



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ANÁLISIS GENERAL DE UN PROYECTO INMÓTICO EN GUATEMALA,
CON EL PROTOCOLO DE INSTALACIÓN EUROPEO KONNEX**

Miguel Angel Marroquín Jordán

Asesorado por Inga. Ingrid Salomé Rodríguez de Loukota

Guatemala, julio de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS GENERAL DE UN PROYECTO INMÓTICO EN GUATEMALA,
CON EL PROTOCOLO DE INSTALACIÓN EUROPEO KONNEX**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MIGUEL ANGEL MARROQUÍN JORDÁN

ASESORADO POR INGA. INGRID SALOMÉ RODRÍGUEZ DE LOUKOTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, JULIO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
EXAMINADORA	Inga. María Magdalena Puente Romero
EXAMINADOR	Ing. José Aníbal Silva de los Angeles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS GENERAL DE UN PROYECTO INMÓTICO EN GUATEMALA, CON EL PROTOCOLO DE INSTALACIÓN EUROPEO KONNEX

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica con fecha 26 de julio de 2012.



Miguel Angel Marroquín Jordán

Guatemala 30 de mayo de 2016

Ingeniero
Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador del Área de Electrónica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Estimado Ingeniero Guzmán.

Me permito dar aprobación al trabajo de graduación titular: "**Análisis general de un proyecto inmótico en Guatemala, con el protocolo de instalación europeo Konnex**", del señor Miguel Ángel Marroquín Jordán, por considerar que cumple con los requisitos establecidos.

Por tanto, el autor de este trabajo de graduación y, yo, como su asesora, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Atentamente,



Inga. Ingrid Rodríguez de Loukota
Colegiada 5,356
Asesora

Ingrid Rodríguez de Loukota
Ingeniera en Electrónica
colegiado 5356



Ref. EIME 43. 2016.
Guatemala, 20 de JULIO 2016.

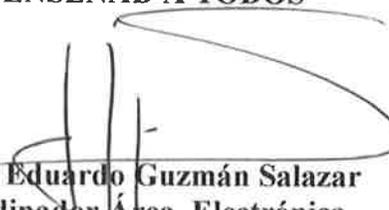
Señor Director
Ing. Francisco Javier González López
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
**ANÁLISIS GENERAL DE UN PROYECTO INMÓTICO EN
GUATEMALA, CON EL PROTOCOLO DE INSTALACIÓN
EUROPEO KONNEX,** del estudiante **Miguel Ángel Marroquín
Jordán,** que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
DID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing.  Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador Área Electrónica



sro



REF. EIME 43. 2016.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; MIGUEL ÁNGEL MARROQUÍN JORDÁN, titulado: ANÁLISIS GENERAL DE UN PROYECTO INMÓVIL EN GUATEMALA, CON EL PROTOCOLO DE INSTALACIÓN EUROPEO KONNEX, procede a la autorización del mismo.

Ing. Francisco Javier González López



GUATEMALA, 22 DE AGOSTO 2016.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS GENERAL DE UN PROYECTO INMÓTICO EN GUATEMALA, CON EL PROTOCOLO DE INSTALACIÓN EUROPEO KONNEX**, presentado por el estudiante universitario: **Miguel Angel Marroquín Jordán**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, julio de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser fuente de todo cuanto soy, darme vida y salud para alcanzar mis metas.
- Mis padres** Dr. Miguel Marroquín y Dra. Edna Jordán , por inculcarme el amor a la preparación académica y darme la oportunidad de estudiar y ser mi ejemplo en todo momento.
- Mis hermanos** Dr. Rene Marroquín y Licda. Maité Marroquín , por estar a mi lado en la vida.
- Mis tíos y primos** Por acompañarme en todo momento, en especial al Dr. José Rolando Arriaga, Ingrid Marroquín e Ing. Mario Jordán, por ser mis segundos padres y al Dr. José Ángel Arriaga por ser un hermano más.
- Mis abuelos** Por su cariño inmenso.
- Mis amigos** Por ser la familia que elegí.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por enseñarme la responsabilidad y dedicación.

Facultad de Ingeniería Por influir en mi preparación académica y profesional .

Mis catedráticos Por compartir sus conocimientos con paciencia y dedicación, ayudándome a alcanzar metas profesionales.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. INMÓTICA.....	1
1.1. Historia.....	1
1.1.1. La Inmótica en la actualidad.....	1
1.1.2. Razones para el desarrollo de la Inmótica.....	2
1.2. Sistema KNX.....	4
1.2.1. Estructura topológica.....	5
1.2.2. Direccionamiento.....	10
1.2.3. Codificación de las señales.....	13
1.2.4. Componentes ‘ <i>Smart</i> ’.....	16
1.2.5. Ventajas e inconvenientes de la utilización de KNX.....	16
1.3. Aplicaciones más utilizadas en la actualidad.....	17
1.3.1. Control de iluminación y persianas.....	17
1.3.2. Control de temperatura en un espacio individual, calefacción y ventilación.....	19
1.3.3. Gestión de cargas.....	20
1.3.4. Monitorización, visualización, registro y operación.....	20

2.	DISEÑO DEL PROYECTO	23
2.1.	Parámetros básicos a conocer por parte del cliente	23
2.2.	Especificaciones obtenidas	27
2.3.	Elección de los distintos dispositivos del sistema	28
2.3.1.	Elección del fabricante	28
2.3.2.	Descripción de los elementos del sistema.	28
2.3.2.1.	Sensores	28
2.3.2.2.	Actuadores	42
2.3.2.3.	Elementos del sistema.....	46
2.3.2.4.	Elementos de visualización.....	49
2.4.	Descripción de las funciones que se van a instalar en el proyecto	53
2.4.1.	Automatización de persianas.....	53
2.4.2.	Automatización de la iluminación.....	54
2.4.3.	Automatización de la climatización	55
2.4.4.	Automatización del aire acondicionado.....	56
2.4.5.	Automatización de la seguridad y alarma	56
2.4.6.	Uso de escenas.....	58
2.4.7.	Automatización por medio de radiofrecuencia	59
2.4.8.	Automatización horaria.....	60
2.4.9.	Visualización	60
3.	PRESUPUESTO.....	61
3.1.	Presupuesto por funciones.....	61
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES	67
	BIBLIOGRAFÍA.....	69
	ANEXO	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Topología Árbol.....	6
2.	Topología Estrella	6
3.	Topología Bus.....	7
4.	Área.....	8
5.	Acoplamiento de Áreas	9
6.	Direccionamiento físico	11
7.	Direccionamiento en grupo	12
8.	Asignación direcciones de grupo.....	13
9.	Sensores lumínicos.....	32
10.	Sensor detección de humo.....	34
11.	Detector velocimétricos	35
12.	Sensor lineal	36
13.	Actuador mecánico	43
14.	Actuador electro mecánico (Servo – válvula)	44
15.	Actuador acústico.....	45
16.	Acoplador de bus empotrable.....	46
17.	Controlador KNX.....	47
18.	Receptor de superficie	48
19.	Mando a distancia	49
20.	Pantalla táctil.....	52
21.	Diagrama control de persianas con pulsadores y sensores.....	54
22.	Diagrama de encendido y apagado de lámparas	55
23.	Detector de movimiento	57

24.	Detector de gas	57
25.	Controlador de estancia.....	58
26.	Actuador de cuatro canales	59

TABLAS

I.	Entrevista para clientes Ejemplo.....	24
II.	Clasificación de los sensores.....	30
III.	Presupuesto por funciones	62

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AI	Acoplador de línea
AA	Acoplador de área
AB	Acoplador del BUS
CB	Componente BUS
DF	Dispositivo final
IA	Interfaz de aplicación
m	Metro
mm	Milímetro

GLOSARIO

Actuador	Elemento capaz de ejecutar una acción según las señales que recibe. Por ejemplo, una electroválvula, un relé.
Bus	Sistema de comunicación entre dispositivos en el cual todos se pueden comunicar con todos a través de un conjunto de enlaces en paralelo.
EHS	<i>European Home Systems Protocol.</i>
EIB or Instabus	<i>European Installation Bus.</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilating and air conditioning</i> (calefacción y aire acondicionado)
Sensores	Elemento sensible a una magnitud física capaz de enviar una señal variable con dicha magnitud.
Zonificación	Independizar el control de la temperatura, seguridad o iluminación de una vivienda de las diferentes zonas.

RESUMEN

Alrededor del mundo existen muchas aplicaciones de tecnología que es aparentemente desconocida o poco estudiada por los ingenieros en nuestro país, dicha aplicación es llamada inmótica, por que se encarga principalmente de la automatización de ambientes de oficina o edificios de uso terciario o industrial (oficinas, edificios corporativos, hoteleros, empresariales y similares) con el fin de reducir el consumo energético, proveer de confort y de optimizar la utilización de los recursos. Bajo este nuevo concepto se define la automatización integral de inmuebles con alta tecnología.

La inmótica integra sistemas automatizados de control, dentro de una estructura en red, utilizando una gran variedad de sensores; térmicos, de movimiento, de intensidad luminosa, de humedad, de inundación, módulos de radio frecuencia, sistemas de alarma etc. Para luego poder interactuar con el mundo por medio la utilización de actuadores de distinto tipo.

Una de las tecnologías utilizadas en la actualidad en sistemas de automatización de edificios (Inmótica) es EIB-KNX (*European Installation Bus KNX* o *bus de instalación europeo KNX*) o simplemente KNX (*konnex*) un protocolo estándar, multimedio, abierto y normalizado en Europa y a nivel internacional, es el resultado de unir tecnologías preexistentes como BatiBus, EIB o EHS obteniendo lo mejor de ellas, aunque su base principal es EIB (*European Installation Bus*) el principal aporte de esta tecnología es la descentralización, ya que dicha tecnología no requiere de un controlador central de la instalación, en el que todos los dispositivos que se conectan al bus de

comunicación de datos, tienen su propio microprocesador y electrónica de acceso al medio.

Guatemala no está lejos de aplicar esta tecnología, que cada vez gracias a la globalización, estarán a disponibilidad del equipo de ingeniería de muchas empresas, y de cada uno de los ingenieros electrónicos, para lo que es necesario que se realicen estudios previos sobre dicha tecnología y su aplicación en la inmótica; es precisamente el principal interés de este trabajo de graduación, y que sirva de referencia para aquellos que desean comenzar con proyectos de inmótica, permitiendo al lector adentrarse en el conocimiento de la tecnología del protocolo KNX y viendo a través de un ejemplo: elementos, referencias, situación y precios de lo que supondría un proyecto inmótico de una construcción básica.

En los primeros capítulos del trabajo de graduación se presenta el sistema EIB-KNX o KNX haciendo una introducción a dicho sistema y desarrollando la teoría para entender mejor el funcionamiento y conocer las ventajas y desventajas que ofrece el sistema inmótico. En el capítulo central se hablará de los pasos a seguir para realizar el diseño de un proyecto en una construcción básica, averiguando lo que quiere el cliente y posteriormente llevando a cabo la elección, ubicación y función de los productos a instalar. Finalmente a modo de síntesis se realizará el presupuesto de la automatización inmótica (tanto por funciones, como por espacios) para posteriormente obtener conclusiones acerca de la viabilidad del proyecto.

OBJETIVOS

General

Analizar una instalación Inmótica en Guatemala, utilizando el protocolo KNX, para determinar así los aspectos básicos a tomar en cuenta para la implementación de proyectos de este tipo.

Específicos

1. Servir como referencia básica para futuras instalaciones en el ramo de la inmótica en Guatemala, y fomentar el desarrollo tecnológico dentro del país.
2. Enfocar el estudio de la inmótica desde el punto de vista del ingeniero electrónico.
3. Enlazar los conceptos de ingeniería electrónica a una aplicación.

INTRODUCCIÓN

Al pensar en dispositivos periféricos de automatización, lo primero en lo que se piensa es en una computadora o procesador central que funcionará como cerebro primario para comunicar todos los dispositivos conectados a éste, sin embargo estas características hacen que dichas redes sensoriales sean muy costosas y extremadamente difíciles de instalar, debido a la necesidad de hacer uso de protocolos que permiten la comunicación directa entre el procesador principal que controla todos los periféricos, en aplicaciones específicas como la inmótica es extremadamente importante la independencia de todos los dispositivos debido a que el lugar de la instalación es un edificio de oficinas o un inmueble diseñado para negocios. Sin embargo el protocolo KNX y los sensores y actuadores que cuentan con esta tecnología pueden lograr esta independencia ya que no necesitan un procesador central que comande las operaciones de los sensores y actuadores.

En Guatemala no existen estudios sobre el protocolo KNX como tecnología, es puramente enfocado a la ingeniería electrónica. La inmótica es un área de la automatización propio de la de la electrónica que ha sido poco estudiada y no está determinado un costo real de una instalación inmótica con la tecnología KNX en Guatemala, a fin de determinar así la viabilidad del proyecto en términos económicos. Además de que no existe una referencia para iniciar una instalación inmótica en Guatemala. Para poder implementar nuevas tecnologías como KNX en nuestro país es necesario realizar estudios analíticos en una aplicación, ¿Cuál es el costo de la aplicación de la tecnología KNX en un proyecto inmótico? ¿este costo es viable tomando en cuenta los beneficios de la inmótica como tal? ¿cuáles son los requerimientos de un usuario? ¿dichos

requerimientos hacen viable la instalación inmótica? y como un valor agregado al trabajo de graduación se creará una referencia para una instalación inmótica.

1. INMÓTICA

1.1. Historia

Los constantes cambios y avances en materia científica y tecnológica invaden todos los ámbitos de la sociedad. Con el desarrollo de la computación, el perfeccionamiento técnico de los diferentes sistemas que intervienen en una edificación y las nuevas tecnologías de comunicación ha surgido los sistemas inmóticos.

La utilización de tecnología en los edificios de oficinas es uno de los principales aportes del siglo XXI, dado que se busca mejorar las condiciones físicas, ambientales de las áreas de trabajo para desarrollar la productividad de las operaciones. Sus inicios se dan alrededor de los años de los años 1969 e Inicios de los 70's, cuando las empresas empiezan a desarrollar algunos productos tecnológicos enfocados principalmente en el desarrollo posterior de la automatización de oficinas y edificios.

Actualmente con el uso del internet en el hogar y oficinas, se ha buscado tener nuevas aplicaciones de tecnología para satisfacer las demandas del consumidor final, buscando sobre todo lograr satisfacer las necesidades de confort y ahorro energético.

1.1.1. La Inmótica en la actualidad

Hablar de inmótica en la actualidad es referirse básicamente a la incorporación al equipamiento de edificios, comprendidos en el mercado

industrial, de sistemas de gestión técnica automatizada de las instalaciones de edificios de oficinas dedicados exclusivamente al sector industrial.

El surgimiento de la Inmótica busca dar mayor énfasis a la etapa de planeación de un edificio, de tal forma que se puedan incorporar todos los elementos necesarios para conseguir un ambiente productivo y de estar forma llegar al concepto de “edificio inteligente”.

En la actualidad existen muchos protocolos y sistemas que se especializan en la automatización de construcciones en general, sin embargo, el auge y crecimiento de la inmótica está más enfocada en la responsabilidad empresarial que se imparta por parte de los actuadores principales en el mercado de la industria en general, es decir, un proyecto inmótico busca de muchas formas automatizar no únicamente para generar mayor plusvalía dentro de la industria de la construcción, sino para lograr mejorar de alguna forma las condiciones de los trabajadores de dicha empresa.

La Inmótica tiene varias aplicaciones de concepto de control integrado de los dispositivos electrónicos y eléctricos de forma presencial o forma remota.

1.1.2. Razones para el desarrollo de la Inmótica

El desarrollo de la Inmótica es un tema de discusión alrededor del mundo en general, debido al alto costo de la tecnología (no únicamente la inmótica, sino la tecnología en general) , sin embargo presenta al sector empresarial muchos beneficios y mejoras en las condiciones generales de las instalaciones, entre los cuales cabe mencionar:

Aumento en la plusvalía: el valor de la plusvalía de una construcción aumenta a medida que dicha construcción adquiere el Valor correspondiente al precio que un cliente está dispuesto a pagar por dicho Inmueble.

- Ahorro energético: se encarga de gestionar y administrar la energía eléctrica con el uso de temporizadores, relojes programados, termostatos entre otros equipos, además de hacer referencial al:
 - Uso racional de carga
 - Programación y zonificación de climatización
 - Zonas de control de iluminación con encendido y apagado de luces interiores y exteriores.
 - Desconexión de equipos de uso no prioritario en función del consumo eléctrico en un momento dado.
 - Uso de tarifas especiales, designadas al funcionamiento de ciertos aparatos.
 - Detección de apertura de ventanas y puertas.
 - Supervisión y monitorización de calderas, bombas, motores, depósitos de agua, cuadros eléctricos entre otros.

- Confort: apagado automático de lámparas y automatización
 - Regulación de la luminosidad de los puntos de luz según el nivel de luminosidad del ambiente.
 - Accionamiento de persianas, sistema de riego
 - Control del sistema de aire acondicionado.

- Seguridad: permite tener un control de los usuarios de los equipos.

- Gestión del control de acceso por parte de los usuarios.
- Video vigilancia.
- Alarmas técnicas eficientes.
- Comunicación: control y monitorización remota de la instalación inmótica.
Trasmisión de alarmas.

1.2. Sistema KNX

KNX está basado en el modelo OSI y es el sucesor de tres tecnologías: el *European Home Systems Protocol* (EHS), *Batibus*, y el *European Installation Bus* (EIB or *Instabus*) un “ESTÁNDAR” abierto para todas las aplicaciones de control de la vivienda y el edificio, como por ejemplo el control de la iluminación y las persianas, así como variados sistemas de seguridad, calefacción, ventilación, aire acondicionado, monitorización, alarma, control de agua, gestión de energía, contador, así como electrodomésticos del hogar, audio/video y mucho más” según la organización que lo gestiona, la *KNX Association*.

Realmente KNX es la abreviatura de KONNEX, el cual es un sistema que no requiere de un controlador central en la instalación. Todos los dispositivos que de alguna forma se interconectan al bus de comunicación tienen su propio microprocesador y electrónica de acceso al medio.

En una red EIB KONNEX podemos encontrar principalmente cuatro tipos de componentes diferentes:

- Módulos de alimentación de la red.
- Acopladores de línea para interconectar diferentes segmentos de red.

- Elementos sensores: detectan cambios en el sistema como pueden ser interruptores, movimientos, cambios de luminosidad, temperatura o humedad.
- Elementos actuadores: se encargan de ejecutar los comandos adecuados.

Los sensores funcionarán por tanto como entradas al sistema, y los actuadores como salidas para la activación y regulación de cargas.

Puede conectar más de 10.000 dispositivos, por lo que son aplicables a todo tipo de edificaciones empresariales principalmente.

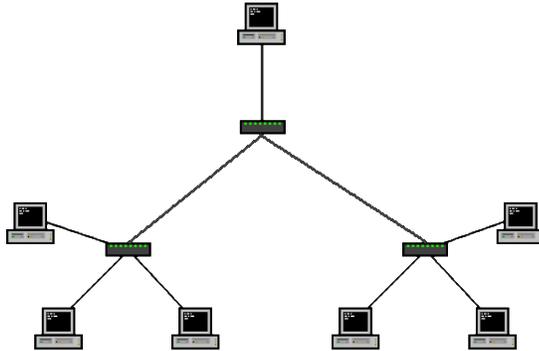
En dicha versatilidad y la opción de interconectar muchos dispositivos radica el principal valor del sistema EIB KNX, ya que otros sistemas en el mercado permiten la conexión de dispositivos, pero no de forma robusta e independiente que permita conectar tantos dispositivos como sea necesario en un edificio de oficinas.

1.2.1. Estructura topológica

En arquitectura de sistemas, existen diferentes topologías para llevar a cabo la conexión de los dispositivos al bus como pueden ser:

- Topologías en árbol: esta topología permite la conexión de varios niveles de jerarquía unidos a una ramificación de red principal.

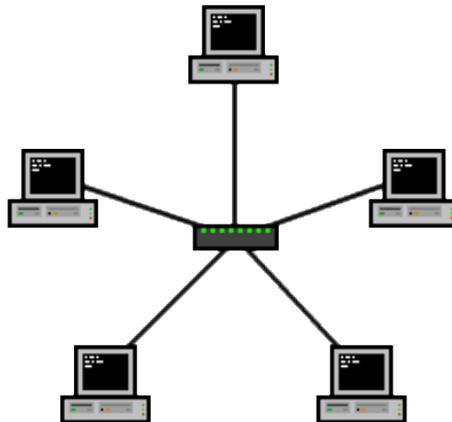
Figura 1. **Topología Árbol**



Fuente: elaboración propia.

- Topologías de estrella: es básicamente cuando todos los elementos en el sistema están interconectados a un equipo central.

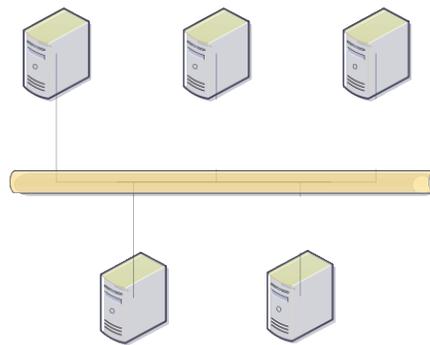
Figura 2. **Topología Estrella**



Fuente: elaboración propia.

- Topologías de bus: esta topología consta de un único canal de comunicación llamado bus central. Todos los equipos en el sistema se conectan a dicho bus y se comunican entre si por medio del mismo.

Figura 3. **Topología Bus**



Fuente: elaboración propia.

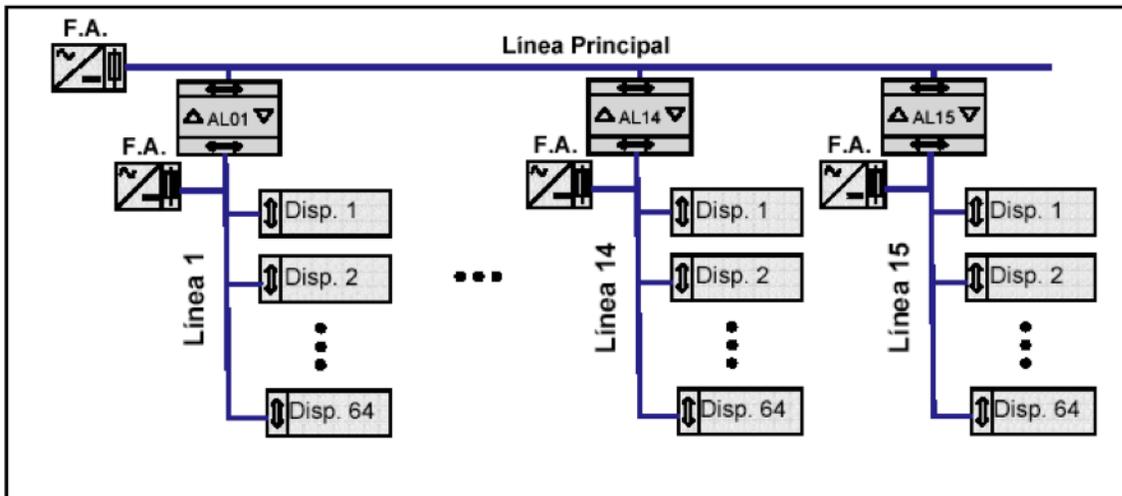
El protocolo KNX permite estas diferentes topologías, pero fija una característica común entre todas ellas: siempre contemplan tres niveles de jerarquías de conexión.

Cuando se desea realizar una instalación básica se utiliza la instalación en línea. La cual permite conectar hasta 64 dispositivos. Si se desean conectar más componentes al bus, se habrá de instalar una nueva línea, que se acoplará, junto con la primera, a una línea principal mediante acopladores de línea, al realizar dicha conexión se construye lo comúnmente llamado área.

Sin embargo, es necesario indicar que cada línea en un área deberá poseer su propia fuente de alimentación. Se pueden acoplar hasta 15 líneas en

la línea principal, constituyendo un área. De este modo, en un área se pueden conectar hasta 960 dispositivos.

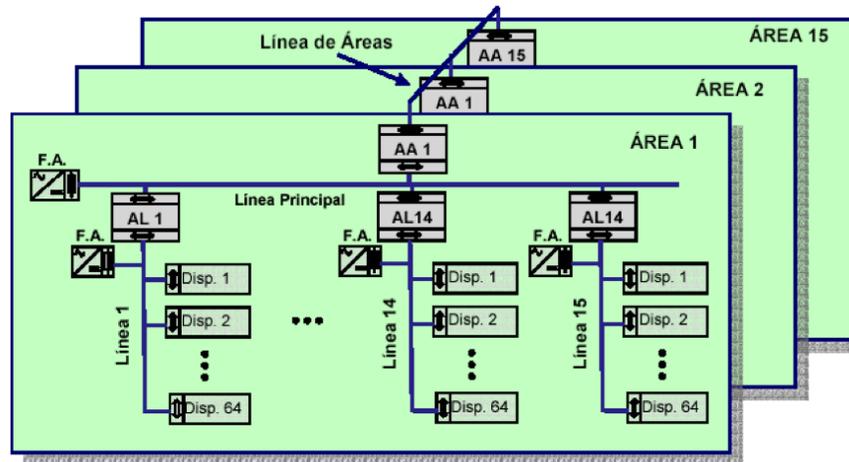
Figura 4. Área



Fuente: elaboración propia.

Se pueden conectar hasta 15 áreas distintas utilizando acopladores de área que permite integrar como máximo 14.400 dispositivos. Llamándole a la unión de muchas áreas, Acoplamiento.

Figura 5. Acoplamiento de Áreas



Fuente: elaboración propia.

El sistema completo permite hasta 15 áreas, conformadas cada una por 15 líneas, en las cuales se puede conectar 64 Dispositivos por línea, dando un total de 14,400 dispositivos totales en la red ($15 \cdot 15 \cdot 64 = 14,400$), lo que hace este tipo de conexiones muy robustas y eficientes para los sistemas de automatización inmóvil.

1.2.2. Direccionamiento

El protocolo KNX contempla dos tipos diferentes de direcciones:

Direcciones físicas: identifican a cada dispositivo y corresponden con su localización en la topología global del sistema (área – línea – dispositivo). Esta conformada de tres campos, separados por puntos:

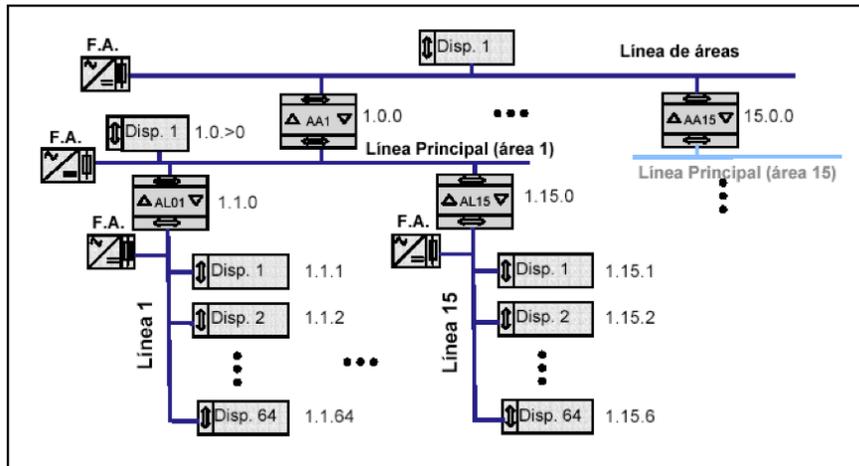
- Área (4 bits, BBBB). Identifica una de las 15 áreas. A=0000 corresponde a la dirección de la línea de áreas del sistema.
- Línea (4 bits, BBBB). Identifica cada una de las 15 líneas en cada área. L=0000 se reserva para identificar a la línea principal dentro del área.
- Dispositivo (8 bits, BBBB BBBB). Identifica cada uno de los posibles dispositivos dentro de una línea. D=00000000 se reserva para el acoplador de línea.

En la línea de áreas se pueden conectar hasta 15 acopladores de área (AA), cuyas direcciones irán desde 1.0.0 hasta 15.0.0.

Cada área tiene una línea principal, con su fuente de alimentación, a la que se conectan los acopladores de línea (AL), con direcciones 1.1.0 a 15.0.0, y a cada línea secundaria conectada a un acoplador de línea pueden conectarse hasta 64 dispositivos.

Para conectar diferentes líneas y diferentes áreas se emplea la unidad de acoplamiento. Este elemento es el mismo para los diferentes tipos de conexión, y dependiendo de la dirección física que se le asigne actuará como acoplador de línea, acoplador de área, o incluso repetidor dentro de una misma línea.

Figura 6. **Direccionamiento físico**

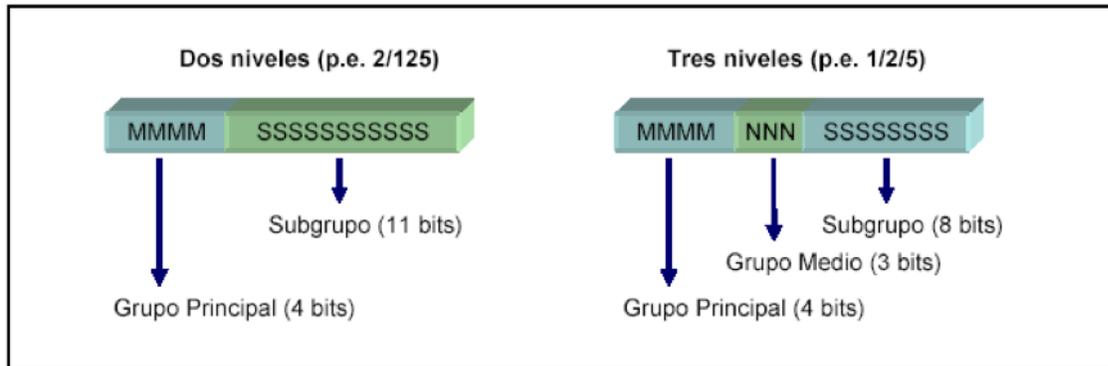


Fuente: www.ricveal.com. Consulta: octubre 2015

Direcciones de grupo: se utilizan para definir funciones específicas del sistema, y son las que determinan las asociaciones de dispositivos en funcionamiento y la comunicación entre sus objetos de aplicación.

- Las direcciones de grupo asignan la correspondencia entre elementos de entrada al sistema (sensores) y elementos de salida (actuadores).
- Se pueden usar direccionamiento de grupo de dos y tres niveles, dependiendo de las necesidades del sistema.

Figura 7. **Direccionamiento en grupo**



Fuente: www.ricveal.com. Consulta: octubre 2015

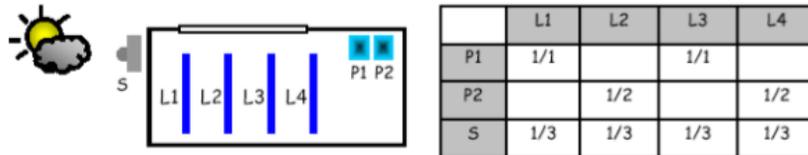
La asignación de direcciones de grupo es básica para el correcto funcionamiento del sistema KNX. Las direcciones de grupo, que asocian sensores con actuadores se pueden asignar a cualquier dispositivo en cualquier línea y son independientes de las direcciones físicas, con las siguientes condiciones:

Los sensores sólo pueden enviar una dirección de grupo es decir sólo se les puede asociar una dirección de grupo.

Varios actuadores pueden tener la misma dirección de grupo, es decir, responden a un mismo mensaje o telegrama.

Los actuadores pueden responder a más de una dirección de grupo (pueden estar direccionados o asociados a varios sensores simultáneamente).

Figura 8. **Asignación direcciones de grupo**



Fuente: elaboración propia

1.2.3. **Codificación de las señales**

Método de Acceso: se utiliza un método de acceso CSMA/CA.

Formato de los telegramas: cuando se realiza un evento en alguno de los dispositivos se envía lo comúnmente llamado telegrama, el dispositivo comprueba la disponibilidad del bus durante un tiempo (t_1) y envía el telegrama. Si no se dan colisiones espera un tiempo (t_2) el ACK correspondiente. Si en dado caso no se realiza el envío y recepción del telegrama de forma adecuada no se recibe el ACK después del tiempo (t_2), y se reintenta el envío 3 veces.

- Los telegramas se envían en modo asíncrono a una velocidad de 9600 baudios, el formato de transmisión es: 1 byte de inicio, 8 bits de datos, 1 bit de paridad par, 1 bit de parada y una pausa de 2 bits hasta la siguiente transmisión.
- La trama de un telegrama está conformada por 7 campos, 6 de control para que la transmisión sea la adecuada y uno de datos útiles en donde va la información que se desea transmitir.

- Las partes de la trama del telegrama son: control, origen, destino, RC, Longitud, información útil y comprobación.
- En la parte de control se encuentran 8 bits en los cuales está incluida la prioridad de dicho telegrama dependiendo de la función (Alarma, Servicios del sistema, servicios habituales, etc.)
- En la dirección de origen se incluye la dirección física del dispositivo que está enviando el telegrama, a modo de conocer el emisor del mensaje en las tareas.
- La dirección de destino puede ser de dos tipos dependiendo del valor que tome el bit de mayor peso en este campo, si es “0” se trata de una dirección física, si es “1” se trata de una dirección de grupo.
- La longitud e información útil, tiene los datos necesarios para la ejecución de órdenes y transmisión de valores. En los cuatro bits de longitud se indica cuantos bytes contiene el campo de datos (0 = 1 byte, 15 = 16 bytes). El campo de datos útiles contiene el tipo de comando (sólo hay cuatro) y los datos, de acuerdo con el *EIB Interworking Standard* (EIS).
- En la comprobación se envían los siguientes estados: *BUSY* si el sistema está ocupado, *NAK* si el sistema no recibió correctamente los datos, y *ACK* si se realizó de forma correcta el envío del telegrama.

En la práctica la configuración de los sistemas se realiza de forma sencilla y rápida mediante los siguientes modos de configuración:

- El S-Mode (Modo sistema, *System*) Está enfocado a funciones de control sofisticadas en edificios. Los componentes S-Mode serán programados por ETS3 Profesional de acuerdo con una base de datos de productos suministrada por los fabricante.

Esta configuración ofrece el mayor grado de flexibilidad y funcionalidad.

- El E-Mode (Modo fácil, *Easy*)
 - Aprendizaje sencillo.
 - Los componentes *E-Mode* están ya pre-programados con una serie de parámetros.
 - Cada componente puede ser reconfigurado sólo en parte.
 - La configuración se realiza con ETS3-Start
- El A-Mode (Modo automático, *Automatic*)
- Aplicaciones de usuario final.
 - Disponen de mecanismos de configuración automática que adaptan sus enlaces de comunicación al resto de componentes *A-Mode*.
 - Cada componente tiene un número de parámetros fijos y una librería de instrucciones de cómo comunicar con otros componentes.

1.2.4. Componentes ‘Smart’

- A parte de elementos auxiliares como son la fuente de alimentación, filtros y cables, los elementos más importantes en la instalación son los dispositivos que manejan funciones mas complejas o dispositivos “Smart”.
- Al tratarse de un sistema distribuido, las funciones a realizar se encuentran programadas en forma de objetos de aplicación en los sensores y actuadores que intercambian información, posibilitando así la realización de las acciones de control. Estos dispositivos constan de 2 partes básicas
- Acoplador al bus (AB).
- Interfaz de aplicación (IA).

1.2.5. Ventajas e inconvenientes de la utilización de KNX

Al ser un sistema descentralizado permite la conexión de forma simple de muchos dispositivos al sistema.

En Guatemala, las fallas en la energía eléctrica son muy comunes, el sistema KNX permite una recuperación del sistema de forma automática posterior a un fallo en el sistema eléctrico, lo que hace conveniente su utilización.

La utilización del sistema permite tener ahorro en el consumo de energía eléctrica, aumentar la seguridad al contar con sistemas de vigilancia más efectivos, así como la optimización de los espacios.

Su principal inconveniente radica en el poco acceso a la tecnología, es decir, que no se cuenta con distribuidores locales en Guatemala para dicha tecnología. También es un sistema que carece de redundancia lo que supone un problema si hay un corte de la línea principal.

Sin embargo, con el avance tecnológico y la caída de las barreras territoriales en el mundo, es posible importar dichos componentes de otros países industrializados como lo son Estados Unidos, Alemania y España principalmente.

Este sistema permite la creación de topologías de red a gran escala y de forma industrial.

1.3. Aplicaciones más utilizadas en la actualidad

A continuación, se presentan las aplicaciones más utilizadas en la actualidad para el sistema.

1.3.1. Control de iluminación y persianas

Las aplicaciones para control de iluminación, las persianas pueden ser utilizadas de forma independiente una de otra o de forma combinada en diferentes funciones. No solo proveen confort a los lugares de trabajo y salas de reuniones sino además una disminución en la temperatura del lugar por no permitir que el calor del sol ingrese por las ventanas, reduciendo el consumo de aire acondicionado en la oficina.

Los aparatos pueden ser conmutados y/o regulados por sí mismos, o bien ser controlados:

- Localmente.
- De forma centralizada.
- Usando infrarrojos.
- En función del tiempo.
- En función de la luminosidad.
- En función de la temperatura.
- Dependiendo de la fuerza del viento o la lluvia.
- Las ventajas resultantes incluyen:
 - Reducción del gasto en energía gracias a la conmutación dependiente de la luminosidad ambiente, de la hora del día y de la necesidad existente.
 - Incremento de seguridad debido a la simulación de presencia.
 - Ajuste de la iluminación a los niveles de confort requeridos, por medio de regulación controlada de la luz basada en la luminosidad ambiente, la hora del día y la necesidad existente.
 - Ajuste sencillo y flexible de la iluminación y del control de las persianas cuando cambie el uso de una habitación, sin necesidad de modificar el cableado existente.

1.3.2. Control de temperatura en un espacio individual, calefacción y ventilación

El propósito de un control de temperatura, calefacción y ventilación es mantener al mínimo las necesidades de consumo energético de una habitación, mientras asegura el máximo nivel de confort de sus ocupantes.

El funcionamiento óptimo del sistema de calefacción se consigue utilizando un control inteligente, el cual establece los períodos de calefacción de cada habitación individual, de acuerdo con los períodos de uso.

Ajusta de forma individual las temperaturas posibles de cada habitación en función de su uso (p.ej. una mayor temperatura cuando la sala está desocupada momentáneamente, que desciende cuando hay personas que aportan calor), conmuta el sistema de calefacción por completo, o disminuye la carga térmica de forma general cuando la vivienda no esté siendo usada, controla la velocidad de rotación de la bomba de circulación.

El consumo de energía derivado de la utilización de Calefacción en zonas frías del altiplano guatemalteco como Huehuetenango, San Marcos, Totonicapán y la utilización de Aire Acondicionado o ventilación en zonas de mucho calor como Mazatenango, Zacapa, Chiquimula, Escuintla, son uno de los rubros principales de costos para una empresa, de los cuales no se puede prescindir debido a que dichos aspectos son importantes también para el confort de los empleados que laboran allí. Es por esto que la utilización de sistemas inteligentes de inmótica, son una solución viable y efectiva para la reducción de costos en estos sectores.

1.3.3. Gestión de cargas

Su principal objetivo es el ahorro de energía y de los recursos proporcionados por las compañías eléctricas en los sectores industrial, comercial y privado, tanto por razones de seguridad y de costos como medioambientales. El término gestión de cargas también abarca las medidas para evitar sobrecargas en los circuitos.

La automatización de la gestión de cargas en la actualidad es un tema poco utilizado ya que las empresas en el sector industrial en Guatemala, manejan un grado muy alto de complejidad en la configuración de dichas cargas.

1.3.4. Monitorización, visualización, registro y operación

Tanto en los edificios residenciales como en los funcionales a menudo es necesario grabar e informar de los estados de los distintos sistemas. Esto se refiere tanto al interior como al exterior del edificio. Dichas medidas son utilizadas posteriormente para analizar el desempeño general del recinto, y poder realizar acciones predictivas que ayuden a mejorar el rendimiento en general.

Los datos registrados incluyen:

- Mensajes de funcionamiento (estados de operación),
- Errores técnicos y alarmas,
- Datos de vigilancia relativos al exterior del edificio,
- Datos de vigilancia de personas (detección de movimiento).

En la actualidad la utilización de dichas medidas es una práctica que genera un valor tangible a las empresas, ayudándolas a conocer mejor sus puntos de mejora y sus fortalezas como industria o empresa.

2. DISEÑO DEL PROYECTO

2.1. Parámetros básicos a conocer por parte del cliente

En el diseño de cualquier proyecto o la implementación de cualquier producto es necesario tomar en cuenta algunos aspectos generales, el proyecto Inmótico en Guatemala debe generar un valor tangible al cliente final, dicho valor puede dividirse en los siguientes aspectos:

- Aumento del confort de sus empleados.
- Posicionamiento de marca debido a la utilización de sistemas inteligentes en sus oficinas.
- Ahorro en los costos a raíz de la optimización de los recursos energéticos de la misma.

Antes de iniciar el proyecto, se debe conocer las necesidades y expectativas que tiene el cliente, para determinar en cual de los aspectos positivos en los que se genera valor está más interesado y poder brindar el mayor valor, esto se realiza a través de una entrevista, visita técnica al lugar físico o en su defecto, ver los planos.

Una completa entrevista es la mejor base para la realización de contratos posteriores de complementación y/o ampliación de un sistema. Sin embargo, una entrevista incompleta o inadecuada puede convertir a un cliente inicialmente satisfecho en un cliente insatisfecho si descubre tarde que las posibilidades de explotación de su sistema no han sido del todo aprovechadas.

Finalizada la entrevista, se obtendrá la documentación de las especificaciones del sistema, por lo que cualquier oferta debe realizarse tomando este documento como base.

A continuación, se presenta el formato para la entrevista al cliente. Ver tabla I.

Tabla I. **Entrevista para clientes Ejemplo**

La entrevista se divide en áreas de preguntas en función del objeto del proyecto a realizar.				
Objeto del proyecto				
	Si	Comentarios.	No	Comentarios
¿El proyecto se refiere a nivel industrial o pequeña empresa?	x	<i>Es una pequeña empresa.</i>		
¿Está previsto algún cambio de uso en el futuro?,	Si	Comentarios	No x	Comentarios
Equipamiento				
Número de puertas	11			
Número de ventanas	15			
Número de ambientes	12			
Datos de iluminación				
¿Cuántas luces hay en total en el techo del lugar a automatizar?	15			
¿Cuántas son lámparas halógenas de baja tensión hay en el techo del lugar a automatizar?	15			
¿Cuántas de estas luces deben ser conmutadas?	15			
¿Cuántas luces del techo deben poder ser reguladas?	1			
¿Debe existir algún interruptor además del situado junto a la puerta?	no			

Continuación tabla I.

¿Cuántas luces deben instalarse en la habitación?	0
¿Cuántos interruptores deben instalarse en la habitación?	0
Equipamiento externo	
Número de puertas hacia el exterior	1
Número de jardines	0
Numero de terrazas	0
¿Hay alarmas instaladas en el edificio o necesita automatizar la seguridad?	No.
Datos para calefacción	
¿Debería ser posible ajustar la temperatura de la habitación en función de su uso?	Si
Datos para persianas	
¿Está previsto el uso de persianas en alguna habitación, cuantas persianas?	Si, en una habitación, 2 persianas.
¿Debe planificarse la motorización de las persianas además de su funcionamiento manual?	Si
¿Usa también las persianas por motivos de seguridad?	No
¿Usa usted las persianas solamente para evitar efectos de deslumbramiento en la habitación?	Si
Planificación y uso de iluminación	
¿Está usted seguro de las funciones que desea para la iluminación, o prefiere establecer las funciones definitivas tras haber usado un tiempo la habitación?	<i>Deseo que se prendan en función de la luz en el ambiente.</i>

Continuación tabla I.

Para su seguridad, ¿desea poder encender todas las luces desde uno o más puntos ?	Si
¿Desea tener una iluminación constante y una luminosidad óptima en las habitaciones, sin tener que pulsar ningún interruptor? (por ejemplo, si el sol brillase mucho las persianas bajarían levemente, o si se nubla el cielo, las luces se encenderían automáticamente).	Si
¿Desea que este programa de conmutaciones se adapte automáticamente y se almacene en función de sus hábitos?	No
Planificación y uso de calefacción o A/C	
¿Qué sistema de calefacción o A/C ha previsto instalar?	<i>El que esta en el edificio</i>
Para ahorrar energía, ¿desea que solamente se caliente o enfríe la habitación en función del uso que se le dé?	si
¿Deberá ser posible reducir la temperatura por las noches en todas las habitaciones? Si las habitaciones están siendo usadas en función de sus preferencias, ¿debe ser reestablecida la temperatura programada?	<i>Deben apagarse los sistemas de aire acondicionado.</i>
Para ahorrar el máximo de energía, ¿desea realizar un control de temperatura muy flexible?	Si
Comentarios Extras u otras solicitudes especiales.	N/A

Fuente: elaboración propia, los datos obtenidos son un ejemplo de la instalación.

Cabe mencionar que la entrevista es un factor crítico en el desarrollo del proyecto, y que la persona a cargo debe conocer y entender a la perfección todos los requerimientos y expectativas del cliente final, así como las opciones reales y posibles de los sistemas Inmóticos utilizando KNX además de conocer los aspectos fundamentales de la inmótica.

Sin embargo, dicha entrevista debe ser una conversación abierta en el mejor de los casos donde la persona a cargo solicitará toda la información que considere relevante para entender a la perfección y crear las expectativas correctas sobre el sistema a instalar.

2.2. Especificaciones obtenidas

Al terminar la entrevista se obtendrán una gama de especificaciones del producto final que el cliente espera recibir.

Se deben utilizar las especificaciones obtenidas para poder brindar al cliente la solución completa que genera un valor real a su oficina.

De la entrevista ejemplo pudimos determinar que el cliente básicamente busca:

- Control de iluminación en base a luminosidad del ambiente en toda la oficina excepto en la sala de reuniones.
- Manejo automatizado de persianas en la sala de reuniones.
- Control de temperatura basado en la temperatura del ambiente.

2.3. Elección de los distintos dispositivos del sistema

La elección del fabricante de los dispositivos del sistema y de los equipos como tal, se debe hacer con base a las garantías que presenten los productos, el aval que tienen y ser certificados. así como tener un amplio stock de repuestos.

Dichos dispositivos en su mayoría deben importarse del extranjero por lo que en la planificación del proyecto debe tomarse en cuenta aproximadamente 1 mes de importación de los dispositivos.

2.3.1. Elección del fabricante

La elección del fabricante se debe realizar con base el reconocimiento de la marca a nivel mundial, y la disponibilidad de Stock en las principales tiendas en el extranjero para facilitar la importación de repuestos o de nuevos dispositivos según el requerimiento puntual del proyecto. Además de las garantías ofrecidas y/o respaldo técnico.

2.3.2. Descripción de los elementos del sistema.

A continuación, se realiza una descripción de los elementos que conforman el sistema inmótico.

2.3.2.1. Sensores

Los sensores son considerados elementos transductores de entrada en un sistema Inmótico, porque permiten obtener información de los parámetros que se desea monitorear y/o controlar en un recinto, llevando a cabo la conversión

de magnitudes para transmitirla a la unidad encargada del procesamiento, y control del estado de las variables a gestionar. Dentro de las características que posee un sensor se pueden destacar:

- Conversión de una variable física en otra diferente más fácil de evaluar y procesar.
- Existen una gran variedad de sensores entre los cuales están los sensores de contacto físico (sensores de toque) o sin contacto físico (sensores ópticos).

Para evaluar y valorar la calidad de un sensor se debe tener en cuenta una serie de conceptos y definiciones que los caracterizan, dentro de los cuales se encuentran:

- Calibración: es un patrón de la variable medida que se aplica mientras se observa la señal de salida.
- Error: es la diferencia entre el valor medido y el valor real.
- Exactitud: es la correlación entre el valor medido y el valor real.
- Clasificación: en la actualidad existen un gran número de sensores de distintos tipos y funciones, los cuales se pueden clasificar de acuerdo con determinados criterios. Existe una gran variedad de sensores que se utilizan en Inmótica para la detección de una o más variables físicas, y posibilitar un control automatizado de las tareas habituales, del confort y de la seguridad.

Tabla II. **Clasificación de los sensores**

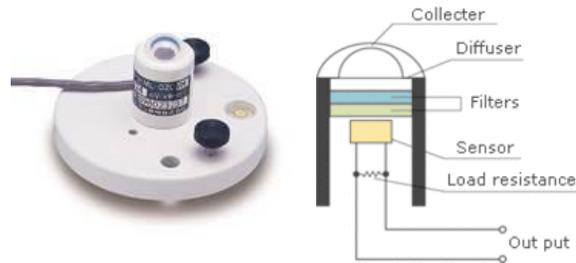
Sensores según tipo de alimentación	Sensor activo requiere ser alimentado eléctricamente y ajustado a los niveles apropiados de voltaje, corriente, etc. son los más comunes en las instalaciones inmóticas. Un sensor activo es aquel cuyas características como la resistencia, por ejemplo, cambia con la temperatura, haciendo variar la corriente que circula por ella es suministrada por un generador correspondiente.
	Sensores pasivos no requieren de alimentación eléctrica, por lo tanto, no suelen ser aplicados comúnmente en inmótica.

Fuente: elaboración propia.

- Aplicación: existe una gran variedad de sensores que se utilizan en Inmótica para la detección de establecidas variables físicas como presión, velocidad, flujo, temperatura, posición etc. y facilitar un control automatizado de las tareas habituales, de confort, seguridad, monitoreo etc. Dependiendo del tipo de suceso que se produzca en el entorno, que se desee detectar para llevar a cabo tareas de automatización, se pueden tener los siguientes tipos de sensores:

- Sensores para detectar nivel lumínico: los sensores de luminosidad o lumínicos son dispositivos electrónicos capaces de determinar el nivel de una fuente de luz (natural o artificial), permitiendo un control automático de tareas dentro de un ambiente Inmótico. Estos tipos de sensores se pueden diferenciar mediante la señal que suministran en sensores de luminosidad y detectores de fuentes de luz. Los sensores de luminosidad propiamente dichos proporcionan una salida análoga que sirve para ajustar los niveles de iluminación en función de la intensidad de luz existente. Son llamados también reguladores o “dimmers” automáticos para luminosidad.
- Los detectores de luz o fotoceldas solo son sensibles a un cambio considerable en una fuente de iluminación, convirtiendo la variable física en una señal de dos estados o digital, de modo que solo se utiliza para realizar acciones de encendido o apagado. Los sensores pueden proporcionar una señal binaria que permita activar un elemento actuador como un relé, un contactor o un motor pequeño.

Figura 9. **Sensores lumínicos**



Fuente: www.eko-eu.com, ML-020S, Consulta: octubre de 2015

- Sensores para control de climatización: en climas como el de Guatemala, donde los cambios de temperatura no son extremos, en la época seca o de verano se hace necesario climatizar los ambientes de trabajo, diversión. Para ello se utilizan equipos de aire acondicionado cuya forma de operación se establece en ajustar a un valor determinado, la temperatura del ambiente en el que opera.

Para tal efecto, se deben utilizar sensores que monitoreen constantemente la temperatura del recinto, y si la temperatura excede el valor definido, el sistema debe inyectar aire con una menor temperatura hasta obtener el valor deseado. Los termostatos de ambiente se suelen instalar a 1.5 metros del suelo y en el centro de una pared que se encuentre opuesta a una fuente de calor, ubicándolos en un lugar accesible y alejado de fenómenos externos que puedan causar desviaciones en la medida de la temperatura, como la incidencia directa del sol, las corrientes de aire o los electrodomésticos y equipos cercanos susceptibles de producir cierto grado de calor. Las sondas de

temperatura son sensores analógicos, que varían un parámetro en función de la temperatura. Estos consisten en semiconductores o resistencias con coeficientes de temperatura grandes, tanto negativas como positivas. Generalmente, las sondas térmicas se utilizan para regular la temperatura en espacios interiores como salas de museos, habitaciones en hoteles, hospitales, auditorios, entre otros, además de posibilitar las mediciones térmicas en tuberías y suelos. También se emplean para funcionar como un control automático de la temperatura dentro de una vivienda u oficina en función del calor del sol incidente sobre ella, logrando así un ambiente óptimo y confortable para los residentes del lugar.

- Sensores para detección de incendio: estos sensores detectan partículas en el aire, calor o humo, posibilitando la activación de señales sonoras y luminosas. Hay 3 clases diferentes de sensores, destinados a la detección de incendio de acuerdo con la propiedad física que emplean: lónicos, ópticos y termovelocímetros (detectores de flujo de calor).

Figura 10. **Sensor detección de humo**



Fuente: www.rigotech.com.ec. Consulta: octubre de 2015.

- **Iónicos.** Poseen varias cámaras independientes. Una de ellas es cerrada e ionizada por una fuente radioactiva muy débil, la cual no presenta riesgos para la salud y la otra es abierta para que pueda circular el aire del entorno. En la combustión generada dentro de la cámara abierta se produce la ionización del aire, detectándose la diferencia entre el nivel de ionización de las cámaras.

Debido a la alta sensibilidad que pueden tener estos sensores, resultan adecuados para la instalación en viviendas y edificios pero no se aconseja en lugares de humo frecuente. La instalación se debe realizar en locales con alturas menores de 12 metros, cubriendo un área máxima de 50m² por detector.

- **Ópticos.** Su configuración es de tipo barrera óptica, consistiendo en un diodo emisor de luz y un fototransistor receptor que detecta constantemente el haz luminoso. Cuando se interpone humo visible dentro de la barrera óptica se produce dispersión del haz, provocando una disminución en la intensidad recibida, enviando

una señal de alerta. Presentan baja sensibilidad, pues solo se encargan de detectar el humo visible, por tanto no es recomendable su instalación en ambientes que habitualmente contengan humo (cocinas, niveles de parqueos, otros).

- Termovelocimétricos. Se componen de puentes equilibrados de resistencias, algunas de ellas se exponen hacia el exterior para la detección de variación de temperatura. En ciertos casos se reemplazan las resistencias por sustancias líquidas o gaseosas. Estos sensores responden cuando hay un sobrepaso de temperatura establecida dentro de un rango específico y son insensibles a humo, por lo que se posibilita su instalación en ambientes como garajes, cocinas y cualquier ambiente donde haya circulación de humo. Pueden ubicarse en locales con altura inferior a 7 metros y tiene cobertura máxima de 25m² por sensor.

Figura 11. **Detector velocimétricos**



Fuente: www.rigotech.com.ec. Consulta: octubre de 2015.

- Sensores para control de presencia: estos sensores están diseñados para detectar el ingreso y salida de personas autorizadas o no, dentro del ambiente en el cual se requiere una asistencia automática de iluminación, climatización, seguridad etc. Se clasifican en lineales, volumétricos y perimetrales.
- Sensores lineales: funcionan mediante el bloqueo de una barrera invisible cuando algo o alguien se interponen en ella. Esta barrera se conforma mediante un elemento emisor de infrarrojos o microondas y otro receptor del mismo tipo, el cual recibe constantemente la señal del primero (en condiciones normales) y se interrumpe momentáneamente mientras haya algún cuerpo en su campo de actuación. Entre estos tipos de sensores se pueden mencionar:

Figura 12. **Sensor lineal**



Fuente: www.rigotech.com.ec. Consulta: octubre de 2015.

- Barrera de infrarrojos. Este sensor está construido por diodos emisores de luz infrarroja, que emiten los

haces luminosos de forma paralela y alineada hacia elementos receptores infrarrojos, originando así una barrera óptica imperceptible para el ser humano. Justo cuando las barreras se interrumpen por la obstrucción de algún cuerpo entre ellas, se origina una señal sonora y/o luminosa; además se cuenta con un sistema contra falsas alarmas, pues la utilización de dos o más barreras hace que se eviten alertas cuando algo o alguien que no se considere como intruso ha sobrepasado solamente una de ellas, como pueden ser aves, roedores, otros.

Los sensores de barrera infrarrojas presentan la gran ventaja de ser inmunes a los fenómenos climáticos (lluvia, niebla, humedad, etc.), es por esto que se facilita la instalación tanto en interiores como en exteriores.

- Barrera por microondas. Consiste en instalar un cableado especial introducido en tierra que sirven para conectar un emisor y un receptor. El emisor de microondas genera impulsos de muy alta frecuencia (VHF), los cuales se propagan a lo largo del cable y en su alrededor. El receptor detecta esta señal que es inalterable en condiciones normales. Cuando algo o alguien penetran en la zona de propagación y recepción se produce una variación de la señal, la cual es detectada por el receptor permitiendo la activación de una alarma. Estos sensores son muy utilizados en lugares que requieren una alta

seguridad, como edificios que prestan servicios financieros.

- Sensores volumétricos: son sensores digitales, la activación del mismo se produce cuando detectan un cambio de temperatura o de movimiento. Se usan frecuentemente para la detección de intrusiones no deseadas dentro de un espacio. La localización óptima de estos es en una esquina y en la parte superior dentro de un ambiente cerrado, asegurando una orientación que logre la máxima cobertura posible y alejada de fuentes de calor externas. La característica de los sensores de presencia es su sensibilidad. Ya que son capaces de detectar movimientos tan pequeños como el de una mano dentro de un espacio reducido. Dentro de los detectores volumétricos de presencia se suelen emplear cuatro tipos de tecnologías distintas, basando su funcionamiento cada una en un principio básico:
 - Infrarrojos. Estos detectan cambios térmicos expresados en radiaciones infrarrojas del entorno y los memoriza en forma de haces volumétricos inclinados según varios planos, de manera que puedan ser detectados cuando se generan cambios rápidos. Son sensibles a fuentes de calor como la luz solar y las corrientes de aire caliente y frío. Los hay de distintos tipos dependiendo del sensor, los lentes, nivel de cobertura, circuitos electrónicos, etc. Se utilizan principalmente en oficinas cerradas, áreas con alto flujo de aire.

- Microondas. Emplean un fenómeno físico basado en la reflexión de ondas electromagnéticas denominado Efecto Doppler. Estos sensores producen señales ondulatorias de alta frecuencia (superiores a 10GHz) y almacenan las reflexiones producidas en el ambiente. Si un cuerpo está en movimiento se genera una variación en estas reflexiones y por consiguiente provoca un cambio en la frecuencia de la onda.

- Ultrasonidos: este tipo de sensores tienen un funcionamiento similar a los que emplean las microondas. Se basan de igual manera en el efecto Doppler aplicado a las ondas sonoras, detectando la reflexión de estas señales. Son sensibles a ruidos externos de alta frecuencia y a corrientes de aire, por lo que su alcance es reducido.

- Tecnología dual. Resulta de la combinación de la tecnología con infrarrojos y con microondas. Se puede realizar la detección de movimientos por medio de los dos sistemas simultáneamente o permitiendo la activación de uno de ellos y la posterior confirmación del otro, así es posible evitar falsas alarmas. Cuando se requiere de un alto grado de fiabilidad en la detección de un cuerpo se incorporan algoritmos en estos sensores para diferenciar el movimiento del cuerpo humano, de

animales o de objetos. Se utilizan en salones de clase, comedores, cuartos de cómputo.

- Sensores perimetrales: son los encargados de realizar la vigilancia en el perímetro de una instalación. Actúan como barreras situadas alrededor del lugar y se produce la activación cuando algo o alguien la sobrepasa. La ventaja más notable es la capacidad de detectar al intruso antes que ingrese a la vivienda o edificio debido a la ubicación de estos elementos sensores en el exterior. Existe una gran variedad de este tipo de sensores y es indispensable tener en cuenta los requerimientos y características antes de realizar diseños preliminares a una instalación. Dentro de estos sensores se pueden encontrar algunas clases que se emplean para la detección de vibraciones, rotura de cristales, apertura de puertas o ventanas, entre otros.
- Sensores sísmicos: se componen de dos masas que separan e interrumpen el envío de una señal eléctrica al recibir un golpe o vibración sobre una superficie. Pueden contener elementos como un piezoeléctrico, (reacciona si se intenta cortar un vidrio), una gota de mercurio (cierra un circuito al desplazarse) o un péndulo (produce movimiento oscilatorio y acciona una alarma o actuador)
- Sensores para detectar rotura de vidrios: estos detectores se activan por medio de los sonidos de altas frecuencias. Su funcionamiento se basa en el siguiente principio: “Cuando se produce una rotura del vidrio, se provocan dos tipos de sonidos que son de distinta frecuencia: el primero, debido al impacto sobre el vidrio, es un sonido grave de unos 200 Hz. El segundo, debido a

la rotura del vidrio, que es un sonido agudo con una frecuencia de 3,000 a 5,000 Hz. El sensor posee un micrófono que responde a las altas frecuencias antes citadas y en cortos intervalos de tiempo (100ms máximo). Estos sensores microfónicos no se deben instalar sobre la superficie a proteger sino en cercanías de la misma y en sitios imperceptibles.

- Sensores para apertura de puertas y ventanas: estos detectores están compuestos de contactos magnéticos, formados por un imán y un cuerpo metálico (interruptor magnético) con unos cables de conexión a un circuito electrónico. Cuando el imán se encuentra separado del cuerpo metálico se dice que está en posición de reposo pero mientras esté en las cercanías del mismo, éste lo atrae y permite la conmutación del circuito.
- Sensores para detectar fugas de gas: detectan gases tóxicos y explosivos como butano, propano, gas natural, etc. Se sitúan en diferentes alturas en función del gas a detectar; por ejemplo para gases como el butano o propano, el detector se ha de colocar a unos 20cm del suelo, y para gas natural cuya intensidad es menor, se colocan a 20cm del techo.

2.3.2.2. Actuadores

Los actuadores son dispositivos electromecánicos considerados como salidas en un sistema Inmótico, porque actúan sobre el medio exterior y afectan físicamente a las instalaciones. Ejecutan las órdenes que el controlador central les envía, obtenidas mediante las entradas al sistema a través de los sensores, convirtiendo una señal eléctrica en otra de tipo (mecánica, térmica, óptica, etc.). Realizan de alguna manera, un proceso inverso al de los sensores.

Los principales actuadores se pueden clasificar en tres tipos, diferenciados según su constitución:

1. Electro-mecánicos (motores, electro-válvulas, relés, contactores, cerraduras digitales)
 2. Acústicos (sirenas, bocinas, altavoces)
 3. Luminosos (paneles, monitores, lámparas).
- Actuador Electro-mecánico (motor): son máquinas que convierten la energía eléctrica en energía mecánica para generar movimiento. Los tipos más comunes empleados en sistemas Inmóticos, son los de corriente alterna, los de corriente directa y los paso a paso, estos últimos muy utilizados en los equipos de impresión.

Figura 13. **Actuador mecánico**



Fuente: www.pnzcomatrans.com Consulta: octubre de 2015.

- Motores de AC: los motores de corriente alterna varían la velocidad en función de la frecuencia del voltaje de entrada. Tienen la gran ventaja de no necesitar fuentes de alimentación adicionales a la propia de la red eléctrica.
- Motores de DC: en los motores de corriente continua o directa, la variación del voltaje controla la velocidad del mismo. Son precisos y su accionamiento es rápido.
- Motores paso a paso: son elementos de muy alta precisión, por tanto se emplean como dispositivos de posicionamiento, en algunos casos se emplean en conjunto con servo válvulas que giran a un ángulo determinado a cada secuencia de impulsos.
- Actuador electro-mecánico (Servo-válvula): Son elementos conformados por válvulas en las cuales se controla la apertura mediante una señal eléctrica externa. Se emplean para realizar el control de caudales de líquidos o gases, siendo dispositivos fundamentales para la optimización

y el ahorro considerable de agua y gas. También suelen emplearse en los ductos de los sistemas de aire acondicionado. En una instalación automatizada se emplean con frecuencia las válvulas de control (también llamadas servo válvulas) y de corte (control de tipo activado/desactivado).

Figura 14. **Actuador electro mecánico (Servo – válvula)**



Fuente: www.innoversia.net. Consulta: octubre de 2015.

- Válvulas de corte: son válvulas utilizadas para realizar un control de paso o interrupción de un servicio (agua o gas). Actúan mediante un electroimán que desplaza una pieza móvil, permitiendo el cierre o el paso del fluido. Posee un tiempo de respuesta menor que las válvulas de control y su accionamiento puede activarse por medio de corriente alterna o directa.
- Válvulas de control: son válvulas de paso variable o proporcional, utilizadas en circuitos de calefacción por radiación de agua caliente. Tiene un tiempo de respuesta amplio (de 10 segundos

hasta 3 minutos) ya que son accionados por un motor de corriente alterna.

- Actuador Electro-mecánico (relés y contactores): son los elementos más empleados en Inmótica, ya que permiten conmutar circuitos de alta potencia empleando señales de baja potencia.
- Actuador acústico (sirena): son elementos de comunicación que se emplean en los sistemas de seguridad para advertir una alarma en alguna situación que represente un peligro o una situación de emergencia para las personas o para el entorno habitable. La instalación de las sirenas se puede realizar en exteriores e interiores, dependiendo del tipo de alerta que se requiera en el lugar. Cuando se instala en ambientes exteriores se acompaña de un elemento luminoso con una lámpara o un flash estroboscópico.

Figura 15. **Actuador acústico**



Fuente: www.innoversia.net. Consulta: octubre de 2015.

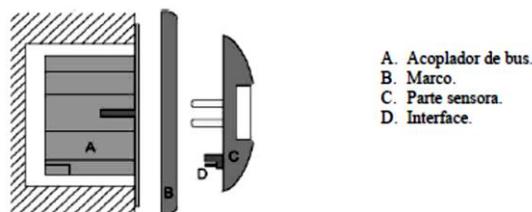
- Controlador: es el cerebro del proceso. Recibe las señales procedentes de sensores y dispositivos externos y las interpreta para decidir cuál o tal salida tiene que activar si es necesario. Allí es donde se encuentran los algoritmos y comandos escritos en algún lenguaje de programación para que pueda interactuar con el hardware del sistema, llevando a cabo la regulación de las órdenes en función de las necesidades del usuario.

2.3.2.3. Elementos del sistema

Existen diferentes elementos que se deben incorporar al sistema para su funcionamiento, a continuación, se describen:

- Acoplador de bus empotrable: Este dispositivo permite la conexión a la línea de bus para cierto grupo de sensores. Los demás aparatos ya cuentan con el acoplador de bus integrado.

Figura 16. **Acoplador de bus empotrable**



Fuente: elaboración propia.

- Controlador KNX para aire acondicionado: permite una interfaz de comunicación entre el sistema inmótico instalado en un edificio y el *split* de aire acondicionado para que éste quede completamente integrado en la instalación, haciéndose posible su control como un componente más de la red. Para realizar dicho interfaz se tuvieron en cuenta las siguientes premisas:
 - Características del producto:
 - Controlador de Sistemas de Aire acondicionado (*splits* y conductos), controla más de 250 modelos.

- Tamaño reducido: 45 x 45 x 14 mm. Apto para colocar en caja de mecanismos
- Gestión de funciones de máquinas de aire acondicionado (on/off, temperatura, modo velocidad del viento) de la mayoría de fabricantes.
- Incorpora un sensor de temperatura para detectar situaciones extremas.
- La unidad de acoplamiento al bus EIB/KNX va integrada.
- Posee salvado de datos total en caso de pérdida de alimentación.
- Conforme a las directivas CE.

Figura 17. **Controlador KNX**



Fuente: <http://zennio.com/products> consulta octubre 2015.

Receptor de superficie: este dispositivo sirve para poder integrar cualquier emisor del sistema de Control Vía Radio de JUNG en el bus KNX. Una vez asociados los distintos canales de los emisores de radio a la interface, se les asignan las correspondientes direcciones de grupo a través del ETS, de forma que cualquier emisor de radio puede activar cualquier actuador del sistema

KNX. Se trata de una comunicación unidireccional, no siendo posible activar receptores de radio desde un sensor de KNX.

- Pueden ser utilizados los siguientes emisores del sistema Vía Radio:
 - Mandos a distancia portátiles: Confort (48 KFH), Estándar (48 FH) y Mini (42 FH).
 - Teclados emisores para pared: 40 FW, 41 F, 42 F, 44 F
 - Emisor universal: FUS 22 UP
 - Multisensor: FMS 4 UP
 - Detector Vía Radio: FW 100 WW

Figura 18. **Receptor de superficie**



Fuente: www.jung.de Consulta: octubre de 2015.

- Mando a distancia: Al pulsar una de sus teclas, envía un telegrama vía radio. Este telegrama será recibido en principio por todos los componentes del sistema vía radio, pero solamente aceptado por aquellos que sean sus destinatarios.
Dispone de 3 grupos, cada uno de ellos con ocho canales. Es decir, se pueden controlar hasta 24 receptores con un solo mando. Dispone además de 2 botones específicos para control central.

Figura 19. **Mando a distancia**



Fuente: <http://www.jung.de/> Consulta: octubre de 2015.

El acoplador de línea hace posible la interconexión e intercambio de información entre las distintas líneas del bus KNX. Los acopladores de línea/área proporcionan una separación galvánica entre las diferentes líneas que conectan. Tanto la línea de jerarquía inferior como la de jerarquía superior se le conectan frontalmente mediante terminales de conexión, y ambas deben estar alimentadas de forma separada.

2.3.2.4. Elementos de visualización

Existen varios elementos de visualización entre los cuales está el Combridge MCG el cual se puede dividir en dos aparatos, uno como módulo EIB/KNX y otro como pasarela TCP/IP – EIB/KNX. Para que funcione como pasarela, es necesario la adquisición de un software adicional y que éste corra en un servidor.

- Como aparato EIB/KNX, el *Combridge* MCG contiene:
 - Interruptor horario semanal hasta 100 tareas y hasta 80 canales. Los valores de salida pueden ser binarios o valores, dependiendo del tipo de dato del objeto.

Alternativamente, las interrupciones pueden ejecutarse con:

- Ciertos eventos provocan que se ejecuten escenas o se almacenen en una variable interna del *Combridge*, cuando se cumple una condición determinada.
- Puertas lógicas. Se pueden definir funciones lógicas en el *Combridge*. Cada puerta lógica dispone de cuatro entradas. Cada entrada se puede invertir y pueden ser tanto objetos EIB/KNX como variables internas.
- Reloj Tiempo-Real. Es capaz de enviar la fecha y la hora al bus.
- Modo Info-Object. El *Combridge* MCG actúa como vínculo entre el EIB/KNX y una red IP.
- Interfaz de programación. Con la nueva versión del *firmware*, la 1.3, es capaz de actuar como programador Ethernet utilizando el protocolo EIBNet/IP (*tunneling*) El *Combridge* (todas sus variantes) es el único dispositivo capaz de mantener dos conexiones simultáneas.

- El *Combridge* MCG como pasarela necesita el *Combridge Studio Software*, el cual gestiona la comunicación a través de los servicios del *Combridge Studio Service Core*.
- La pantalla táctil ofrece un completo control de la iluminación, un avanzado control de la climatización, cualquier tipo de detección y un sofisticado control para persianas y cerramientos.
- Una pantalla táctil KNX a color de 5,7 pulgadas, para ofrecer un potente y atractivo interface gráfico de usuario. Representa el complemento ideal y necesario para el vanguardista y avanzado sistema KNX, simplificando el control de todas las funciones de iluminación, persianas, climatización y alarmas entre otras, y permitiendo controlar toda la instalación desde cualquier punto, de una forma cómoda, visual y sencilla.
- El control de esta pantalla se lleva a cabo mediante una superficie táctil TFT de 5,7 pulgadas y 4096 colores. Unas óptimas condiciones para mostrar textos con claridad, e imágenes con todo su brillo. Su tamaño permite insertar fotografías o dibujos de fondo, para simplificar su posterior utilización. También dispone de símbolos y diagramas adicionales. Existen 8 esquemas de colores a elegir. Para facilitar la navegación, el sistema permite definir hasta 50 pantallas estándar, a las cuales se puede acceder directamente con un botón virtual. Unas teclas de desplazamiento permiten navegar por los botones.
- Internamente dispone de gran cantidad de puertas lógicas, temporizadores y multiplexores, que permitirán realizar funciones complejas dentro del sistema KNX. También incorpora un programador

semanal de 16 canales, y una memoria para 24 escenas, con 32 posibles participantes.

- Se puede montar en horizontal o vertical, dependiendo de las preferencias del usuario. El aparato se monta en una caja de empotrar suministrada por JUNG, y se conecta directamente a la tensión de 230 V AC y al bus KNX. Una vez fijado a la caja, se le inserta el marco embellecedor, y ya está. Fácil de instalar. Existen tres variantes de marcos: Cristal, Aluminio y Acero. Un diseño distinguido que alberga la tecnología de vanguardia.

Figura 20. **Pantalla táctil**



Fuente: <http://zennio.com/products> Consulta: octubre de 2015.

2.4. Descripción de las funciones que se van a instalar en el proyecto

Una vez elegidos los fabricantes, se procede a decidir las funciones que se quieren para este proyecto y los dispositivos necesarios para las mismas.

2.4.1. Automatización de persianas

La automatización de las persianas se realiza mediante la utilización de pulsadores, que enviarán la señal de subir o bajar a un actuador de persianas, y éste a su vez debe poner en funcionamiento el motor que hará que la persiana se mueva. Además, escogiendo las opciones adecuadas, también se podrán accionar mediante teclados, mando a distancia, interruptor horario, otros.

La utilización de pulsadores resulta más económica que los conmutadores dedicados de persiana al tratarse de un elemento de uso común y menor costo, al mismo tiempo se consigue extraer mayor rendimiento a la central inmótica dado que el control resulta más elegante y funcional.

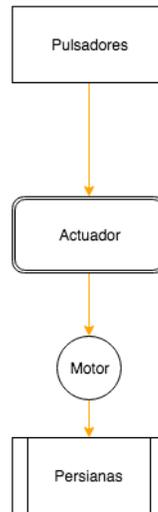
- **Etapa de potencia**

La etapa de potencia la realiza básicamente el Actuador KNX y el motor, el actuador funciona como un *switch* de potencia que permite activar o desactivar el motor de la persiana como sea requerido.

- **Control**

El control de la persiana se realiza por los pulsadores básicamente.

Figura 21. **Diagrama control de persianas con pulsadores y sensores**



Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Automatización de la iluminación

Para la automatización de la iluminación se cuenta con un modo automático, a través de sensores conectados a los actuadores, que hará básicamente que las luces se enciendan dependiendo de la luminosidad del ambiente exterior.

Esta funcionalidad impacta directamente en el ahorro energético, lo cual hoy en día es uno de los mayores temas de discusión a nivel mundial.

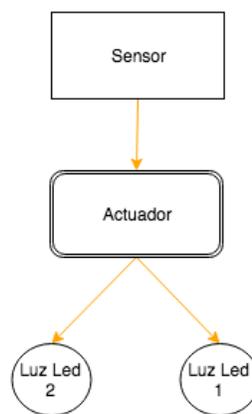
Para la realización de esta funcionalidad son básicos dos componentes:

- Sensores de luminosidad.
- Actuador de 2 salidas.

El funcionamiento es básico, se configura un nivel de luminosidad baja, un nivel de luminosidad media, con el cliente, el cual es medido por el sensor, si la luminosidad es mayor que el punto configurado se ponen en estado activo las dos salidas del actuador encendiendo de esta manera 2 luces, si el nivel de luminosidad está por arriba del configurado como bajo, pero abajo del configurado como medio, se enciende únicamente una luz, y si sobrepasa el configurado como medio, se apagan ambas luces.

Mientras más sensores y luces se tengan en la oficina mejor será la percepción de luminosidad correcta por zonas.

Figura 22. **Diagrama de encendido y apagado de lámparas**



Fuente: elaboración propia.

2.4.3. **Automatización de la climatización**

En Guatemala los cambios en la temperatura no son tan abruptos para necesitar de alguna manera este tipo de sistemas, sin embargo, en regiones más frías en el occidente del país dicho este tipo de soluciones pueden funcionar en alguna época determinada del año, el sistema básicamente se dedicada a mantener la habitación a una temperatura deseada “Calentando” el

lugar. Para el desarrollo de esta función se podría contar con un comportamiento manual, por medio de termostatos para la activación de la calefacción por suelo radiante.

Este sistema podría estar dotado de un modo automático de horario de forma que permitirá el correcto funcionamiento de la climatización sin que nadie se tenga que hacerse cargo de ello, estableciendo horarios para el *ON/OFF* y una temperatura de consigna asignada.

2.4.4. Automatización del aire acondicionado

Para la ejecución de dicha función el sistema deberá ser básico para ofrecer el mayor valor al cliente, y reducir los costos.

Se utilizará un sensor de temperatura, el cual estará directamente conectado al sistema de aire acondicionado y controlará la temperatura con base a la temperatura del ambiente.

Este tipo de sistemas son más útiles en zonas de más calor como el sur del país, y en algunas oficinas de la ciudad capital.

2.4.5. Automatización de la seguridad y alarma

Esta es una parte de la inmótica que suscita un mayor interés. Para ello, el sistema tiene un gran abanico de posibilidades. El proyecto se va a dotar de, sensores de movimiento en las zonas principales de paso, sensores de humo, sensores de humedad en los baños (riesgos de intrusión, incendio, gas e inundación). Todo ello irá conectado al sistema de alarmas, el cual gestionará y

avisará al cliente de cualquier incidente. Para lo cual se puede utilizar el siguiente equipo.

- Detector de movimiento 180° 2,20m
- Acoplador al bus empotrable
- Detector óptico de humo a 12 V
- Detector de gas 12 V
- Central de alarma

Figura 23. **Detector de movimiento**



Fuente: www.twenga.es. Consulta: octubre de 2015.

Figura 24. **Detector de gas**



Fuente: www.twenga.es. Consulta: octubre de 2015.

2.4.6. Uso de escenas

Con el objetivo de brindar mayor confort a los trabajadores de una empresa que cuenta con un sistema inmótico se pueden agregar al sistema controladores de Escenas, lo cual permite recrear distintas escenas de comportamiento automatizado del inmueble con tan solo presionar un botón, dichas escenas pueden ir desde una luz tenue, hasta una modalidad predeterminada de patrones de encendido de luces.

Para ello se han encontrado los siguientes productos:

- Controlador de estancia de 4 fases
- Actuador dimmer universal 210 W 4 canales

Figura 25. **Controlador de estancia**



Fuente: www.jungiberica.es. Consulta: octubre de 2015.

Figura 26. **Actuador de cuatro canales**



Fuente: www.domotiknx.com. Consulta: octubre de 2015.

2.4.7. Automatización por medio de radiofrecuencia

En la actualidad se está implantando cada vez más este tipo de vía en la inmótica. Ejerce un papel importante en la comodidad del cliente, ya que con un mando o cualquier dispositivo que emita por radiofrecuencia que permita ejecutar cualquier tipo de acción: ON/OFF, regulación, escenas, control del aire acondicionado.

Para el uso de la radiofrecuencia se han incluido en el proyecto los siguientes dispositivos:

- Receptor RF de superficie
- Mando a distancia RF

2.4.8. Automatización horaria

Independientemente de que se pueda automatizar los termostatos para la climatización se debe de contar con un aparato con el que se podrá realizar multitud de gestiones ya que incluye funciones como interruptor horario, módulo lógico, generación de eventos

2.4.9. Visualización

Utilidad fundamental para el inmueble es la visualización de todo lo que ocurre mediante una pantalla táctil. Esto brinda la posibilidad de llevar un control y gestión.

3. PRESUPUESTO

La variedad de equipos y funciones que pueden acoplarse a un sistema inmótico es incontable, como un análisis general de un proyecto ejemplo básico, se presenta un presupuesto aproximado de equipos necesarios para cumplir con los requerimientos mínimos de un cliente.

Dicho presupuesto se detalla con precio aproximado en moneda Nacional, y posterior a la importación requerida del equipo al país.

No se entra a detalle en el proceso de importación e impuestos, por ser variable anualmente dependiendo del enfoque legal.

3.1. Presupuesto por funciones

Se presenta el presupuesto por funciones para el estudio del proyecto.

Tabla III. Presupuesto por funciones

AUTOMATIZACIÓN DE PERSINAS			
Producto	Cantidad	Precio Unidad	Precio total
Modulo Universal 2 Fases	1	GTQ1,301.62	GTQ1,301.62
Controlador de Estancia de 4 Fases	1	GTQ3,249.74	GTQ3,249.74
Actuador de Persianas de 4 Canales	1	GTQ2,560.14	GTQ2,560.14
	Subtotal		GTQ7,111.50
AUTOMATIZACIÓN DE ILUMINACIÓN			
Producto	Cantidad	Precio Unidad	Precio total
Modulo Universal de 4 Fases	4	GTQ1,499.88	GTQ5,999.52
Sensor de Luminosidad	15	GTQ965.44	GTQ14,481.60
Controlador de Estancia de 4 Fases	2	GTQ2,560.14	GTQ5,120.28
Actuador de 8 salidas	2	GTQ3,801.42	GTQ7,602.84
	Subtotal		GTQ33,204.24
AUTOMATIZACIÓN DE CLIMATIZACIÓN			
Producto	Cantidad	Precio Unidad	Precio total
Controlador de Estancia de 4 fases	1	GTQ2,560.14	GTQ2,560.14
Actuador Electrónico de Clima 6 Canales	1	GTQ2,163.62	GTQ2,163.62
	Subtotal		GTQ4,723.76
AUTOMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO			
Producto	Cantidad	Precio Unidad	Precio total
Controlador de Estancia de 4 fases	1	GTQ2,560.14	GTQ2,560.14
Controlador Zennio KNX	1	GTQ1,449.88	GTQ1,449.88
Mando RF	1	GTQ637.88	GTQ637.88
	Subtotal		GTQ4,647.90

Continuación tabla III.

AUTOMATIZACIÓN DE SEGURIDAD Y ALARMAS			
Producto	Cantidad	Precio Unidad	Precio total
Detector de Movimiento 180 Grados	10	GTQ715.46	GTQ7,154.60
Detector Óptico de humo	10	GTQ439.62	GTQ4,396.20
Detector de Gas	1	GTQ534.44	GTQ534.44
Detector de inundación	2	GTQ396.52	GTQ793.04
Sonda de Agua	2	GTQ74.99	GTQ149.99
Central de alarmas	1	GTQ5,689.20	GTQ5,689.20
Actuador de 8 salidas	1	GTQ3,801.42	GTQ3,801.42
	Subtotal		GTQ22,518.89
ESCENAS AUTOMÁTICAS			
Producto	Cantidad	Precio Unidad	Precio total
Controlador de Estancia de 4 fases	1	GTQ2,560.14	GTQ2,560.14
Actuador de 8 salidas	1	GTQ3,801.42	GTQ3,801.42
	Subtotal		GTQ6,361.56
AUTOMATIZACIÓN POR MEDIO DE RADIOFRECUENCIA			
Producto	Cantidad	Precio Unidad	Precio total
Receptor Rf de Superficie	1	GTQ4,706.52	GTQ4,706.52
Mando RF	1	GTQ646.50	GTQ646.50
	Subtotal		GTQ5,353.02
AUTOMATIZACIÓN HORARIA			
Producto	Cantidad	Precio Unidad	Precio total
Pasarela <i>Combridge</i>	2	GTQ5,387.50	GTQ10,775.00
	Subtotal		GTQ10,775.00

Continuación tabla III.

VISUALIZACIÓN			
Producto	Cantidad	Precio Unidad	Precio total
Pantalla Táctil KNX	1	GTQ11,826.64	GTQ11,826.64
	Subtotal		GTQ11,826.64

TOTAL	GTQ106,522.51
--------------	----------------------

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La inmótica es una de las principales ramas de la electrónica del siglo XXI, debido al crecimiento acelerado de la tecnología a nivel mundial. Para la realización de un proyecto inmótico es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos: necesidades del cliente, costo de los equipos, capacidades de los equipos en cuanto a la aplicación deseada por el cliente tanto en protocolos de comunicación como en funcionalidades, las principales necesidades de automatización en Guatemala son: Seguridad, Iluminación, ahorro energético y confort.
2. Al enfocar desde el punto de vista del ingeniero electrónico el proyecto inmótico, se comprueba la necesidad de negociación y empatía con el cliente final, conocimiento de electrónica capacidades y funcionalidades de los equipos a instalar, ya que los aspectos técnicos del mismo son directamente proporcionales a los requerimientos interpretados por parte del ingeniero del proyecto, si falla el proceso de comunicación entre ambas partes el proyecto no cumplirá su objetivo y no será rentable. Debido a su alto costo de implementación, es necesario satisfacer al 100% todas las necesidades y requerimientos del cliente.
3. Un proyecto inmótico es viable desde el punto de vista de una aplicación real de la ingeniería electrónica y es una de las ramas con mayor crecimiento y oportunidad en la actualidad, al enlazar la tecnología digital con el mundo real y el ahorro energético, seguridad y confort utilizando para ello conceptos en su mayoría de ingeniería electrónica Digital.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una entrevista detallada y completa con el cliente del proyecto para conocer todos sus requerimientos y expectativas. Documentar dicha entrevista y validar las capacidades del equipo antes de comprometerse a cumplir con todo lo solicitado
2. Aplicar el testeado individual para los elementos que forman parte del sistema de control, a fin de identificar posibles desperfectos físicos o de programación, previo a la iniciación de trabajos en obra civil.
3. En Guatemala no existe una normativa que regule las instalaciones electrónicas en su totalidad, situación que debe ser resuelta creando o asignando a un ente competente la ejecución de las mismas. Para poder otorgar a todos los actuadores de la industria una regulación óptima y que pueda proteger las empresas en vías de desarrollo de la malversación de fondos y la optimización de recursos. Además de permitir la importación de los equipos de forma más ordenada y sistemática, lo que abarataría el costo de los mismo.
4. Es necesario que los nuevos profesionales egresados de la Facultad de Ingeniería, adquieran con los conocimientos básicos teóricos y prácticos relacionados con la automatización de las instalaciones de edificios, ya que esta área es una de las principales fuentes de ingresos para ingenieros electrónicos en el mundo. Es necesario incorporar al pensum de estudios de ingeniería electrónica cursos y laboratorios relativos a la automatización de edificios y campus.

BIBLIOGRAFÍA

1. TERPLAN, K. *Communications Network Management*. 2a ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991. 656p.
2. ESQUERRA PIZÁ, Pere. *Dispositivos y sistemas para el ahorro de energía*. 1a ed. Cataluña: Marcombo, 1988. 160p.
3. RUBIO, Alberto; MARTÍNEZ David. *Domótica - KNX y LonWorks*. 2009, [en línea]. <<https://es.slideshare.net/kendersec/domotica-presentation>>. [Consulta: octubre, 2015].
4. HUIDOBRO MOYA, José Manuel; MILÁN Ramón. *Domótica. Edificios Inteligentes*. 1a ed. Madrid: Creaciones, 2004. 359p.
5. JUNESTRANG, Stefan; PASSARET, Xavier; VAZQUEZ Daniel. *Domótica y Hogar Digital*. 1a ed. España: Paraninfo, 2004. 248.
6. ROMERO, Cristóbal; VÁZQUEZ, Francisco; DE CASTRO, Carlos. *Domótica e Inmótica. Viviendas y edificios inteligentes*. 3a ed. España: Ra-Ma. 2010. 483p.
7. MOLINA, Leopoldo. *Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios*. 1a ed. España: Mc GrawHill. 2005. 312p.

8. FREIJÓ, Jesús. *Instalación eléctrica y electrónica integral en edificios inteligentes*. 1a ed. España: Universidad de Valladolid, 1991. 344p.

9. DÍAZ OLIVARES, José Carlos. *La ingeniería en edificios de alta tecnología*. 1a ed. España: McGraw Hill. 1999. 248p.

ANEXO

Anexo 1. **Bus de instalación europeo**

El Bus de Instalación Europeo (EIB o EIBus) es un sistema de automatización basado en un Bus de datos.

A diferencia de X10, que utiliza la red eléctrica, y otros sistemas actuales por RF, el EIB utiliza su propio cableado, con lo cual se ha de proceder a instalar las conducciones adecuadas en el hogar y para el sistema.

El EIB, a través de pasarelas, puede ser utilizado en sistemas inalámbricos como los infrarrojos, radiofrecuencia o incluso empaquetado para enviar información por internet u otra redTCP/IP.

Originariamente conocido por Instabus, ingeniería de donde salieron los primeros esbozos, está abrazado por un conjunto de empresas (en su mayoría alemanas) y lleva más de 20 años en el mercado de la automatización penetrando lentamente en un mercado reticente como es la construcción, a pesar de que, es un sistema muy robusto y fiable.

Desde 1999 laKNX Association ha fusionado este bus con otros dos existentes en el mercado Europeo(BatiBUS y EHS), dando lugar aKNX que se establece como una alternativa de automatización.

EIB.TP: sobre par trenzado a 9600 bps. Además por estos dos hilos se suministra 24 Vdc para la telealimentación de los dispositivos EIB. Usa la

Continuación Anexo 1.

técnica CSMA con arbitraje positivo del bus que evita las colisiones evitando así los reintentos y maximizando el ancho de banda disponible.

EIB.PL: Corrientes portadoras sobre 230 Vac/50 Hz (powerline) a 1200/2400 bps. Usa la modulación SFSK (Spread Frequency Shift Keying) similar a la FSK pero con las portadoras más separadas. La distancia máxima que se puede lograr sin repetidor es de 600 metros.

EIB.net: usando el estándar Ethernet a 10 Mbps (IEC 802-2). Sirve de backbone entre segmentos EIB además de permitir la transferencia de telegramas EIB a través del protocolo IP a viviendas o edificios remotos.

EIB.RF: Radiofrecuencia: usando varias portadoras, se consiguen distancias de hasta 300 metros en campo abierto. Para mayores distancias o edificios con múltiples estancias se pueden usar repetidores.

EIB.IR: Infrarrojo: para el uso con mandos a distancia en salas o salones donde se pretenda controlar los dispositivos EIB instalados. En la práctica, sólo el par trenzado ha conseguido una implantación masiva mientras que los demás apenas han conseguido una presencia testimonial.

Existe una asociación de empresas con sede en Bruselas denominada EIBA (European Installation Bus Association) que están dedicadas a las instalaciones eléctricas que intentan impulsar el desarrollo de las técnicas aplicadas a la gestión y automatización de edificios y que ofrecen en el mercado un sistema de alta fiabilidad y rendimiento.

Continuación Anexo 1.

EL objetivo principal del EIBA es establecer en el mercado un estándar que se ofrezca como un sistema normalizado con productos compatibles que tengan un sello de calidad común.

La marca registrada de dicha sociedad (EIBA) es el "EIB", cuyo logotipo ofrece las mismas garantías de una verdadera marca de calidad. El EIB es apropiado para ser instalado en oficinas, escuelas, hoteles, polideportivos, grandes superficies, viviendas, etc.

Posee una única línea de bus, mediante la cual se realizan todas las funciones de control y de gestión sin tener que depender de un nodo central.

Normalización-garantía de futuro

El objetivo de la EIBA es crear un estándar para todos los productos provenientes de los más diversos fabricantes; siendo este estándar la garantía de la compatibilidad e interoperabilidad de multitud de productos diferentes; contribuyendo a esto último la CENELEC TC 205 que ha normalizado la EIB en la EN 50 090, y la CEN TC 247 que ha estandarizado al EIB con la ENV 13154-2 como protocolo para el área. La EIBnet forma parte del estándar de carácter internacional ENV 13321-2 de la CEN TC 247. También en los Estados Unidos de América la EIB ha sido incorporada en el estándar de la EIA 776(Electronic Industry Asociation) e incluso en la ANSI (American National Standars Institute).

Apoyo de software por parte de empresas

Continuación Anexo 1.

Con la finalidad de conectar distintos aparatos y sistemas a todos los servicios ofertados la EIBA trata de definir una Residencial Gateway universal.

Empresas tales como Microsoft e IBM/Sun Microsystems; el grupo de trabajo de este último es OSGI (Open Services Gateway Initiative), por otro lado la Microsoft-Initiative es el fórum UPnP (Universal Plug and Play).

La EIBA y las empresas miembro de la EIBA trabajan con los dos grupos antes mencionados.

Es Adaptable

Si se realizan obras en el edificio tanto de modificación como de ampliación y donde antes por ejemplo teníamos el control del aire acondicionado, ahora necesitamos gestionar la luminosidad, no se requiere de la modificación del cableado pues todo está conectado a la línea única de bus. Lo que tendríamos que modificar son los dispositivos conectados o reprogramar los existentes, sensores y actuadores.

Reduce los costes de mantenimiento

Si hay que reemplazar cualquier dispositivo o poner otro de mejores características lo único que necesitamos es acoplar el nuevo dispositivo y no se ven afectadas en ninguna medida los otros elementos conectados al bus. Esto implica que no se necesita detener el funcionamiento del sistema para realizar las tareas implicadas en el proceso de mantenimiento, por lo que se consigue un ahorro de costes.

Continuación Anexo 1.

Transferencia de datos

Si queremos que los dispositivos se comuniquen entre si deben conocer como localizarse y utilizar la misma semántica. Debemos usar un protocolo de comunicación que puedan entender todos y cada uno de los dispositivos. EIB soluciona este problema definiendo el estándar EIS (EIB Interworking Standard).

Se disponen de distintos tipos de datos para la gestión de cada dispositivo. El nombre es un identificador del tipo de dato, sin embargo, esto no significa que esté limitado a esta función sino que, si tenemos, por ejemplo, el tipo de datos 2 (EIS type 2) que se encarga de la regulación de la iluminación también puede ser utilizado para el control de ventiladores. La interpretación es la siguiente, más flujo menos flujo es lo mismo que más luminoso más oscuro.

EIB Topología

Es importante mencionar que el sistema EIB realiza la transmisión de señales por medio de un cable Bus, el cual constituye medio de comunicación para todos los componentes del sistema que tienen la posibilidad de intercambiar datos e información. Al ser como hemos dicho antes a través de un cable Bus consigue bastante facilidad en la instalación del cableado y también consigue una reducción importante, en la cantidad de conductores que se utilizan en la instalación eléctrica. Cabe destacar que el sistema EIB por sus posibilidades encuentra su máxima utilidad en viviendas y edificios, ya que permite controlar todas las funciones, tanto de una manera descentralizada

Continuación Anexo 1.

como centralizada. La siguiente gráfica, sin entrar en detalles, nos dará una idea general de cómo es una instalación domótica con EIB:

La Transmisión de la información

La transmisión de la información por parte del sistema EIB se realiza a través de telegramas de manera que cuando se produce una acción (ejemplo: detectar presencia de humo), el mecanismo correspondiente envía un telegrama al bus, pudiendo ocurrir los siguientes supuestos: Si el bus no está ocupado, comienza el proceso de emisión. Una vez emitido el telegrama, el mecanismo comprueba si la recepción es correcta, y todos los mecanismos a los que va dirigido, envían simultáneamente un acuse de recibo. Si la recepción del telegrama es incorrecta, el envío se vuelve a repetir; esto se puede dar hasta tres veces. Si el telegrama manda un mensaje diciendo que el bus está ocupado, el producto que envía el telegrama espera durante un momento y lo transmite de nuevo. Si el mecanismo que envía el telegrama no recibe acceso al bus, interrumpe su transmisión.

Los acopladores de líneas/zonas de los que constan los sistemas EIB pueden bloquear los telegramas, que sólo son necesarios dentro de la línea o de la zona con lo que descongestionamos la red de manera notable aumentando el tiempo en que la línea está desocupada y también se consigue que la comunicación resulte posible en varias líneas y zonas al mismo tiempo.

En cuanto a la velocidad de transferencia, la máxima es de 9.600 bits por segundo, lo cual significa entre 40 a 50 telegramas por segundo. Para conseguir que esta velocidad de transferencia sea lo más alta posible al mismo

Continuación Anexo 1.

tiempo que aumentamos la seguridad, se utiliza el proceso de acceso al bus CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*). Gracias a este procedimiento, en el envío simultáneo de varios actuadores y sensores, no se pierde ningún telegrama y éste se utiliza con la máxima prioridad.

Fuente: www.kuneibus.ge . *Consulta octubre 2015*

