uno de los aparatos que intervienen en el proyecto. El método “S-Mode” es el más utilizado para proyectistas e instaladores KNX certificados y sobre todo para grandes instalaciones. (Asociación KNX, 2019)

1.6.2.1 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

El programa ETS son las iniciales de E “Ingeniería” T “Tool” S “Software” (herramienta de software de Ingeniería). Es la única herramienta de software independiente del fabricante e para diseñar y configurar las instalaciones de control de viviendas y edificios inteligentes mediante estándar KNX. (Asociación KNX, 2019)

Existen tres versiones ETS, una para cada necesidad del usuario. Además, el ETS-3 profesional posibilita la configuración y el mantenimiento a distancia de instalaciones vía Internet y ETS. Las tres versiones son: (Asociación KNX, 2019)

ETS 3- TESTER. No tiene posibilidad de acceso al bus.

ETS 3- STARTER. Está destinada a usuarios que no tienen una formación certificada. Está limitada a 64 aparatos.

ETS 3-PROFESSIONAL. Está destinada a usuarios que tienen una formación Certificada. No hay limitación en el número de aparatos.

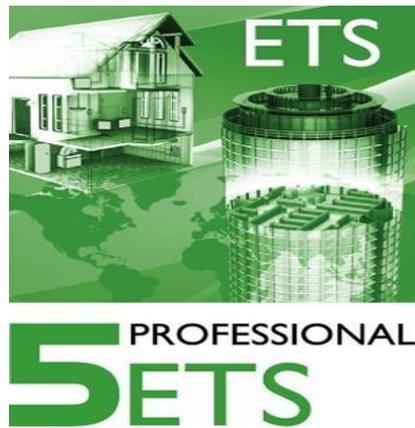


Figura 9: KNX –ETS/ Software

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

1.7 COMUNICACIÓN

1.7.1 TRANSMISIÓN DE DATOS

En el sistema KNX la transmisión de las señales se realiza a través de un cable bus al que están conectados todos los dispositivos. El bus permite que todos los componentes de la instalación domótica estén intercomunicados entre sí, de esta manera cualquier componente puede enviar órdenes a otro independientemente de la distancia entre ellos y su ubicación. La interconexión de los dispositivos dentro de la línea del bus puede hacerse en árbol o estrella.

Los datos se transmiten en serie y de acuerdo con unas reglas fijas (protocolo). De esta forma se “empaqueta” la información que se envía en forma de telegrama a través del bus desde un sensor hasta uno o varios actuadores.

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. (Asociación KNX, 2019)

La transmisión de datos con el EIB no está aislada eléctricamente, ya que la alimentación para los dispositivos (24V DC) se proporciona a través de la misma línea

de bus. Los telegramas se modulan de tal forma que un “cero lógicos” se transmite como pulso. La “no-recepción” de ningún pulso se interpreta como un “uno lógico”. (Asociación KNX, 2019)

La información se transmite de forma simétrica al par de conductores y el componente se controla mediante la diferencia de tensión entre los dos. Las radiaciones perturbadoras actúan sobre ambos conductores con la misma polaridad y, por tanto, no influyen en la diferencia determinante de la tensión de la señal. (Asociación KNX, 2019)

Es necesario regular el acceso al bus como medio físico de transmisión de datos. Para ello el EIB utiliza el procedimiento CSMA/CA (Acceso Múltiple por Detección de Portadora/Evitación de Colisiones). Este procedimiento garantiza un procedimiento aleatorio libre de colisiones al bus. Todos los dispositivos de bus reciben las señales, pero sólo aquellos actuadores a los que “se está hablando” reaccionan. Si un sensor, quiere transmitir, primero debe comprobar el bus y esperar a que ningún otro dispositivo esté transmitiendo. Si el bus está libre, cualquier dispositivo puede comenzar la emisión. Si dos dispositivos comienzan a emitir en el mismo instante, sólo tendrá acceso al bus aquél de ellos que tenga la prioridad más alta. El otro tendrá que esperar y transmitir después. En caso de igualdad de prioridad, comenzará aquel cuya dirección física sea más baja. (Asociación KNX, 2019)

El cable conductor de bus puede tenderse por el mismo recorrido que los cables de energía y, de la misma forma, puede empalmarse y derivarse. La unión de conductores se efectúa mediante bornes sin tornillos. El borne se enchufa al componente y su retirada no interrumpe el conductor. (Asociación KNX, 2019)

1.7.2 TELEGRAMAS

En el sistema KNX los datos se transmiten en modo simétrico, además usa transmisión diferencial que junto con la simetría de los conductores asegura que el ruido afectara por igual a ambos. Las señales utilizadas serán binarias y se

transmitirán en banda base. Un “1” lógico se representa con ausencia de paso de señal, mientras que el “0” lógico se representa con un impulso negativo-positivo (figura1.10), (figura1.11). (Asociación KNX, 2019)

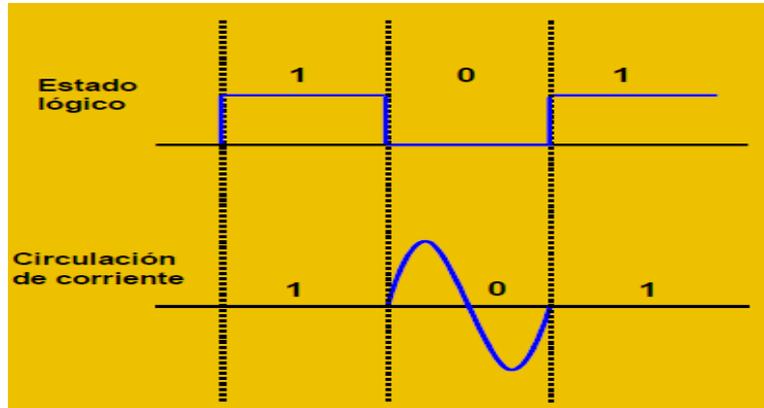


Figura 10: Telegramas binario

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

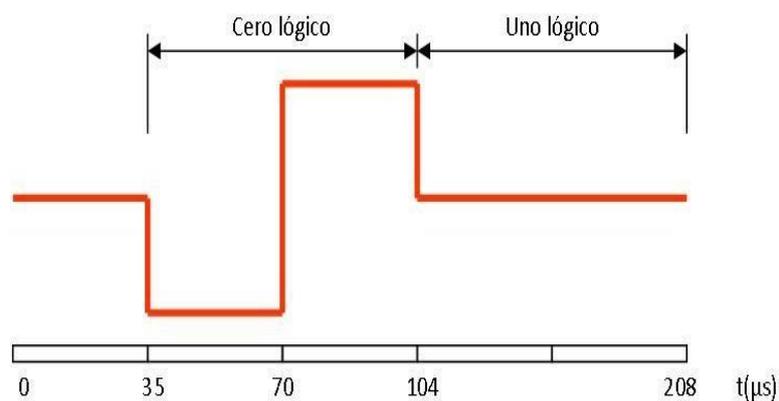


Figura 11: Ejemplo de ilustración actuación de telegrama

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

1.7.3. TELEGRAMAS TP1

Un telegrama es aquel que se produce cuando hay un evento en el bus como por ejemplo si se acciona un pulsador, en este caso este componente envía un telegrama al bus.

El envío de un telegrama se produce después de que el bus haya permanecido desocupado por lo menos durante un periodo “t1 (50 bit)”. A continuación, 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). El tiempo total del telegrama ronda entre los 20 y 40ms (figura1.12). (Asociación KNX, 2019)



Figura 12: Esquema telegrama

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

El telegrama es transmitido a una velocidad de 9600 bits/seg, es decir, un bit ocupa el bus durante 1/9600 segundos ó 104µs.

Los aparatos bus escuchan mientras transmiten, tan pronto como un aparato emitiendo el estado lógico “1” detecta el estado lógico “0” (circula corriente), deja de transmitir para dejar paso al aparato de mayor prioridad (figura 1.13).

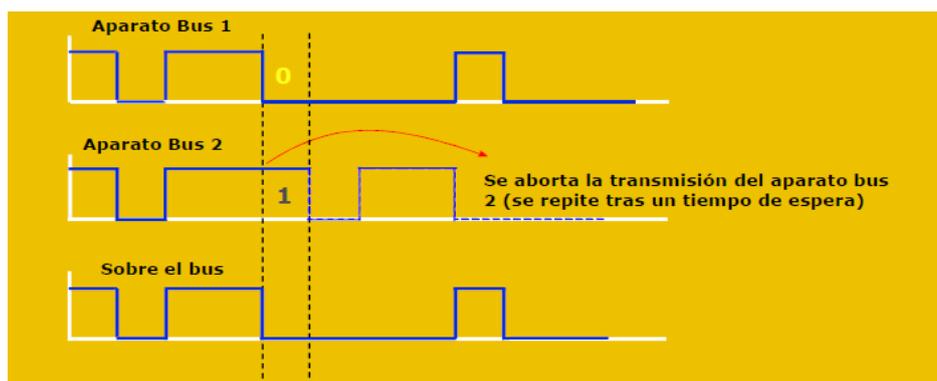


Figura 13: Transmisión de un telegrama

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

El telegrama está formado por paquetes de caracteres (figura 1.13), cada uno de ellos lo componen 11 bit distribuido de la siguiente forma:

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

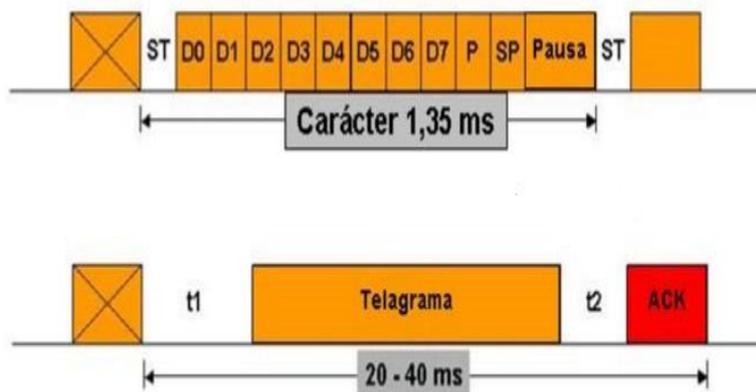


Figura 14: Tiempo de transmisión de un telegrama

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

Teniendo en cuenta la duración de la pausa (2 bit), el tiempo de transmisión por carácter asciende a 1,35ms (13 bit).

La longitud total de caracteres del telegrama consta de entre 8 y 23, dependiendo de la longitud de la información (figura 1.15). Un telegrama de conmutación ocupa en el bus unos 20 ms y uno de transmisión de texto unos 40ms.

Si se agrupa todos los caracteres que forman el telegrama tendremos la siguiente estructura:

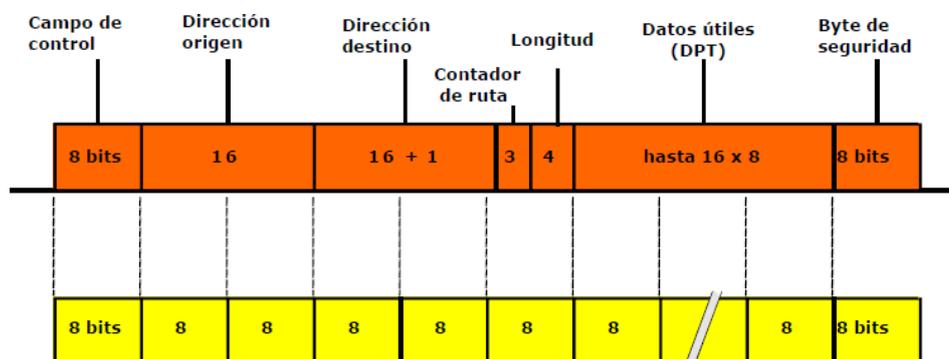


Figura 15: Contenido de un telegrama

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

1.8 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Nodo: Cada una de las unidades del sistema capaces de recibir y procesar información comunicando, cuando proceda con otras unidades o nodos, dentro del mismo sistema.

Actuador: Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del Sistema, como, por ejemplo, electroválvulas (suministro de agua, gas, etc.), motores (persianas, puertas, etc.), sirenas de alarma, reguladores de luz, etc.

Dispositivo de entrada: Sensor, mando a distancia, teclado u otro dispositivo que envía información al nodo.

Los elementos definidos anteriormente pueden ser independientes o estar combinados en una o varias unidades distribuidas.

Sistemas centralizados: Sistema en el cual todos los componentes se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando.

Sistema descentralizado: Sistema en que todos sus componentes comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando.

BUS (BinaryUnitSystem): Línea de intercambio de datos a la que se pueden conectar gran cantidad de componentes, permitiendo la comunicación entre estos. Los componentes que se pueden conectar pueden ser nodos, actuadores o dispositivos de entrada.

Pasarela residencial (Residencial Gateway): Elemento de conexión entre diferentes redes de una vivienda o edificio (control domótico, telefonía, televisión y tecnologías de la información) a una red pública de datos, como por ejemplo Internet, efectuando en su caso, la adaptación y la traducción entre diferentes protocolos. La red de control del sistema domótica puede estar o no conectada a la pasarela

residencial, en el caso de que esté conectada, el nodo puede desempeñar también las funciones de pasarela residencial.

Punto de acceso a usuario (PAU): Es el elemento en el que comienza la red interior de telecomunicación del domicilio del usuario, que permite la delimitación de responsabilidades en cuanto al origen, localización y reparación de averías. Se ubica en el interior del domicilio del usuario.

Protocolo: Lenguaje de comunicación entre periféricos con objeto de establecer la transmisión de datos con un sistema central o entre sí, de forma ordenada.

Radiofrecuencia (RF): Transmisión de señal sin requerir de un medio físico, ni de alineación libre de obstáculos entre el emisor y el receptor, generalmente de frecuencia comprendida entre 3kHz y 3 GHz.

Topología: Término utilizado para definir la estructura de la red y la configuración del sistema

CAPÍTULO II

2 PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1 TEMA

DISEÑO DE UN MÓDULO PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN EN AMBIENTES CERRADOS.

2.2 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías en control de iluminación en la última década a nivel mundial y especialmente Sudamérica ha tenido un incremento significativo, ciudades como Bogotá, La Paz, Quito, Guayaquil, Cuenca, Lima, se encuentran en el inicio de desarrollo de sistemas de iluminación que permitan obtener control, confort y eficiencia energética y además la demanda por liderar premios nacionales de energía.

El motivo principal de implementar un módulo de entrenamiento en control de iluminación KNX , es adaptar al profesional en formación desde el laboratorio a tener primero una visión general de cómo manejar este tipo de sistema KNX mediante el desarrollo de prácticas y programación y segundo tener un enfoque claro de la nueva tecnología de punta que se está generando a nivel mundial y ser parte de esta amplia plataforma de profesionales que día tras día trabajan con el sistema KNX en su instalación, programación y puesta en marcha.

En una amplia idea el objetivo principal es que el módulo de entrenamiento KNX le permita al estudiante generar control de iluminación en toda su amplia gama de acuerdo a los requerimientos del entorno.

2.3 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño y la implementación de un módulo de entrenamiento para el control de iluminación basado en tecnología KNX, en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte.

2.4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

A continuación se detallan las ventajas que KNX ofrece en relación a las instalaciones convencionales:

- Es un estándar internacional que garantiza su continuidad en el futuro
- Los dispositivos que conforman KNX Asociación exigen un alto nivel de producción y control de calidad. Los miembros fabricantes tienen que mostrar conformidad a la norma ISO 9001.
- La herramienta Software ETS, permite proyectar, diseñar y configurar todos los productos certificados KNX. Esta herramienta además es independiente del fabricante.
- KNX puede ser utilizado en varias aplicaciones y funciones para el control en edificios y viviendas desde iluminación, control de seguridad, ventilación, control de agua persianas.
- KNX mejora el confort y la seguridad con sus instalaciones así como contribuye el ahorro energético y la protección del clima (se puede conseguir hasta un 50% de ahorro en iluminación y calefacción).
- KNX puede ser acoplado a otros sistemas o fabricantes que ofrecen pasarelas a otros sistemas como automatización de edificios, redes de telefonía, redes multimedia, redes IP.
- KNX soporta diferentes medios de comunicación, puede ser usado en combinación con uno o más modos de configuración, a cada fabricante elegir la combinación perfecta para su segmento de mercado y aplicaciones.
- KNX reduce el cableado en un 80% en comparación de instalaciones convencionales.

La tabla 2.2 presenta un resumen de los resultados obtenidos, en la cual detalla por qué se debe considerar el sistema KNX como alternativa en control de iluminación frente a otros sistemas convencionales de control:

Tabla 1: Comparación EIB-KNX vs Z-WAVE PLUS

Símbolo	Significado	Características relevantes	KNX-EIB	Z-WAVE PLUS
II	Muy positivo	Mantenimiento	I	/
I	Positivo	Accesibilidad	I	II
0	Normal	Durabilidad	I	I
/	Negativo	Seguridad	I	I
//	Muy negativo	Confort	I	II
		Eficiencia	I	I
		Fiabilidad	I	I
		Control	I	0
		Economía	//	I
		Alimentación	I	0
		Consumo	0	I

FUENTE: “Elaboración propia”

Se puede concluir que se trabaja con el sistema de control KNX debido a las ventajas técnicas que ofrece, a pesar de los elevados costos de dispositivos.

Hardware y Software de programación

Se desarrollara la construcción de un módulo tipo Maleta, en el interior se encuentran alojados sensores, actuadores, fuentes de alimentación y cableado del sistema propuesto.

Las siglas ETS significan *Engineering Tool Software* (herramienta de software de ingeniería). Se trata de una herramienta independiente de cualquier fabricante y sirve para diseñar y configurar instalaciones inteligentes para el control de viviendas y edificios basadas en KNX. El software ETS funciona en ordenadores con sistema operativo Windows. (DIDACTICO, 2019)

VER ANEXO 5 MANUAL ETS

La KNX Association como fundadora y propietaria del estándar KNX ofrece con el ETS una herramienta que de hecho es parte del propio estándar, y en consecuencia también parte del sistema KNX. Esto implica varias ventajas importantes: (DIDACTICO, 2019)

- Garantía de máxima compatibilidad entre software ETS y estándar KNX.

- Todas las bases de datos de productos certificados de todos los fabricantes KNX pueden ser importados al ETS. (Asociación KNX, 2019)
- Compatibilidad del ETS con versiones anteriores (hasta ETS2) en respecto a datos de productos y proyectos respalda sus resultados de trabajo y permiten editarlos. (Asociación KNX, 2019)
- Todos los integradores e ingenierías en cualquier parte del mundo usan una única herramienta para todos los proyectos y todos los productos certificados: ello garantiza un intercambio de datos seguro. (DIDACTICO, 2019)

2.5 DETALLE DEL DISEÑO

A continuación, se describen los requerimientos fundamentales del módulo de control de iluminación basado en el estándar KNX.

- Módulo metálico
- Botoneras de 3 y 4 posiciones
- Fuente de alimentación AC/ DC
- Controlador de Voltaje
- Logic Machine
- Cable KNX
- Terminales o clemas de conexión.

VER ANEXO 3, DIAGRAMA DE CONEXIÓN

2.5.1 COMPONENTES DE SISTEMA KNX

La selección de cada uno de los componentes se realiza de acuerdo a los criterios técnicos y de acuerdo a lo que ofrece el estándar abierto.

Una instalación KNX del módulo propuesto posee los siguientes elementos:

- Una fuente de alimentación (24V DC).Marca ABB
- Botoneras 4 posiciones 2.3 A. Marca KNX

- Actuadores KNX.
- Cable bus o KNX(solo un par trenzado).Marca KNX

La selección de los equipos y dispositivos se basa en la comparación de las características técnicas de los dispositivos de dos marcas comerciales, como se puede observar en el **ANEXO 4**.

Luego de montar en el módulo de entrenamiento los sensores y actuadores, la instalación no está lista para funcionar hasta que los aparatos hayan sido programados con el software de aplicación por medio del software ETS.

El integrador del proyecto será el encargado mediante el software ETS de:

- Asignar las direcciones físicas de cada componente (para la identificación univoca de cada sensor o actuador en la instalación).
- Parametrizar cada uno de los sensores y actuadores.
- Asignar las direcciones de grupo (para unir las relaciones entre sensores y actuadores).

2.5.2 DIRECCIÓN FÍSICA DE UN DISPOSITIVO

A los dispositivos KNX se les debe programar mediante una dirección física y de esta manera se identificará cada uno de los aparatos para que más tarde puedan comunicarse entre ellos.

Con la dirección física se identifica cada aparato de forma inequívoca dentro de la instalación. En la Figura 2.16 se muestra el orden para identificar los dispositivos:

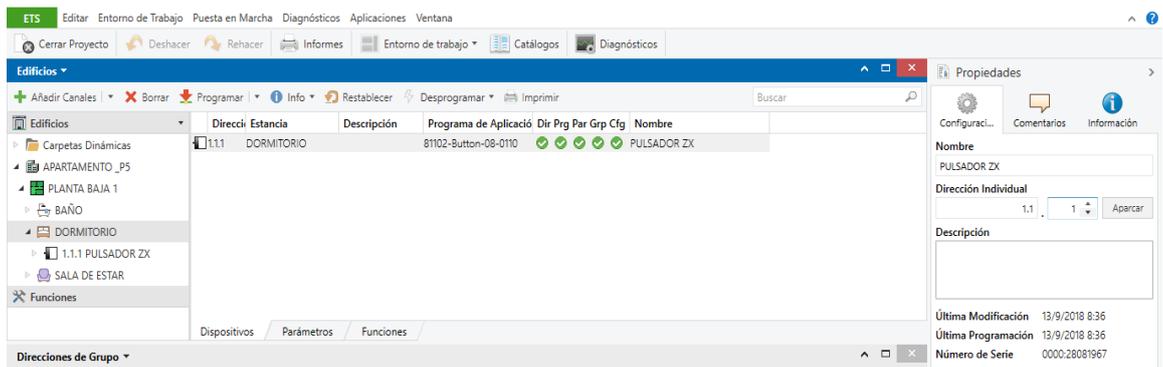


Figura 16: Dirección de un dispositivo

FUENTE: “Elaboración propia”

El proveedor indica que para introducir la dirección física en el dispositivo, se tiene que realizar mediante el software ETS. En dicho programa se ejecuta la orden de envío de la dirección física y para que el aparato la memorice se pulsa el “botón de programación”. Durante el proceso de transferencia de información desde el ordenador al aparato se enciende el “led de programación” indicando el aparato que ha sido informado de la orden de memorización de la dirección física. Cuando el proceso ha concluido el led se apaga.

Una vez el aparato tenga memorizada su dirección física es posible seguir utilizando esta dirección como llamada de comunicación al aparato para realizar otras funciones como programación de los parámetros del aparato, diagnósticos, detección de errores, etc.

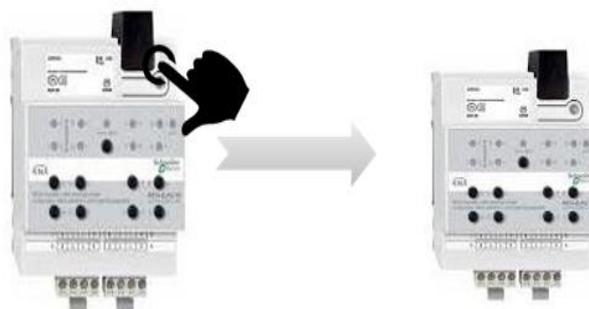


Figura 17: Dirección en un actuador

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

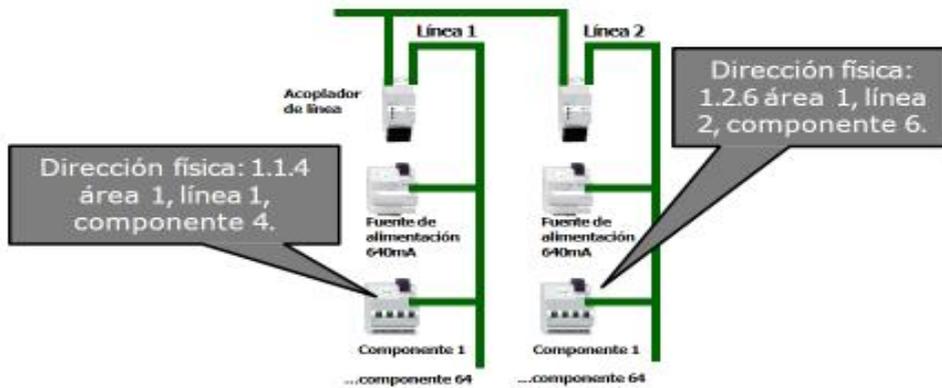


Figura 18: Dirección de un dispositivo

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

2.5.3 DIRECCIONES DE GRUPO

De acuerdo a la información del proveedor la comunicación entre aparatos en una instalación KNX se hace por medio de direcciones de grupo.

Habitualmente se trabaja con direcciones de grupo a 3 niveles, esto quiere decir que cada dirección de grupo se identifica con 3 números indicando el grupo principal, grupo intermedio y subgrupo.

Estas direcciones de grupo tal como muestra la figura 2.19 son creadas en el software ETS y a ellas asociamos los distintos aparatos que intervienen en la instalación independientemente de donde se encuentren.



Figura 19: Dirección de grupo

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

2.6 COMPONENTES HABITUALES EN UNA INSTALACIÓN KNX.

2.6.1 CABLE BUS:

Es el encargado de dar alimentación a los aparatos y transmitir la información ver (figura 3.77)

- El cable más utilizado dispone de:

Par de cables rojo y negro:

- Rojo: positivo.
- Negro: negativo.

Par de conductores de reserva amarillo y blanco:

- Amarillo: positivo EIB.
- Blanco: negativo EIB.

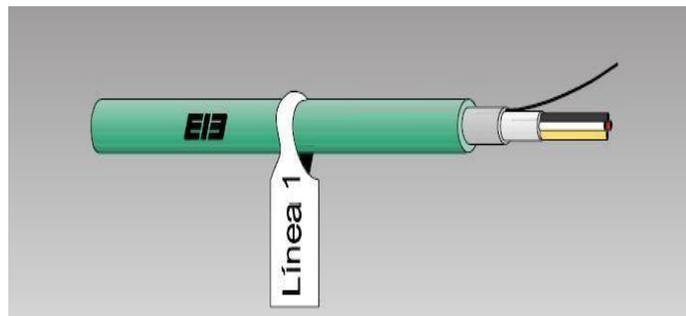


Figura 20: Conductor KNX

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

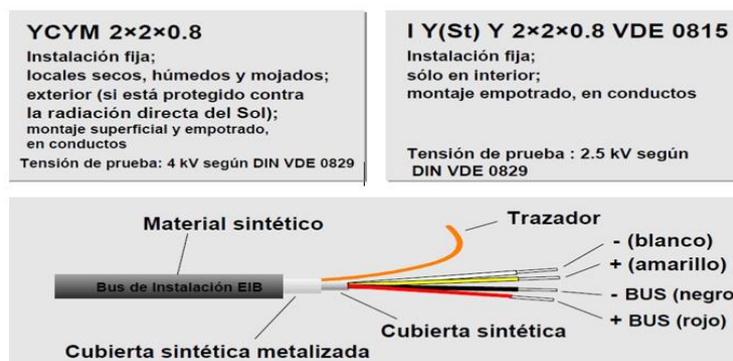


Figura 21: Partes del conductor

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

2.6.2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN KNX

Las fuentes de alimentación KNX producen y controlan la tensión de 24 V DC necesaria para el funcionamiento del sistema. Cada línea tiene su propia fuente de alimentación para los aparatos, bus.

La fuente de alimentación tiene control integrado de tensión y corriente y es, por tanto, resistente a cortocircuitos.

Un buffer con una energía almacenada para un tiempo de 100 ms, es capaz de salvar cortos en intervalos de tiempo de alimentación. El aparato (bus) necesita un mínimo de 21 VDC para que su funcionamiento sea seguro.

El proveedor recomienda que para evitar las cargas estáticas en el lado del bus, la fuente de alimentación está equipada con resistencias de valor óhmico elevado conectadas entre cada conductor del bus y tierra. La fuente de alimentación debe estar unida a tierra. Para ello, el punto de tierra de la parte de baja tensión debe estar conectado a la fuente de alimentación. Esta conexión está marcada con color verde amarillo. Esto no tiene ningún efecto según las normas de protección y no contradice las condiciones aplicables a las redes de muy bajos nivel de tensión o SELV.

La fuente de alimentación actual son componentes de montaje en carril DIN a cuya tensión de Bus se accede mediante el terminal bus, la fuente que se está utilizando está dotada de LEDs que indican el estado de funcionamiento de esta:

Verde: La fuente de alimentación esta activa

Roja: Sobrecarga en la fuente de alimentación, debido posiblemente a un cortocircuito entre conductores del bus.

Amarillo: Se ha producido una tensión externa mayor de 30V en la parte del bus.



Figura 22 Fuente de alimentación KNX

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

2.6.3 CARRIL DE DATOS

El carril de datos se utiliza para conectar al bus KNX TP1 los aparatos bus de montaje en carril DIN.

El carril de datos es autoadhesivo y monta en carril DIN de 35 mm según EN 50022, el aparato bus se acoplan en el carril DIN, asegurándose una correcta conexión al bus mediante un mecanismo de contactos de presión. (Asociación KNX, 2019)

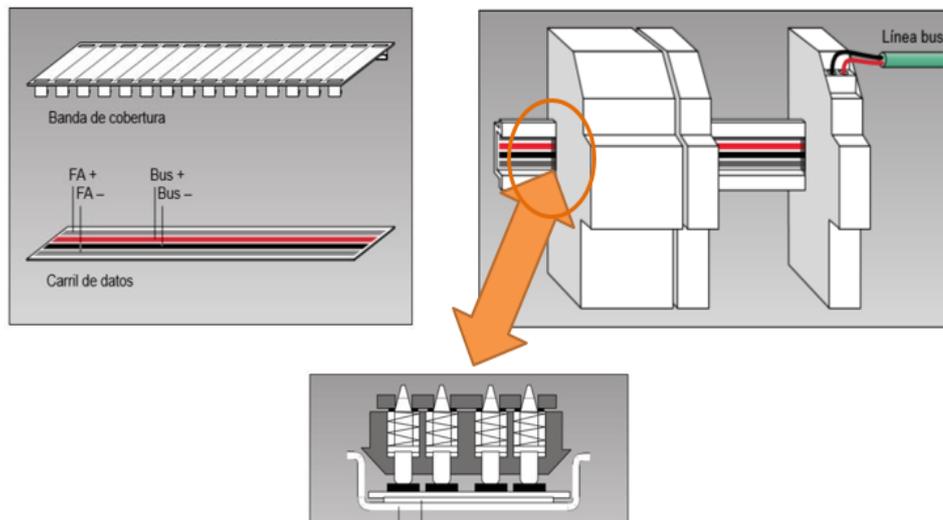


Figura 23 Fuente de alimentación KNX

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

2.6.4 CONECTORES BUS (CLEMAS DE CONEXIÓN KNX):

De acuerdo a los estándar y normativa KNX dentro del módulo de control de iluminación se encuentra instalado conectores bus o clemas de conexión se utilizan para:

- Ramificar el cable bus.
- Extender el cable bus.
- Proteger los extremos del cable bus.
- Conectar el cable bus a aparatos bus de montaje empotrado.
- Conectar el cable bus a aparatos bus de montaje superficial.

Parte roja: positivo. Parte negra: negativo

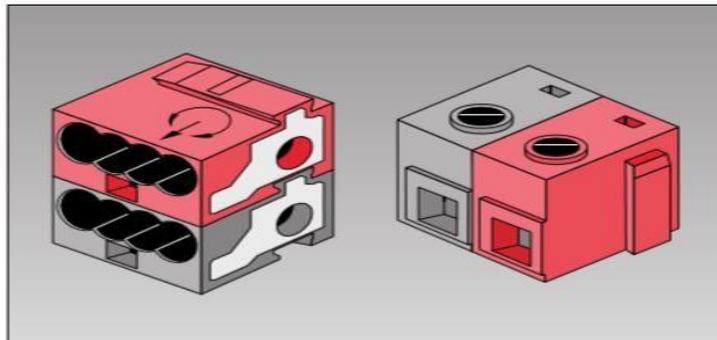


Figura 24 Clemas de conexión (Borneras)

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

2.6.5 TERMINAL DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES:

Son dispositivos de seguridad que descargan los dos conductores del bus, evitando grandes diferencias de tensión.

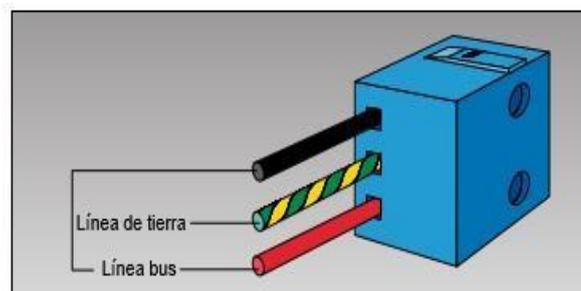


Figura 25 Relé sobretensiones

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

2.6.6 ACTUADORES BINARIOS

Son dispositivos que conectan y desconectan las cargas. Existen de varios tipos en función de:

- Composición interna: mecánicos o electrónicos.
- Número de canales.
- Intensidad máxima por canal.
- Con o sin detección de corriente.

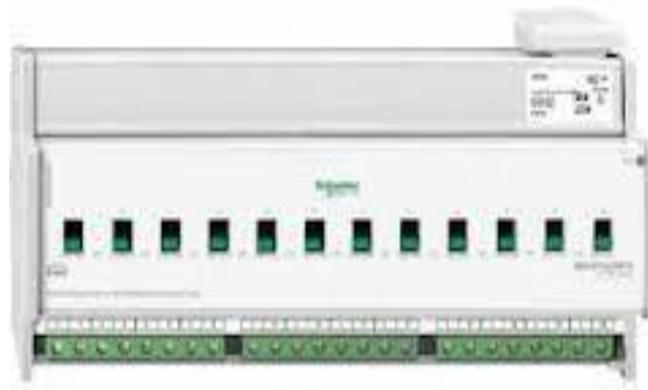


Figura 26 Actuador binario

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

2.6.7 SUMINISTRO DE EMERGENCIA AL BUS:

Mantienen el suministro en el bus aun si falla la tensión de red.

2.6.8 INTERFACE USB (PROGRAMADOR):

Permite la conexión de un dispositivo de diagnóstico o programación al bus.



Figura 28 Interface USB

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

2.6.9 PULSADORES:

Permiten la pulsación, regulación, conexión, etc, de los distintos aparatos montados en la instalación



Figura 29 Pulsador tipo botonera

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

Comunicación y programación

Para la puesta en marcha del módulo de entrenamiento KNX se debe disponer de un único programa para la puesta en marcha de proyecto su nombre es ETS son las siglas de Enrineering Tool Software ya que es un software desarrollado totalmente nuevo en el que se ha puesto especial énfasis en que la interfaz de usuario sea muy similar a las versiones anteriores.

2.7 DISEÑO DEL TABLERO

El módulo de entrenamiento para el control de iluminación KNX, consta de un maletín metálico de aluminio de alta calidad las medidas son de 50cm (largo) x 38,5cm (ancho) x 32cm (alto) cm.



Figura 30 Modelo maleta de entrenamiento KNX
“Elaboración propia”

Parte interna

El módulo de entrenamiento KNX consta de varios dispositivos que se encuentran alojados en el interior de la maleta didáctica, esto permite que el estudiante tenga conexión directa con el equipo, es por este motivo que todo el trabajo práctico se encuentra señalizado e identificado cada uno de sus componentes. La maleta se encuentra dividida en dos secciones la base de control y programación y la base de accionamiento en donde se puede observar resultados.

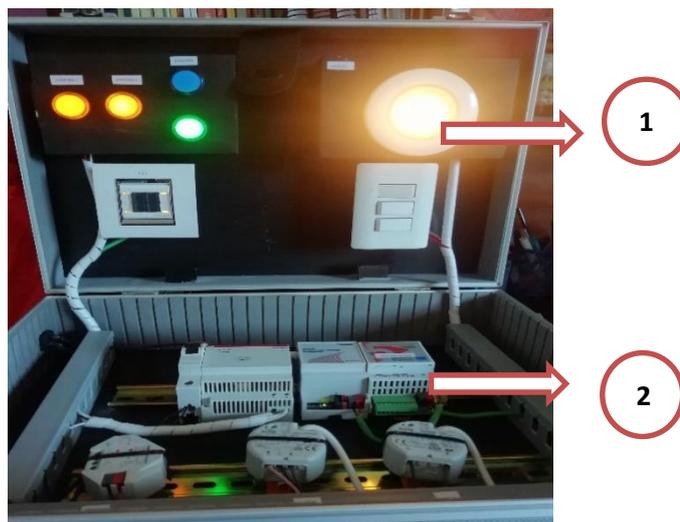


Figura 31: Vista interior del módulo
FUENTE: “Elaboración propia”

1.-Base de accionamiento. - Se encuentra instalado los dispositivos actuadores del sistema.

2.-Base de control. - Se encuentra alojados los dispositivos de control KNX.

En la ilustración se describe la posición de los elementos:

1. Maleta didáctica de aluminio 50x38, 5x32 cm.
2. Selector de posiciones On-Off general del módulo.
3. Cable bus de datos (Cable homologado KNX 2x2x 0.8)
4. Protecciones eléctricas del módulo Breaker 1P 20 (A)
5. Pulsadores o botoneras 4 posiciones.
6. Interface programador USB.
7. Actuador binario.
8. Luces piloto led 3 Vatios para pruebas varios colores.
9. Cinta led 10W
10. Conector Ethernet para comunicación y programación.

Ver anexo 3 diagrama de conexión de dispositivos

a) Elementos de protección y fuentes.

Las alimentaciones eléctricas para los elementos del módulo didáctico son tomadas desde la base de control lado derecho 220V AC, 120V AC, 24V DC y 10V DC ver (figura 3.76).

En esta división también se pueden apreciar los diferentes breaker de protección, además de borneras para conexión con los otros dispositivos de otras partes.

b) Elementos de visualización

En la base de accionamiento se encuentra los dispositivos actuadores como cintas led, luminarias led, botoneras de control estratégicamente distribuidos y programados para las actividades específicas. El diseño del maletín garantiza que en el caso de una falla de algún dispositivo que conforma el sistema, sea detectado a simple vista (figura 2.32) debido a que cuenta con materiales apantallados transparentes y fáciles de desmontar.



Figura 32: Diseño de vista interior del módulo para prácticas base de control.

FUENTE: “Elaboración propia”

En la ilustración gráfica se puede mostrar la distribución del módulo tipo maleta de control de iluminación KNX. (Figura 2.33)



Figura 33: Construcción parte interna del tablero
“Elaboración propia”

2.7.1 ELEMENTOS PARA CONSTRUCCIÓN DEL MALETIN

En la siguiente tabla se muestran los diferentes materiales y dispositivos que se usan en la construcción del módulo de control de iluminación KNX, cada uno de los elementos cumple un parámetro específico y no debe ser ignorado en el manejo del equipo.

Tabla 2: Elementos del módulo didáctico

Material	Unidad	Cantidad
Maleta metálica de aluminio 50x38, 5x32cm.	U	1
Selector de posiciones On-Off general del módulo	U	1
Cable bus de datos (Cable homologado KNX)	m	2,25
Protecciones eléctricas del módulo Breaker 1P 6 (A)	U	1
Pulsadores o botoneras 4 posiciones KNX EIB.	U	1
Interface programador USB Logic Machine.	U	1
Fuente de poder 24V DC	U	1
Luz piloto Led 3w	U	4
Led 10W	u	1
Conector Ethernet para comunicación y programación	u	1
Cable THHN 14 AWG	m	6
Cable THHN 18 AWG	m	7

Patch Cord 7 pies	U	1
Pulsadores tipo interruptor	U	2
Interruptor simple	U	1
Actuadores de persiana	U	2
Actuador ON –OFF TXB 202 ^a 4A	U	1

“Elaboración propia”

2.8 CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO

El tablero tipo maleta consta de dispositivos de control, en la parte interior se encuentra distribuido de tal manera que permita conocer y manipular cada uno de los equipos tal como se muestra en el **ANEXO 1**, Figura 3.74

- **Actuador ON-OFF**

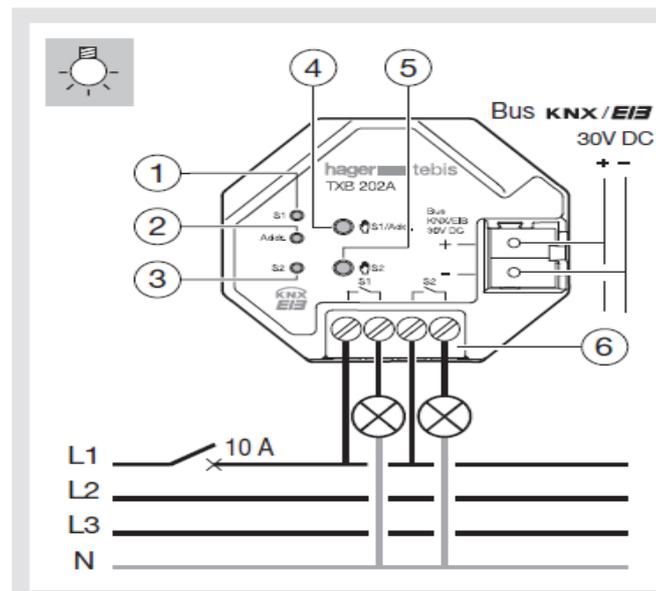


Figura 34: Diagrama de cableado del actuador de módulo TXB 202^a

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

Este tipo de modulo designado TBX 202 A en un relé que permite conectar el Bus KNX-EIB con cargas eléctricas de mando todo o nada.

Funciones:

- Vías independientes controladas por el BUS EIB/KNX.

- Contactos $\mu 4$ A 230 V~ AC1 libres de potencial.
- Visualización del estado de las salidas en el producto.
- Posibilidad de control manual de las salidas con el pulsador 4 y 5.

Las funciones concretas de estos productos dependen de la configuración y del parametraje. **VER ANEXO 1**

Indicadores de estado 1 y 3

Los indicadores 1 y 3 indican el estado del relé de salidas: encendido = relé cerrado
El parpadeo permanente de los indicadores indica la carga de un programa de aplicación incorrecto.

Testigo de direccionamiento físico 4

Una presión corta ($t < 2$ seg.) del pulsador 4 permite el direccionamiento físico del producto o de verificar la presencia del bus: testigo 2 encendido = presencia del bus y producto en direccionamiento físico.

Una presión larga (2 seg. $> t > 7$ seg.) del pulsador 4 o de nuevo el aparato.

Conexión LOGIC MACHINE

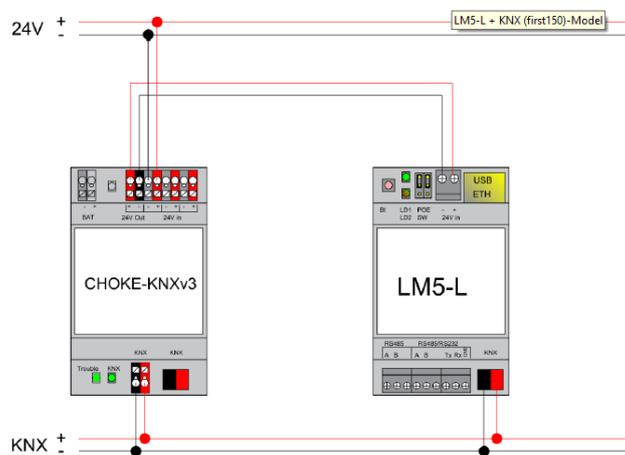


Figura 35: Conexión Logic Machine

FUENTE: (MACHINE, 2019)

Se pueden usar como máximo dos RS-485 en LM5 Lite. El primero es definitivo, el segundo es conmutable por software, ya sea como RS-485 o como RS-232:

- Si se configura como dúplex completo, funcionará como RS-232 y se deben usar los respectivos terminales de tornillo TX / RX / GND.
- Si está configurado como semidúplex, funcionará como RS-485 y se deben usar los respectivos terminales de tornillo A / B / GND.

Conexión de actuadores

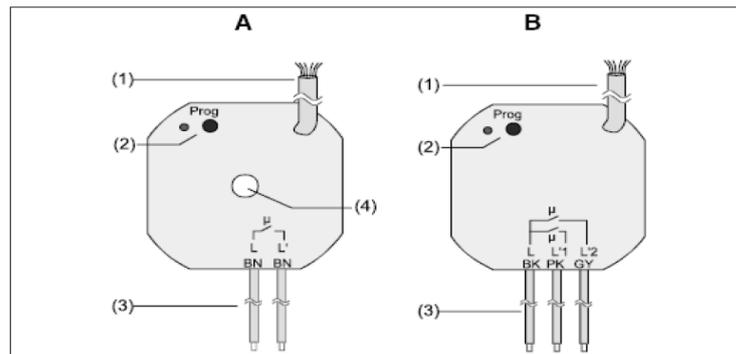


Figura 36: Modo conexión actuadores

FUENTE: (Asociación KNX, 2019)

Los actuadores de conmutación se utilizan para activar los consumidores eléctricos a través de KNX / EIB. Los comandos de conmutación provienen, por ejemplo, de sensores táctiles o de entradas binarias del sistema KNX / EIB.

Según el proveedor se pueden utilizar dos entradas de extensión para el control local por medio de pulsadores / interruptores convencionales o como entradas binarias para contactos sin potencial (solo con tensión de bus aplicada).

Los dispositivos se suministran desde KNX / EIB y no necesitan una fuente de alimentación adicional.

Después de la conexión, el actuador de atenuación universal detecta automáticamente el tipo de carga conectada y selecciona el inicio de fase o el principio de corte de fase como el modo de regulación adecuado.

Se consideran tres prácticas de laboratorio con el módulo construido KNX, a continuación se detalla:

Practica 1.- Encendido y apagado de luminarias con dispositivos EIB-KNX.

Practica 2.- Regulación de iluminación.

Practica 3.- Aplicación de movimiento de persianas.

CAPITULO III

RESULTADOS

Como resultado del presente trabajo de investigación se presenta el Módulo e luminotecnia que se muestra en la Figura....

El módulo está conformado por dispositivos de marca ABB/KNX,

Para brindar a los estudiantes de la Carrera de Ing en Electricidad mayor comprensión en el área de luminotecnia, se desarrollan 3 prácticas para desarrollar en el Módulo, el desarrollo y correcto funcionamiento de las prácticas mencionadas se detalla:

PRÁCTICA 1.- Encendido y apagado de luminarias con dispositivos EIB-KNX.

Esta práctica tiene referencia al encendido y apagado de una luminaria L1 dentro del módulo de control de iluminación KNX, el encendido y apagado se realiza sin ninguna novedad a continuación en la imagen se observa el funcionamiento.

VER ANEXO 2, PRUEBAS MODULO DIDACTICO KNX



Figura 37: Resultado Practica 1

FUENTE: "Elaboración propia"

Práctica 2.- Regulación de iluminación

Esta práctica hace referencia a la regulación y dimerización de una luminaria de 6 Watios de potencia, se denomina con el nombre de Dimmer.

VER ANEXO 2, PRUEBAS MODULO DIDACTICO KNX



Figura 38: Resultado Practica 2

FUENTE: "Elaboración propia"

Práctica 3.- Aplicación de movimiento de persianas

En esta práctica se simula mediante luces indicadoras led el posicionamiento de persianas tanto arriba como abajo y ubicación de lamas como se puede ver en la imagen adjunta.

VER ANEXO 2, PRUEBAS MODULO DIDACTICO KNX



Figura 39: Resultado Practica 2

FUENTE: "Elaboración propia"

PRÁCTICA Nª 1

3.1 ENCENDIDO Y APAGADO DE LUMINARIAS CON DISPOSITIVOS EIB-KNX

3.1.1 OBJETIVOS

- Asociar al estudiante con el software de programación ETS.
- Relacionar al estudiante con el manejo del módulo didáctico.
- Conocer los comandos de registro básico del módulo.

3.1.2 INTRODUCCIÓN

El objeto principal de esta práctica es iniciar en el campo de las instalaciones domóticas con EIB- KNX. Esto permite asociar al estudiante con los conceptos de dirección física, grupos, elementos EIB, programas asociados, transferencia de aplicaciones, etc. Por tanto, en este ejercicio el estudiante aprenderá a utilizar algunos componentes y herramientas informáticas que forman parte del Bus de Instalaciones Europeo, aprendiendo a configurar y programar una instalación domótica básica.

Para relacionar este pequeño ejercicio en un entorno real, se procede a simular la instalación de un aula ver (figura 3.78)

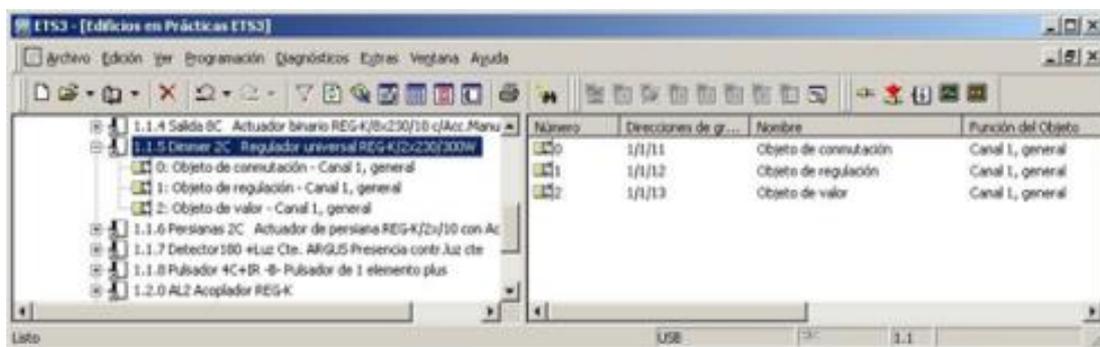


Figura 40: Programación Dimmer

FUENTE: (DIDACTICO, 2019)

3.1.3 PUESTA EN MARCHA

Programar en un solo paso dirección física y la aplicación de los nuevos componentes.

3.1.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **Conclusiones.**

1. En la práctica se puede observar la dimerización de las luminarias led tipo dicroico de 10w de una manera eficiente.

2. La dimerización se puede realizar en porcentajes de 0 a 100 % garantizando que el usuario obtenga el nivel de luminosidad deseado.

- **Recomendaciones**

1. En la programación del Software ETS se debe considerar la parametrización de porcentaje y tiempo en la que se requiere dimerizar el foco led.

2. En importante revisar las direcciones individuales y grupales de los dispositivos a programarse.

PRÁCTICA N^o 3

3.3 APLICACIÓN DE MOVIMIENTO DE PERSIANAS

3.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Con las teclas 3 y 4 del teclado cuádruple controle la persiana 1 (canal 1) del actuador de persianas (649802). Supondremos que esta persiana es de tipo veneciana (con lamas).

Características Técnicas del Actuador de Persianas REG-K (649802)

Este actuador puede gobernar dos canales de persianas independientes. Permite tanto subir como bajar la persiana, y regular sus lamas en el caso de las venecianas.

Mediante los parámetros se pueden activar funciones auxiliares, tales como bajada de seguridad en caso de tormentas por viento, lluvia o congelación.

Dispone también de objetos de comunicación de 1 byte, que nos permiten llevar a una posición determinada la altura de la persiana o incluso la posición de las lamas.

3.3.2 PASOS A SEGUIR

Busque el nuevo aparato en el catálogo de MERTEN. Inserte el aparato en el proyecto e introduzca una descripción adecuada del mismo.

649802 REG-K Dirección física: 1.6

Seleccione de nuevo los parámetros adecuados y la aplicación específica para conseguir el efecto deseado en las teclas 3 a 8 del pulsador.

Tecla 3	
Elección de la función	Persiana
Reconocimiento pulsación larga 100 ms * factor (4-250)	5
Control de LED de estado	con pulsación larga parpadeo / al soltar Apaga
Dirección del movimiento	Subir

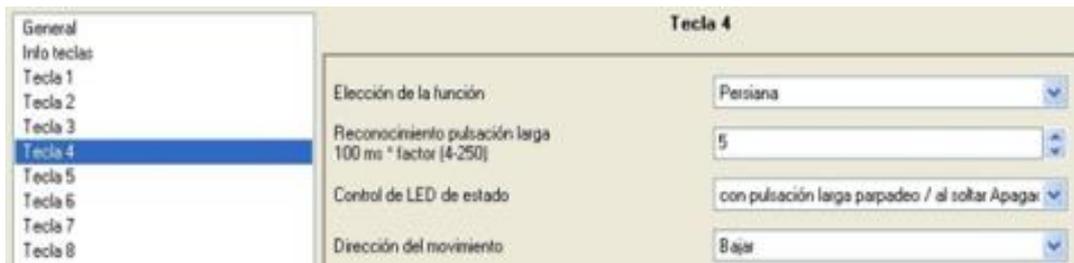


Figura 41: Asignación de parámetros Lamas

FUENTE: (DIDACTICO, 2019)

Controlar las persianas implica la existencia de los comandos de pulsación larga (subir/bajar) y corta (stop persianas/regular lamas). Por lo cual se debe asignar parámetros en el comportamiento de las teclas y el comportamiento del actuador para pulsaciones corta y larga. (DIDACTICO, 2019)

Proyectar ahora las nuevas direcciones de grupo que se necesitan para el control individual o agrupado de las persianas P1 y P2.

Persianas / Panel / Subir y Bajar P1 (Dirección de grupo: 2/1/1).

Persianas / Panel / Lamas P1 (Dirección de grupo: 2/1/2).

Persianas / Panel / Subir y Bajar P2 (Dirección de grupo: 2/1/3).

Persianas / Panel / Stop P2 (Dirección de grupo: 2/1/4).

Proyecte ahora la nueva dirección de grupo que se necesita para el control central del movimiento de las persianas P1 y P2.

Persianas / Panel / Subir y Bajar P1 y P2 (Dirección de grupo: 2/1/0).



Figura 42: Estructura de programación

FUENTE: (DIDACTICO, 2019)

3.3.3 PUESTA EN MARCHA

Programar los aparatos. Observar que los aparatos que han sido programados anteriormente y que posteriormente han sido modificados (sus parámetros y sus direcciones de grupo asociadas) deben ser programados de nuevo, al menos la aplicación.

Véase en la vista de edificios las flags de programación con el estado de programación actual de los aparatos, es decir si coincide la programación realizada en el ETS y la volcada en cada aparato.

La programación se divide en diferentes partes: Dirección Física (Dir), Aplicación (Prg), Parámetros (Par) y Direcciones de grupo (grp). En la figura de abajo se muestran todos los aparatos con la programación actualizada.

Dirección	Descripción	Número de pedido	Programa de aplicación	Flags de Programación	Fabricante
1.0.-	FA+Bobina (Línea 0)	6831 29		- - - -	Merten
1.0.255	USB Carril DIN	6818 29		- - - -	Merten
1.1.-	FA+Bobina (Línea 1)	6831 29		- - - -	Merten
1.1.0	ALI	6802 03	Acoplador 7113/1.0	- - - -	Merten
1.1.1	Pulsador 1C	6171.xx	Universal 1815/1.1	- - - -	Merten
1.1.2	Pulsador 2C+Termostato	6232 xx B2 TP RPN	Multifunktion mit RTR und Fancoil 18...	- - - -	Merten
1.1.3	Pulsador 4C+IR -B-	6171.xx	Universal 1815/1.1	- - - -	Merten
1.1.4	Salida 8C	649208	Conn.Enl.Ftiempo.Amb.Bloq.Prio.Ini...	- - - -	Merten
1.1.5	Dimmer 2C	649330	Regulación universal 3242/1.0	- - - -	Merten
1.1.6	Persianas 2C	649802	Pers.Toldo.Seguridad.Posición.Man...	- - - -	Merten
1.1.7	Detector180 +Luz Cte.	6305 92	Derecha conmuta estado y envía	- - - -	Merten

Figura 43: Flags de programación

FUENTE: (DIDACTICO, 2019)

3.3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **Conclusiones.**

1. Esta programación permite conocer la integración del sistema de iluminación con otros sistemas en este caso movimiento de persianas y lamas.
2. El módulo de entrenamiento permite parametrizar y combinan direcciones individuales y de grupo.

- **Recomendaciones**

1. Considerar en el programa ETS durante la programación la función individual de asignación de direcciones respecto a control de iluminación.
2. Relacionar los actuadores de acuerdo a cada en función en el trascurso de programación en el programa ETS.

REPORT THIS AD

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

CONCLUSIONES

La utilización e implementación de la tecnología en control de iluminación KNX en los laboratorios de la carrera de ingeniería eléctrica, permitirá que el estudiante trabaje de manera directa con tecnología que se está implementando en el país. Además en materia de eficiencia energética y buenas costumbres de ahorro de energía, esto posibilitará que acceda al campo multidisciplinario laboral.

El resultado obtenido con el diseño y construcción del módulo de control de iluminación KNX, es que, tenemos un equipo compacto, multidisciplinario de peso liviano tipo maleta que permite ser trasladado de un lugar a otro sin ningún problema. Además se puede observar y manipular de manera directa, en la elaboración de prácticas todos los dispositivos que contiene el módulo.

El conjunto de prácticas realizadas con el equipo, permite al estudiante conocer el Software de programación ETS, mismo que es único y propio del estándar KNX, de esta manera puede familiarizarse con la programación individual y grupal de cada uno de dispositivos que conforman el módulo, de manera paralela podrá desarrollar habilidades de programación para proyectos eléctricos residenciales e industriales como también aplicación de domótica y control de iluminación aplicando estándares de eficiencia energética.

La propuesta de este trabajo de grado hace referencia al diseño y construcción del módulo para ambientes cerrado utilizando tecnología KNX. Es un tema que nace desde la necesidad de la implementar en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Eléctrica, un sistema que promueva el control de iluminación de una manera sistemática y utilizando un software.

RECOMENDACIONES

La maleta KNX es un módulo que se construyó con fines didácticos por lo que se recomienda tener las precauciones necesarias respecto del equipo, entre las cuales se tiene: no jugar con él, no golpear la parte externa ni interna, manipular correctamente los dispositivos que conforman el módulo, realizar prácticas con supervisión de personal calificado.

Con el fin de evitar daños internos y externos del equipo se recomienda realizar una inspección física de cada uno de los dispositivos que lo conforman, además revisar la configuración de programación del módulo.

Los dispositivos que conforman el módulo didáctico son actuadores multifunción por lo que se recomienda considerar el equipo para próximas investigaciones o trabajos de grado en el laboratorio de la carrera de ingeniería, dentro de sus funciones se puede contar con el control de persianas, sistema de seguridad, gestión de energía, Aire acondicionado, monitorización etc.

La implementación de los sistemas de control de iluminación en las principales ciudades de Latinoamérica se viene desarrollando de una manera rápida y efectiva, el manejo y aplicación del estándar KNX por sus ventajas se ha masificado en la mayoría de edificios y aeropuertos.

En Imbabura sector Yachay ciudad del conocimiento dentro de sus lineamientos indica la construcción de edificios inteligentes y sustentables desde el punto de vista energético se ha implementado el sistema KNX en los edificios y dentro de su esquema de planificación, por este motivo el estudiante de la carrera de ingeniería eléctrica debe relacionarse con este tipo de tecnología que existen en el entorno.

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

Asociacion KNX. (15 de mayo de 2019). <https://www2.knx.org/uy/formacion/cursos-certificados/curso-basico/index.php>. Obtenido de <https://www2.knx.org/uy/formacion/cursos-certificados/curso-basico/index.php>: <https://www2.knx.org>

Benítez, G. (2014, p. 15). Licenciatura en Ciencias de la Educación. Ambato: Universidad Tecnológica Indomaérica.

Castro, J., & García, D. (2011, p. 4). Tesis de Ingeniería en Electromecánica. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.

DIDACTICO, K. C. (14 de MAYO de 2019). <https://cursodidacticoknx.wordpress.com/practica-1-introduccion-al-ets3/>. Obtenido de <https://cursodidacticoknx.wordpress.com/practica-1-introduccion-al-ets3/>: <https://cursodidacticoknx.wordpress.com/practica-1-introduccion-al-ets3/>

MACHINE, L. (14 de mayo de 2019). <http://openrb.com/logicmachine5/>. Obtenido de <http://openrb.com/logicmachine5/>: openrb.com/logicmachine5/

Recalde, S. (2012, p. 2). Didactica General. Cotacachi.

BIBLIOGRAFIA VIRTUAL

<https://cursodidacticoknx.wordpress.com>

<https://www2.knx.org>

ANEXOS

ANEXO 1. CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO KNX



Figura 44: Perforación tablero y montaje de dispositivos
FUENTE: “Elaboración propia”

Se realizó las perforaciones y acondicionamiento la maleta KNX, y se colocaron las botoneras de 4 posiciones y botoneras 3 posiciones.



Figura 45: Montaje fuentes de poder
FUENTE: “Elaboración propia”

En la parte inferior de la maleta se realizó el montaje de la fuente de alimentación KNX 24V DC, se colocó en su interior el controlador de voltaje y el dispositivo KNX

Logic Machine, adicional se instaló la protección eléctrica de la fuente de alimentación AC/DC.



Figura 46: Montaje dispositivos de iluminación
FUENTE: "Elaboración propia"

Se realizó el montaje y colocación dentro del tablero las luces indicadoras tipo Led,



Figura 47: Montaje dispositivos de iluminación
FUENTE: "Elaboración propia"

Se realizó la distribución de canaleta alrededor del módulo y se coloca el cableado interno a cada dispositivo.

Se conectó los relés TXB en la parte inferior de la maleta y se etiqueta cada uno de los elementos.

ANEXO 2. PRUEBAS MÓDULO DIDÁCTICO KNX



Figura 48: Practica encendido luminaria
FUENTE: "Elaboración propia"

Se realizó la práctica de encendido de una luminaria pulsando el segundo botón de la botonera KNX.



Figura 49: Practica dimerización
FUENTE: "Elaboración propia"

Se realizó la práctica de dimerización con la luminaria led de 6W y se realizó la condición de reiniciar todo el proceso.

ANEXO 4-TABLA DE CARACTERISTICAS MATERIALES

CARACTERISTICAS TÉCNICAS		
PRODUCTO	FABRICANTE ABB -KNX	FABRICANTE SIEMENS
	CARACTERISTICAS PRINCIPALES	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
FUENTE DE ALIMENTACION 24 V DC	Tensiones de salida: 12 y 24 V CC.	Tensiones de salida: 12 y 24 V CC.
	Corrientes de salida: 0,42 A / 0,83 A / 1,3 A / 2,1 A / 2,5 A / 4,2 A.	Corrientes de salida: 0,42 A / 0,83 A / 1,3 A / 2,1 A / 2,5 A
	Gama de potencia: 10 W, 25 W, 30 W, 60 W y 100 W.	Gama de potencia: 10 W, 25 W, 30 W, 60 W y 100 W.
	Amplia gama de entrada: 100-240 V CA (90-264 V CA, 120-375 V CC).	Amplia gama de entrada: 100-240 V CA (90-264 V CA, 120-375 V CC).
	Alta eficiencia: hasta 89 %.	Alta eficiencia: hasta 80 %.
	Disipación de potencia baja y poco calentamiento.	
LOGIC MACHINE	Alimentación a través de internet	
	Alimentación a través de Ethernet Comprobación e información automática de la conexión Ethernet en caso de problemas. Desarrollo de aplicaciones y tienda de aplicaciones. Dispositivo preparado para la nube con Microsoft Azure, Amazon Web Services y otros servicios compatibles Gateway y control uniforme de KNX, ModBus RTU / TCP, BACnet IP, DMX, M-Bus, GSM y más	
BOTONERA 4 POSICIONES	Corriente máxima 3.2 A	Corriente Máxima 2.8 A
	Comunicación KNX	Comunicación KNX
	Versátil	Configuración manual
	Configuración manual	Configuración automática
	Configuración automática	
	Posicionamiento de retorno	
RELES TBX 401 A	Cableado frontal simple con terminales sin tornillos.	
	Ancho de 17,5 o 22,5 mm para ahorrar espacio	
	Tiempo de respuesta 15 ms máx.	
	Fácil mantenimiento con indicadores de estado	
	Función de retardo a OFF de seguridad hasta PLe	

ANEXO 5.- MANUAL ETS