



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL**  
**Y REDES INDUSTRIALES**

**“ESTUDIO DE APLICABILIDAD DE SISTEMAS DOMÓTICOS  
ORIENTADOS A URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa la obtención del título de**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

**Presentado por**

**DIEGO DAVID GUACHO RIVERA**

**LUIS FELIPE MUÑOZ BRAVO**

**RIOBAMBA-ECUADOR**  
**2014**



Por permitir que mi vida continúe cada día,  
por acompañarme siempre, por no dejarme  
caer ante ninguna adversidad, por  
bendecirme. Por brindarme su apoyo  
incondicional, por darme su entera  
confianza. Por ser mí ejemplo de lucha y  
estar a mi lado. Por apoyarme en cada paso,  
por darme fuerzas para continuar, por estar a  
mi lado siempre, por su amor. Por brindarme  
su conocimiento. Por hacer de los días en la  
poli más llevaderos.

A Dios,  
A mis Padres,  
A mi Hermana,  
A mi Amor,  
A mis Maestros,  
Y por qué no, a mis amigos.

**Dhiego**

A mis padres quienes supieron aconsejarme en el transcurso de mi carrera, mis hermanos que me dieron palabras de aliento, a los docentes los que formaron mi vida profesional en especial al maestro y amigo Ing. Paul Romero quien supo guiar este trabajo final, a mi amigo y compañero de tesis Diego Guacho quien fue la persona que lideró y animó este trabajo persistiendo en momentos de dudas e incertidumbres para no decaer, a mis amigos en general quienes me hicieron sentir parte de una familia ya que la mía la tenía lejos. A la ESPOCH quien supo recompensarme por los logros obtenidos en el transcurso de la carrera y que enriquecieron mi vida con experiencias.

**Luis Felipe Muñoz Bravo**

Este trabajo de tesis se la dedico a mi papá Luis Muñoz el cual con su ejemplo de vida nos supo transmitir su experiencia y que “la lucha es el trabajo que da frutos gratificantes”, a mi madre Marleny Bravo quien comprendía y sabía mi estado de ánimo, a mi abuelita Santa quien fue la persona quien supo consentirme desde pequeño, a mis hermanos y mi familia por su apoyo incondicional.

**Luis Felipe Muñoz Bravo**

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Gonzalo Samaniego, PhD  
**DECANO DE LA FACULTAD  
DE INFORMÁTICA Y  
ELECTRÓNICA**

.....

Ing. Msc. Alberto Arellano.  
**DIR. ESC. ING. ELECTRÓNICA  
CONTROL Y  
REDES INDUSTRIALES**

.....

Ing. Msc. Paul Romero  
**DIRECTOR DE TESIS**

.....

Ing. Byron Casignia  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

**DIRECTOR DPTO.  
DOCUMENTACIÓN**

.....

**NOTA DE LA TESIS**

.....

## **DERECHOS DE AUTOR**

“Nosotros, **DIEGO DAVID GUACHO RIVERA** y **LUIS FELIPE MUÑOZ BRAVO** somos responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”

.....

**Diego David Guacho Rivera**

.....

**Luis Felipe Muñoz Bravo**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>AC</b>	Corriente alterna.
<b>BUS</b>	Bus Serial Universal
<b>CPU</b>	Unidad de Control de Proceso. Interpreta las instrucciones que se dan en un sistema computarizado, así como, envía las órdenes oportunas después de dicha interpretación al resto de las unidades pertenecientes al sistema.
<b>DC</b>	Corriente continua.
<b>EIBA</b>	Asociación de la Instalación Bus Europeo.
<b>KNX/EIB</b>	KONEX Instalación del Bus Europeo.
<b>LED</b>	Es un diodo luminoso. Sirven de indicadores de estado en los aparatos.
<b>EIB</b>	Instalación del Bus Europeo.

# ÍNDICE GENERAL

**PORTADA**

**AGRADECIMIENTO**

**DEDICATORIA**

**FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA**

**RESPONSABILIDAD DEL AUTOR**

**ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**INTRODUCCIÓN**

## **CAPÍTULO I**

<b>MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>20</b>
1 GENERALIDADES .....	20
1.1 ANTECEDENTES .....	20
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	22
1.3 OBJETIVOS .....	22
1.3.1 GENERAL .....	22
1.3.2 ESPECÍFICOS .....	23
1.4 HIPÓTESIS .....	23

## **CAPÍTULO II**

<b>DOMÓTICA Y SISTEMAS DOMÓTICOS.....</b>	<b>24</b>
2 DOMÓTICA.....	24
2.1 HISTORIA DE LA DOMÓTICA .....	24

2.1.1	EVOLUCIÓN HISTORICA DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS .....	24
2.2	¿QUE ES LA DOMÓTICA?.....	25
2.3	¿QUE ES UN SISTEMA DOMÓTICO? .....	25
2.4	¿QUE ES INMÓTICA?.....	26
2.5	CARACTERÍSTICAS DE LA DOMÓTICA .....	27
2.6	OBJETIVO DE LA DOMÓTICA.....	28
2.7	GESTIÓN DE LA DOMÓTICA.....	28
2.7.1	GESTIÓN DE ENERGIA .....	29
2.7.2	GESTIÓN DEL CONFORT.....	30
2.7.3	GESTIÓN DE SEGURIDAD.....	30
2.7.4	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN .....	31
2.7.5	GESTIÓN DE ENTRETENIMIENTO .....	31
2.8	VISIÓN DE LA DOMÓTICA DE ACUERDO AL DESARROLLO MUNDIAL .....	32
2.8.1	VISIÓN AMERICANA .....	32
2.8.2	VISIÓN JAPONESA.....	33
2.8.3	VISIÓN EUROPEA .....	33
2.9	ELEMENTOS DE UN SISTEMA DOMÓTICO.....	34
2.9.1	SENSORES .....	34
2.9.2	CONTROLADORES .....	40
2.9.3	TRANSMISORES.....	40
2.9.4	ACTUADORES .....	41
2.9.5	PASARELA DE COMUNICACIÓN.....	44
2.10	CLASIFICACIÓN TÉCNICA .....	44
2.10.1	TOPOLOGÍAS DE LA RED .....	44
2.10.2	TIPOS DE ARQUITECTURAS .....	46
2.10.3	MEDIOS DE INTERCONEXIÓN.....	46
2.11	PROTOCOLOS .....	49
2.11.1	X10.....	50
2.11.2	KNX/EIB .....	50
2.11.3	ZIGBEE.....	51
2.12	NORMATIVA DOMÓTICA .....	51
2.12.1	NORMA Y ESPECIFICACIÓN .....	51
2.13	SISTEMAS DOMÓTICOS EN EL ECUADOR. ....	52

2.13.1	DESARROLLO Y SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS EN AL PAÍS .....	52
2.13.2	SISTEMAS DOMÓTICOS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA .....	53
2.14	¿QUÉ ES UNA URBANIZACIÓN?.....	53
2.15	SITUACIÓN DE LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.....	54
2.16	PROBLEMAS CON LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DOMÓTICOS EN LOS HOGARES DE LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.....	54

### **CAPÍTULO III**

#### **ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROTOCOLOS ..... 57**

3	ANÁLISIS DEL ESCENARIO Y SELECCIÓN DE PROTOCOLOS.....	57
3.1	PROTOCOLO X10 .....	58
3.1.1	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	58
3.1.2	TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL .....	58
3.1.3	TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	60
3.1.4	PROTOCOLO EXTENDIDO X10 .....	62
3.1.5	FUNCIONAMIENTO DEL PROTOCOLO .....	63
3.1.6	COMPONENTES DEL SISTEMA X10.....	64
3.1.7	TIPOLOGÍA DE DISPOSITIVOS X10.....	66
3.1.8	FILTROS Y ACOPLADORES .....	68
3.1.9	ESTRUCTURA DEL SISTEMA X10 .....	69
3.1.10	CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO X10 .....	70
3.1.11	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN.....	71
3.2	PROTOCOLO KNX/EIB .....	71
3.2.1	ORIGEN DEL PROTOCOLO KNK/EIB .....	72
3.2.2	MEDIOS DE TRANSMISIÓN DEL PROTOCOLO KNX/EIB .....	73
3.2.3	ESTRUCTURA FÍSICA DEL SISTEMA KNX/EIB .....	75
3.2.4	ESTRUCTURA LÓGICA DEL SISTEMA KNX/EIB.....	76
3.2.5	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	80
3.2.6	TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL KNX/EIB .....	81
3.2.7	TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	84
3.2.8	ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA .....	89

3.2.9	CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO KNX/EIB.....	96
3.2.10	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN.....	96
3.3	PROTOCOLO ZIGBEE.....	97
3.3.1	ORIGEN DEL PROTOCOLO ZIGBEE.....	97
3.3.2	VISIÓN GENERAL DEL PROTOCOLO ZIGBEE.....	98
3.3.3	IEEE 802.15.4.....	99
3.3.4	ADICIÓN DEL MODELO ZIGBEE.....	106
3.3.5	CAPA DE RED ZIGBEE.....	107
3.3.6	CAPA DE APLICACIÓN ZIGBEE.....	108
3.3.7	TIPOS DE DISPOSITIVOS.....	108
3.3.8	FUNCIONALIDAD.....	108
3.3.9	TOPOLOGÍA.....	109
3.3.10	TIPOS DE TRÁFICO DE DATOS.....	112
3.3.11	TIPOS DE CONEXIÓN DE LOS DISPOSITIVOS.....	112
3.3.12	DISPOSITIVOS ZIGBEE.....	115
3.3.13	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN.....	116
3.4	ANÁLISIS COMPARATIVO.....	116
3.4.1	ANÁLISIS TÉCNICO.....	117
3.4.2	ANÁLISIS DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL USUARIO.....	119

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO PROPOSITIVO..... 120**

4	SELECCIÓN DEL PROTOCOLO Y DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN DOMÓTICA.....	120
4.1	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	120
4.2	SELECCIÓN DEL PROTOCOLO IDÓNEO.....	121
4.3	NORMATIVAS.....	124
4.3.1	NORMATIVA DOMÓTICA EN EL ECUADOR.....	124
4.4	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	127

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ..... 130**

5	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	130
5.1	TABULACIÓN DE LOS DATOS.....	131

5.2 ENCUESTA DIRIGIDA A LOS HABITANTES Y ADMINISTRADORES DE LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA. ....	131
5.2 ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS .....	142
5.2.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	142
5.2.2 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	144

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **RESUMEN**

## **SUMMARY**

## **ANEXOS**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## ÍNDICE FIGURAS

Figura II 1: Tipos de sensores .....	35
Figura II 2 Sensor Crepuscular .....	36
Figura II 3 Sensor de Presencia (PIR) .....	36
Figura II 4 Sensor de Detección Magnética .....	37
Figura II 5 Sensor de Humo .....	38
Figura II 6 Detector de Inundaciones .....	39
Figura II 7 Sensor de Temperatura .....	39
Figura II 8 Controlador Lógico Programable PLC.....	40
Figura II 9 Relé.....	41
Figura II 10 Motor de Persiana.....	42
Figura II 11 Tipos de Luminarias .....	42
Figura II 12 Electroválvula.....	43
Figura II 13 Cerradura Eléctrica.....	43
Figura II 14 Tipos de Topologías de Red .....	44
Figura II 15 Protocolos de Comunicación.....	50
Figura III 16 Principio de transmisión por corrientes portadoras.....	59
Figura III 17 Trama estándar X10 .....	60
Figura III 18 Ciclos de la trama de transmisión del protocolo X10 .....	61
Figura III 19 Trama de bits X10.....	61
Figura III 20 Sensor de presencia X10 .....	64
Figura III 21 Controlador telefónico X10.....	65
Figura III 22 Modulo Actuador X10 .....	66
Figura III 23 Logotipo Transmisor X10 .....	66
Figura III 24 Logotipo Receptor X10.....	67
Figura III 25 Logotipo Bidireccional.....	67
Figura III 26 Logotipo Inalámbrico.....	68
Figura III 27 Filtro/Acoplador.....	68
Figura III 28 Instalación del Filtro/acoplador. ....	69
Figura III 29 Estructura del sistema X10.....	70
Figura III 30 Logotipo KNX .....	73
Figura III 31 Disposición en línea .....	77

Figura III 32 Disposición en Árbol .....	78
Figura III 33 Distribución en estrella. ....	78
Figura III 34 Estructura de KNX, Líneas y Áreas.....	79
Figura III 35 Sistema Total.....	80
Figura III 36 Secuencia del envío de telegramas KNX/EIB. ....	82
Figura III 37 Estructura Básica de un Telegrama.....	83
Figura III 38 Esquema de Asignación de Direcciones .....	85
Figura III 39 Direcciones asignadas al esquema .....	86
Figura III 40 Definición de un Grupo.....	88
Figura III 41 Fuente de Alimentación .....	90
Figura III 42 Acoplador KNX .....	90
Figura III 43 Unidad de Acoplamiento al Bus. ....	91
Figura III 44 Interfaz Física Externa. ....	92
Figura III 45 Capas Modelo OSI y IEEE 802.15.4 .....	100
Figura III 46 Canales del IEEE 802.15.4 .....	102
Figura III 47 Red tipo estrella y peer to peer.....	105
Figura III 48 Capas añadidas por zigbee .....	106
Figura III 49 Zigbee e IEEE 802.15.4 .....	107
Figura III 50 Topología en Estrella .....	110
Figura III 51 Topología en Malla .....	110
Figura III 52 Topología Punto a Punto.....	111
Figura III 53 Topología en Árbol .....	111
Figura III 54 Dispositivos Zigbee.....	115
Figura III 55 Dispositivos Xbee. ....	116
Figura IV 56 Distribución de los ambientes de la casa modelo .....	128
Figura V 57 Gráfico de Pastel. Pregunta 1 .....	131
Figura V 58 Gráfico de Pastel. Pregunta 2 .....	132
Figura V 59 Gráfico de Pastel. Pregunta 3 .....	133
Figura V 60 Gráfico de Pastel. Pregunta 4 .....	134
Figura V 61 Gráfico de Pastel. Pregunta 5 .....	136
Figura V 62 Gráfico de Pastel. Pregunta 6 .....	137
Figura V 63 Gráfico de Pastel. Pregunta 7 .....	138
Figura V 64 Gráfico de Pastel. Pregunta 8 .....	139
Figura V 65 Gráfico de Pastel. Pregunta 9 .....	140

Figura V 66 Gráfico de Pastel. Pregunta 10 .....	141
--------------------------------------------------	-----

## ÍNDICE TABLAS

Tabla III I Códigos Binarios del Protocolo X10.....	62
Tabla III II Código Extendido del Sistema X10.....	63
Tabla III III Areas de aplicación para los medios físicos KNX .....	75
Tabla III IV Componentes de una dirección. ....	85
Tabla III V Asignación de Parámetros .....	86
Tabla III VI Tipos de IFE.....	92
Tabla III VII Características IEEE 802.15.4 .....	100
Tabla III VIII Parámetros de modulación IEEE 802.15.4.....	103
Tabla III IX Comparativa Técnica de Protocolos.....	118
Tabla III X Comparativa desde el punto de vista del usuario. ....	119
Tabla V XI Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 1 .....	131
Tabla V XII Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 2.....	132
Tabla V XIII Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 3.....	133
Tabla V XIV Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 4 .....	134
Tabla V XV Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 5.....	135
Tabla V XVI Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 6 .....	137
Tabla V XVII Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 7 .....	138
Tabla V XVIII Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 8.....	139
Tabla V XIX Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 9 .....	140
Tabla V XX Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 10.....	141
Tabla V XXI Datos Obtenidos .....	144
Tabla V XXII Datos esperados.....	145
Tabla V XXIII Valor de Chi cuadrado .....	145

## INTRODUCCIÓN

Desde hace ya varios años, los esfuerzos por tener un ambiente en el que las actividades cotidianas se puedan realizar de forma automática, ha ido adquiriendo más fuerza. Con el avance de la tecnología cada vez son más las aplicaciones que se han ido desarrollando en función de aminorar el trabajo desempeñado por los habitantes de los hogares, el mismo que va desde las puertas eléctricas, hasta las luces automáticas. Todo esto ha desembocado en el desarrollo de tecnología diseñada específicamente para el control de los parámetros que hacen de un hogar un ambiente agradable.

Con este fin vieron la luz los protocolos domóticos, que no son nada más que un conjunto de dispositivos creados con el objetivo de administrar los recursos del hogar proporcionando al habitante principalmente confort y seguridad.

En vista de que en el mercado existen una gran variedad de fabricantes y cada uno de ellos ha promovido el desarrollo de sus propios protocolos, el objetivo de esta investigación es establecer cuál de estas tecnologías se adaptaría a un escenario local, específicamente a las características que presentan las viviendas de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba. Para ello se han seleccionado tres de los protocolos más comunes en el mercado cuyo funcionamiento se pretende, pueda adaptarse a las condiciones de las urbanizaciones.

La selección de uno de estos protocolos pretende probar que la aplicación de sistemas domóticos en las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba mejorará el ambiente de las viviendas. Cada uno de los protocolos seleccionados pasara por un riguroso análisis, que va desde el funcionamiento interno de los dispositivos hasta la valoración de acuerdo a los criterios del usuario.

La información obtenida por parte de los organismos de planificación y organización territorial ayudaran a entender cuál es el papel de las urbanizaciones en esta investigación y porque este estudio ha dirigido su atención hacia ellas. Y se contrastara con la información obtenida por parte de los usuarios a través de encuestas dirigidas al conocimiento de las necesidades de los habitantes de las urbanizaciones. Desde estos aspectos partirá la investigación hasta dar con el protocolo que satisfaga mejor las necesidades del usuario.

En el desarrollo de la investigación se podrán verificar detalladamente los aspectos técnicos, sociales y humanos que han justificado la selección de determinado protocolo. Como parte final se aplicara los resultados obtenidos a una maqueta en la cual se verá reflejada la solución y su trabajo en condiciones óptimas.

Cabe acotar que los datos obtenidos en el presente estudio pueden servir para futuras investigaciones que traten de aplicar de forma práctica estos protocolos en ambientes reales, debido a la gran cantidad de información que dé él se pudiera obtener.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **1 GENERALIDADES**

##### **1.1 ANTECEDENTES**

Desde el inicio de los tiempos, la Humanidad ha tratado de mejorar la calidad de vida, protegiéndose de los elementos, los animales el ambiente y los peligros externos. Las cavernas que usaron en un inicio como viviendas fueron cambiando a edificaciones, y estas fueron evolucionando y adhiriendo más servicios: sistemas de calefacción, sistemas eléctricos, iluminación artificial, sistemas de cocina, refrigeradores, el baño en el interior, almacenaje de agua potable para su consumo y varios servicios que permitían una vida mejor.

El hombre en su permanente búsqueda del bienestar ha procurado para sí y para su grupo familiar lugares que cumplan con las reglas básicas de comodidad y seguridad, obteniendo así hogares agradables y a la vez funcionales.

En los últimos años se han ido produciendo algunos cambios muy importantes, que afectan, sobre todo, a los lugares en los que habitamos, pero también a aquellos lugares en los que desempeñamos nuestras actividades laborales o pasamos nuestros ratos de ocio. Estos cambios tienen un impacto positivo en nuestra comodidad y seguridad, y además nos permiten estar en permanente comunicación, la automatización, el control

remoto de múltiples aparatos y el ahorro energético nos permiten hacer un uso más eficiente de los diferentes dispositivos a nuestra disposición. Nos estamos refiriendo a la “Domótica”, una solución de futuro, pero que empieza a tener un papel muy importante en nuestras vidas.

Hablamos así de domótica como un conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema, siendo estos punto los primordiales a tomar en cuenta en el desarrollo de un sistema domótico.

Un sistema domótico es capaz de recoger información proveniente de sensores o entradas, procesarla y emitir órdenes a actuadores o salidas, mediante estos realizaremos un control básico, cabe añadir que con el avance de la tecnología se pueden ir sumando más dispositivos, aplicaciones y protocolos, que van a darle un mayor alcance al desarrollo del sistema, se habla de tecnología portable en sistemas móviles, tecnología de imagen con control de movimientos, y dispositivos inalámbricos.

La automatización de sistemas inteligentes aplicados a edificios no destinados a la vivienda, es decir, oficinas, hoteles, centros comerciales, centros universitarios, hospitales y terciario, se denomina, inmótica, y es quizá la que más se ha ido desarrollando en el país.

A nivel nacional y local, la aplicación de sistemas domóticos se ha ido dando en casi su totalidad en edificios, oficinas, sistemas de seguridad, centros comerciales y otros lugares de gran movimiento de personas.

En la ciudad de Riobamba el patrón se repite, no se tiene antecedentes del desarrollo domótico en hogares residenciales, dando así lugar a la presente investigación.

Es por esto que se ha desarrollado un nuevo concepto en el cual el hogar adquiere la funcionalidad que la vida moderna requiere, convirtiéndose en una red que permite la gestión de todas las funciones del hogar y de sus diferentes elementos.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Las aplicaciones domóticas, especialmente las implementadas en nuestra ciudad, han tenido un crecimiento muy lento en los últimos años, debido en gran parte al desconocimiento, el alto coste de implementación y la evolución constante de la tecnología.

El desarrollo de sistemas domóticos instalados en la ciudad en los últimos tiempos puede considerarse como mínimo, y sin duda, esta investigación será de mucha utilidad para todos aquellos interesados en conocer ¿qué es?, ¿cómo funciona? y ¿qué servicios aporta la domótica?, un aspecto que, indudablemente va ligado al de “hogar o casa digital”.

Parte de la información requerida en el desarrollo de la investigación se receptará con la realización de encuestas, y entrevistas en las cuales se mostrarán todas las alternativas tecnológicas posibles, estos datos serán de gran importancia, ya que aquí se reflejarán los verdaderos deseos de los habitantes y servirán como una guía importante en el rumbo de la investigación.

Utilizando información recolectada del estudio comparativo de protocolos de comunicación, tecnologías, aplicaciones y materiales usados en un sistema domótica generalizado, se pretende brindar toda la información necesaria para futuras implementaciones, proyectando con ello proveer de un servicio que mejorará el ambiente de los hogares y que este se presente a un bajo coste.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 GENERAL**

- Realizar un estudio que determine la aplicabilidad de sistemas domóticos orientados a los hogares de las urbanizaciones en la ciudad de Riobamba.

### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

- Investigar la situación actual de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba en el campo de la domótica y realizar el levantamiento de la información necesaria para el estudio.
- Indagar detalladamente todos los estándares y protocolos utilizados en un sistema domótico y realizar un estudio comparativo de tecnologías.
- Diseñar una propuesta de sistema domótico aplicada a un hogar, como respuesta a la investigación y proponer normativas de funcionamiento.
- Construir una maqueta donde se aplique el diseño de la propuesta como alternativa de solución.

### **1.4 HIPÓTESIS**

La realización de un estudio de aplicabilidad de sistemas domóticos orientados a urbanizaciones de la ciudad de Riobamba determinará la factibilidad de implementar sistemas que mejoren el ambiente de las viviendas.

## **CAPÍTULO II**

### **DOMÓTICA Y SISTEMAS DOMÓTICOS**

#### **2 DOMÓTICA**

Llamamos Domótica al conjunto de servicios dedicados a mejorar el ambiente, el confort y la seguridad del hogar, usando de manera centralizada el control de las actividades del hogar de modo que se pueda acceder de forma manual o remota.

##### **2.1 HISTORIA DE LA DOMÓTICA**

###### **2.1.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS**

Al igual que el ser humano está sujeto a la evolución, la tecnología también ha tenido un crecimiento muy rápido, desde la creación de la bombilla, la radio, el ordenador, hasta los sistemas computarizados más complejos, han tenido avances muy significativos en el desarrollo de aparatos que han mejorado la calidad de vida de las personas. La domótica en su afán de mejorar la gestión de sus servicios enfocándose directamente al hogar también ha tenido grandes avances, desde la aparición de pequeños aparatos que facilitaban las tareas del hogar, hasta el desarrollo de sistemas de automatización completos.

La historia de la domótica inicia en los años 70, con la aparición de los primeros dispositivos electrónicos cuyo funcionamiento estaba dirigido a aplicaciones del hogar, estos primeros aparatos fueron utilizados en pruebas piloto ya que en el transcurso de esos

años el área de la domótica no tenía la atención de los grandes fabricantes de tecnología. Fue hasta varios años después cuando se integraron los sistemas eléctricos y los sistemas electrónicos, y con esto empezaron a aparecer aplicaciones de control diseñadas específicamente para el hogar, sistemas sencillos que fueron cubriendo pequeñas necesidades como: puertas eléctricas, sistemas de ventilación, sistemas de seguridad (alarmas), etc. Los sistemas de iluminación serían el siguiente paso, ya que en esta área se desarrollaron varios artefactos que permitían al usuario manejar de manera más sencilla toda la iluminación de los ambientes.

La introducción de sistemas de cableado estructurado, el uso de redes de computadoras, los avances en electrónica reflejados en el uso de sensores y la introducción de esta tecnología a los sistemas domóticos hicieron que esta despegara de forma tal que en la actualidad esté presente en gran parte de los espacios públicos y que de a poco se vaya introduciendo en los hogares.

## **2.2 ¿QUE ES LA DOMÓTICA?**

Atendiendo a su etimología, la palabra *Domótica* proveniente del latín *Domus* (que significa hogar) y *Automatique* (que denota automatización), podríamos decir que el termino *domótica* se refiere a viviendas automatizadas, tecnología de comunicaciones aplicada al hogar, o viviendas inteligentes.<sup>1</sup>

## **2.3 ¿QUE ES UN SISTEMA DOMÓTICO?**

Llamaríamos con el término *Sistema Domótico*, a un sistema electrónico centralizado que logre controlar de forma eficaz todos los automatismos y además integre correctamente todas las funciones automatizadas, permitiendo al usuario una interacción sencilla con el sistema.

Para nombrar a un sistema como *inteligente* es necesario incorporar al mismo, tecnologías de vanguardia que permitan al programador generar aplicaciones coherentes con el manejo actual del flujo de la información, teniendo así un sistema robusto que logre

---

<sup>1</sup> RODRÍGUEZ ARENAS, A., & CASA VILASECA, M. (2011). *Instalaciones Domóticas*. Barcelona: Altamar S.A.

complementar la transmisión efectiva de datos con la comunicación entre los equipos instalados y las instalaciones, incorporando todos estos elementos en una sola red de comunicaciones.

En términos generales se considerará que un *sistema domótico* consta de una red de comunicación, la misma que se encargará de la transmisión de los datos provenientes del entorno en el cual esté instalado a través de elementos de adquisición de información, dicha información será ingresada al sistema centralizado para ser procesada y transformada en señales de control que permitan realizar determinadas acciones y modificar parámetros del entorno.

Con este propósito se puede describir de forma rápida un *Sistema Domótico* como el proceso en el que, todos los elementos de campo dedicados a la recolección de información del entorno (sensores), transmitirán señales eléctricas a una unidad central de procesamiento de información (PLC, tarjetas electrónicas, microprocesadores, etc.) donde de acuerdo al planteamiento de la programación realizada sobre el se enviarán señales de control encargadas del accionamiento de dispositivos finales, los mismos que realizarán cambios significativos en el medio.

Mientras más funciones integre el sistema domótico y más sencillo resulte el manejo del mismo por el usuario final, estaremos frente a un sistema más complejo en su desarrollo y puesta en marcha, pero con más prestaciones. Sin embargo la domótica no está limitada a su desarrollo en las viviendas, sino también a otros ambientes y en otro tipo de edificaciones.

## **2.4 ¿QUE ES INMÓTICA?**

El término *Domótica* cambia por el de *Inmótica* cuando se trata de ambientes más grandes, con gran número de señales de entrada y de control, que no estarán limitados al control de un ambiente de hogar sino que tendrán aspectos de control más amplios, sumándose a ellos el control de ambientes de trabajo, control de áreas de movilización de personal, control de parámetros críticos en áreas de seguridad, es decir, este nuevo criterio de automatización se traslada a áreas de trabajo más grandes como edificios, centros comerciales, oficinas, hospitales, hoteles, etc.

La Inmótica, identificada también como *building management system*, hace referencia a la coordinación y gestión de las instalaciones con que se equipan las edificaciones, así como su capacidad de comunicación, regulación y control. La Inmótica motiva la productividad en el trabajo al gestionar las instalaciones del edificio como una herramienta para favorecer la producción de los empleados que se encuentran en su interior.<sup>2</sup>

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA DOMÓTICA

Muchos son los aspectos técnicos y tecnológicos que se deben tener en cuenta en el desarrollo de un sistema domótico, los principales son:

- **Simple y fácil de utilizar.** El sistema de control instalado en un *hogar inteligente* debe presentar una interfaz simple, sencilla y fácil de manejar por los usuarios finales, ya que de esta característica dependerá la aceptación del sistema y se conseguirá aumentar el confort.
- **Flexible.** Debe tener prevista la posibilidad de adaptaciones futuras, de forma que ampliaciones y modificaciones en su estructura o en partes de la misma se puedan realizar sin un costo elevado ni un gran esfuerzo.
- **Modular.** El sistema de control debe tener una estructura modular, es decir, debe tener un diseño basado en modulación reticular que permita optimizar los recursos y tiempos de construcción e instalación. Este diseño también permitirá mantener separadas las áreas de funcionamiento, para evitar fallos que pudieran llegar a afectar a todo el sistema y además debe permitir la ampliación de nuevos servicios.
- **Integral.** El sistema debe permitir la comunicación y el intercambio de información entre diferentes áreas de gestión, de forma que los diferentes subsistemas estén perfectamente integrados.

Además de estos puntos, en el desarrollo de un sistema domótico es necesario tener muy en cuenta el punto de vista del usuario, y el punto de vista técnico.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> HUIDOBRO, M. J. (2007). La Domótica Como Solución De Futuro. Madrid.

<sup>3</sup> ROMERO, C., VÁSQUEZ, F., & DE CASTRO, C. (2011). DOMÓTICA E INMÓTICA Viviendas y edificios inteligentes. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor S.A, de C.V, pág. 40.

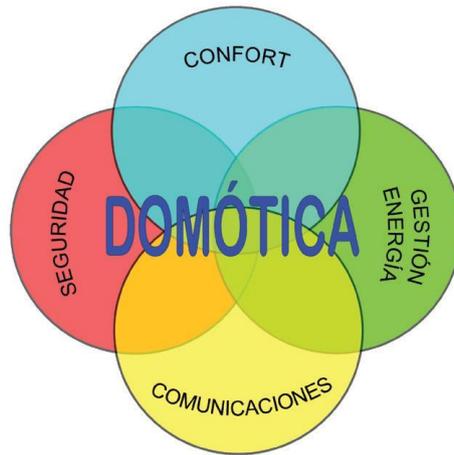
Ya que en el desarrollo de un sistema domótico es muy importante la posibilidad de realizar la instalación cuando la edificación está en fase de construcción, podemos hacer que los costes de instalación se reduzcan, permitiendo también realizar todas las adecuaciones necesarias para que el sistema funcione correctamente y pueda ampliarse sin mayores requerimientos. Desde el punto de vista técnico es importante tener en cuenta la selección adecuada de las características de implementación del sistema, como: la topología de la red, el tipo de arquitectura, el medio de comunicación, tipo de protocolo, transmisión de datos, cableados, etc., dichas características se seleccionarán de acuerdo a los estándares actuales y a la adaptación del sistema en la edificación.

## **2.6 OBJETIVO DE LA DOMÓTICA**

La domótica tiene como objetivo incluir en un sistema centralizado el acceso a todos los requerimientos y automatizaciones que se puedan controlar de forma manual o remota para manipular el entorno a través de comandos, incrementando así el confort, la seguridad, el desarrollo de comunicaciones y el ahorro de energía.

## **2.7 GESTIÓN DE LA DOMÓTICA**

En un ambiente automatizado existe un gran número de variables y sistemas que pueden ser controlados, cada uno depende mucho del tipo de servicio que ofrecen, el tipo de actuadores que controlan, del número de variables que manejan o incluso del mismo entorno, ya que el correcto funcionamiento y una buena gestión dependerán de qué tan bien construido y distribuido esté nuestro sistema domótico en el ambiente a controlar. Además del confort, ahorro de energía, seguridad y comunicaciones, existe otra característica a gestionar la del entretenimiento.



*Ilustración II Áreas de Gestión de la Domótica.*

*Fuente: [http://mundoecco.files.wordpress.com/2012/06/gascon-es\\_.jpg](http://mundoecco.files.wordpress.com/2012/06/gascon-es_.jpg)*

Teniendo en cuenta estos criterios agruparemos la gestión de los servicios de la siguiente manera:

### **2.7.1 GESTIÓN DE ENERGÍA**

Administración del consumo energético mediante la utilización de dispositivos eléctricos y electrónicos que se encargan de mejorar el rendimiento de la instalación, dichos dispositivos son temporizadores, relés programables, termostatos, etc.

La gestión de la energía comprende tareas como:

- Programación y zonificación de equipos eléctricos y de climatización.
- Racionalización de cargas eléctricas provenientes de equipos eléctricos cuyo uso no sea prioritario.
- Derivar el consumo energético a horas con bajo consumo de carga.
- Control de zonas de iluminación, control del encendido, apagado y control de luminosidad de acuerdo a la hora y a sensores de presencia.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> ROMERO, C., VÁSQUEZ, F., & DE CASTRO, C. (2011). *DOMÓTICA E INMÓTICA Viviendas y edificios inteligentes*. Mexico D.F.: Alfaomega Grupo Editor S.A, de C.V, pág. 48

### **2.7.2 GESTIÓN DEL CONFORT**

Proporciona una mejora en la calidad de vida a través de una serie de comodidades producto de las tareas automatizadas, tales como el control automático de los servicios de calefacción, agua caliente, riego, iluminación, etc. El concepto de confort está íntimamente ligado con el uso de mandos a distancia, controlar servicios con la utilización de mandos remotos y controles temporizados.

La gestión del confort comprende tareas como:

- Apagado y encendido general de las luces, y de cada una de ellas de forma individual.
- Regulación automática de la iluminación según el nivel de luminosidad del ambiente.
- Integración del portero electrónico al teléfono y el video portero al televisor.
- Accionamiento automático de persianas, toldos y control de sistemas de riego.
- Automatización de todos los distintos sistemas, instalaciones y equipos dotándolos de un control eficiente y de fácil manejo.
- Supervisión automática de cualquier dispositivo electrónico.
- Automatización y control de ambientes.

### **2.7.3 GESTIÓN DE SEGURIDAD**

La gestión de la seguridad que proporciona un sistema domótico es más amplia que la que nos puede brindar cualquier otro sistema, pues integra campos que ningún otro había logrado juntar.

La gestión de seguridad comprende las siguientes tareas:

- Seguridad de los bienes.
- Gestión del control de acceso con reconocimiento o identificación de los usuarios.
- Control de presencia y detección de intrusos.
- Detección de rotura de cristales y movimientos de elementos del hogar.
- Video vigilancia.
- Detección de incendios y alarmas.

## **2.7.4 GESTIÓN DE COMUNICACIÓN**

La gestión de comunicaciones se encarga de receptor, almacenar, procesar y difundir la información del ambiente en el que se encuentra instalado el sistema domótico con fines de evaluación y control del mismo.

Las aplicaciones más importantes de la gestión de la comunicación son:

- Control y monitorizaciones remotas de las instalaciones usando como medio de transmisión telefonía o internet.
- Transmisión de alarmas activadas a centrales de comunicación, envío de mensajes de texto, llamadas y mensajes de voz.
- Intercomunicación interna de todos los servicios electrónicos del hogar como video portero, circuito cerrado, etc.
- Comunicación externa de la información del hogar usando servicios telemáticos.<sup>5</sup>

## **2.7.5 GESTIÓN DE ENTRETENIMIENTO**

Este tipo de gestión está relacionado íntimamente con la gestión de comunicaciones ya que en principio se ve con más frecuencia dentro del ambiente de una vivienda que en un edificio.

La gestión de entretenimiento comprende lo siguiente:

- Video conferencias y grabaciones de video.
- Tv interactiva.
- Manejo de información de la internet (videos, radio, televisión, descargas, etc.).
- Control de transmisiones de datos en tiempo real.<sup>6</sup>

A estos servicios conocidos y gestionados de forma prioritaria en todos los sistemas domóticos es preciso añadirles otros tipos de servicios que se han vuelto necesarios en el concepto de automatización, los mismos que ofrecen aplicaciones para personas mayores o discapacitadas. En estas circunstancias, las medidas de seguridad, el confort y las comunicaciones pasan a tener un nuevo enfoque, ya que el diseño y la implementación del sistema domótico estaría dirigido al usuario, mostrando así nuevos aspectos y nuevas

---

<sup>5</sup> *Ibíd.*, p. 50,51.

<sup>6</sup> *Ibíd.*, p.51.

necesidades que se podrían satisfacer con la utilización de elementos más cercanos al usuario y de uso diario como son los teléfonos celulares.

## **2.8 VISIÓN DE LA DOMÓTICA DE ACUERDO AL DESARROLLO MUNDIAL**

En los años 90 ya existía un grado de automatización en los edificios y en los hogares que estaba limitado al uso de puertas automáticas, ascensores, escaleras eléctricas, control de luces, pero estos tenían un funcionamiento aislado. Al poco tiempo y con la aparición de microchips la integración de sistemas y subsistemas en el ámbito de la domótica fue creciendo, a tal punto que la activación de una de las alarmas en un sistema domótico desencadenaría el accionamiento de otros subsistemas de funcionamiento independiente y en algunos casos subsistemas con propósitos diferentes al de la domótica, tal es el caso de las alarmas de incendios implantadas como objetos de prueba en edificios inteligentes, ya que al accionarse esta alarma da lugar al funcionamiento del sistema de seguridad (video vigilancia) como un recurso adjunto de verificación del estado de la alarma. El uso de subsistemas ha ido creciendo de forma tal que se proyecta que su implementación en el desarrollo de sistemas domóticos se dé a través de un estándar propio. En la actualidad existen varios tipos de sistemas y subsistemas domóticos que tratan de optimizar el uso de materiales y debido a ello existe una industria que se ha especializado su desarrollo.

La principal desventaja que existe es el gran número de estándares y el enfoque de cada uno de ellos, es así que se tiene en consideración lo siguiente:

### **2.8.1 VISIÓN AMERICANA**

La visión de las nuevas tecnologías que ofrecen los Norte Americanos se fundamenta puramente en la parte económica. Ya en el aspecto técnico su orientación está dirigida al desarrollo de controles remotos, controles a distancia y servicios de tele operación.

EEUU fue el primer país en apoyar el desarrollo de un estándar de domótica para la gestión técnica de edificios, es así que desarrollaron el estándar CEBus.

Este estándar fue desarrollado por un gran número de fabricantes americanos y su funcionamiento se basa en la unificación de todo el cableado (electricidad, antenas audio y video, teléfono, red internet, etc.) con el fin de reducir gastos de implementación.

Actualmente existen varios sistemas líderes en el campo de la domótica que utilizan el estándar americano como: X-10, LonWorks y varios sistemas propietarios.<sup>7</sup>

### **2.8.2 VISIÓN JAPONESA**

El desarrollo domótico en Japón ha tenido un desempeño muy lento a causa de la consigna de explotar de forma totalitaria los sistemas informáticos, es decir que en Japón se prefiere el desarrollo del llamado “Hogar Automatizado”, esto en contraposición a la visión americana, que trata de desarrollar un sistema interactivo, la diferencia es muy notoria al momento de encontrarse con sistemas de control más complejos y que manejan todos los elementos del hogar.

La visión de desarrollo domótico que tienen los japoneses les ha llevado a desarrollar su propio estándar de comunicaciones, el sistema HBS (Home Bus System) trata de unificar todas las señales de control a través de pares trenzados y cables coaxiales, todo con el fin de tener un control total de toda la información que puede proveer un hogar. Este estándar fue desarrollado por los principales fabricantes japoneses y el apoyo gubernamental.<sup>8</sup>

### **2.8.3 VISIÓN EUROPEA**

En los países europeos el desarrollo de la domótica sigue la misma dirección, ya que en esta parte del planeta se prefiere optimizar el bienestar de los ocupantes de la casa y mejorar los aspectos organizativos. La ecología y la salud también forman parte importante de este desarrollo ya que aquí se prioriza el perfeccionamiento de aplicaciones que incluyan la administración de los aparatos domésticos y los sistemas de entretenimiento y seguridad.

Gracias a esta visión unificada, el enfoque de estos países se ha centrado en el desarrollo de un estándar que permita la evolución de las aplicaciones integradas a la vivienda en un

---

<sup>7</sup> ROMERO, VÁSQUEZ, & DE CASTRO, 2011, pág. 32

<sup>8</sup> *Ibíd.*, p.32, 33.

solo protocolo de comunicación que incluya todas las características de los estándares, con este propósito el desarrollo del estándar se ve reflejado en el uso de sistemas de bus de datos, los más utilizados que son: EIB (European Installation Bus), EHS (European Home System) y Batibus.<sup>9</sup>

## **2.9 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DOMÓTICO**

Un sistema de control tiene como finalidad optimizar de forma integral las tareas que se encuentren automatizadas y reunir todos los datos en una base centralizada de información desde donde se enviarán las órdenes de corrección del entorno. El funcionamiento de un sistema domótico consta de varios procesos que descritos de forma general también nos dan a conocer los elementos básicos que lo conforman.

Un sistema domótico inicia con la recolección de información del ambiente a través de sensores, éstos varían dependiendo de la magnitud que se quiera medir y controlar, el siguiente paso nos conduce al procesamiento de la información recolectada y a la emisión de señales de control, en esta parte del proceso y dependiendo de la magnitud del mismo se utilizarán microprocesadores, controladores lógicos programables o cualquier tipo de tecnología capaz de cumplir con las condiciones de procesamiento y emisión de señales de control, finalmente encontramos los elementos que se encargan de cumplir con las órdenes de control y realizar los cambios pertinentes en el ambiente en el cual esté instalado el sistema domótico, estos dispositivos son los actuadores y pueden ser de cualquier tipo ya que la utilización dependerá del entorno físico y de las variables a controlar.

Para cumplir con su finalidad este sistema domótico cuenta con varios elementos indispensables así como otros dispositivos cuyo funcionamiento sea secundario.

### **2.9.1 SENSORES**

Los sensores son dispositivos eléctricos capaces de transformar una magnitud física que pueda ser medida en valores de voltaje y corriente, permiten utilizar referencias eléctricas

---

<sup>9</sup> *Ibíd.*, p.34.

ligadas a los cambios físicos de la magnitud para establecer valores con los que se pueda realizar un control de las mismas.

Debido a la diversidad de magnitudes físicas que se puedan encontrar, existen también una variedad de sensores con los que podemos trabajar.



*Figura II 1: Tipos de sensores*

*Fuente: <http://www.domoprac.com/images/stories/thumbnails/images-stories-domoteca-sensores-250x192.gif>*

### **2.9.1.1 TIPOS DE SENSORES**

Un sistema domótico tiene como primer elemento en la cadena de control a los sensores que serán los que nos proveerán de la información necesaria. Haciendo una analogía podemos comparar a nuestro sistema domótico con el sistema nervioso y a un hogar inteligente con el cuerpo humano, en esta comparación los sensores tienen un trabajo similar al de los sentidos ya que a través de éstos recolectaremos todo tipo de información.

De acuerdo a su funcionamiento, construcción e intervención y aplicabilidad en sistemas domóticos tenemos una lista de los sensores más usados.

- **Sensor Crepuscular**

Un sensor crepuscular está construido por una fotocelda que recibe la luz del ambiente, en conjunto tiene como función mantener a un ambiente en un rango de luz predeterminado, para ello este sensor mide la luminosidad del ambiente y si ésta es menor al rango de luxes que ha sido previamente calibrado envía una señal al sistema de control.

Este sensor se usa en ambientes que requieran de luz permanente como: salones, oficinas, salas de reunión, etc., y su funcionamiento común en domótica está sujeto al uso y activación de persianas automáticas (apertura y cierre).



*Figura II 2 Sensor Crepuscular*

*Fuente: [http://www.domoprac.com/images/stories/domoteca/sensor\\_pir\\_360.jpg](http://www.domoprac.com/images/stories/domoteca/sensor_pir_360.jpg)*

- **Sensor De Presencia (PIR)**

Un sensor de presencia está constituido por un sensor infrarrojo que mide la radiación de energía que se desprende de cualquier objeto que se encuentre frente a él, ya que un cuerpo que tenga una temperatura interna superior al cero absoluto irradiará energía que podrá ser medida.

Este sensor es pasivo ya que no emite ninguna señal que pueda reflejarse en alguna superficie sino que exclusivamente mide las fuentes de energía que salen de los objetos más no el calor que se desprende de ellos, el funcionamiento del sensor dicta que una señal eléctrica será emitida cuando un objeto que irradie energía se atraviese en su campo de visión, esta acción hará que se cierre el circuito y envíe una señal al sistema domótico.



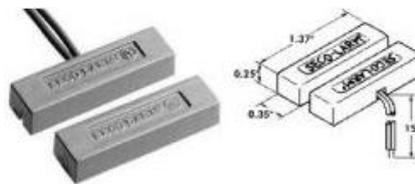
*Figura II 3 Sensor de Presencia (PIR)*

*Fuente: [http://www.domoprac.com/images/stories/domoteca/sensor\\_pir\\_360.jpg](http://www.domoprac.com/images/stories/domoteca/sensor_pir_360.jpg)*

El uso de este tipo de sensores no está limitado solamente a la seguridad como detector de intrusos sino también es utilizado como señal de control del encendido de luces automáticas en pasillos y habitaciones.

- **Sensores De Contacto Magnético Perimetral**

Los sensores de contacto magnético están formados por dos elementos, un emisor de ondas magnéticas (imán) y un receptor, su funcionamiento se da cuando el campo magnético entre estos dos elementos es detectado o interrumpido, de acuerdo a la configuración del sensor, el sistema domótico podrá utilizar el envío de la señal, cerrando y abriendo el circuito.



*Figura II 4 Sensor de Detección Magnética*

*Fuente: [http://www.domoprac.com/images/stories/thumbnails/images-stories-domoteca-contacto\\_magnetico\\_sm203-250x110.jpg](http://www.domoprac.com/images/stories/thumbnails/images-stories-domoteca-contacto_magnetico_sm203-250x110.jpg)*

El uso de sensores de detección magnética está distribuido en aplicaciones de seguridad trabajando conjuntamente con sensores PIR para obtener mayor seguridad en la información que recibe el sistema y en climatización de ambientes pues este sensor envía señales de apertura o cierre de las ventanas cuando responden los actuadores correspondientes a los diversos sistemas de ventilación y climatización.

- **Sensor De Humos**

Un sensor de humo es un dispositivo creado especialmente para aplicaciones críticas de seguridad en los sistemas domóticos, pues a partir de la detección temprana de humos es posible programar acciones de prevención de incendios. Existen dos formas en las que un sensor de humo trabaja:

- Utilizando un haz de luz infrarroja que detectará la presencia de humo cuando éste se atravesase su campo de visión.
- Ioniza el aire dentro de la cavidad del sensor creando así una conexión eléctrica que cerrará el circuito, la detección en este caso se dará cuando la presencia de humo en la cavidad del sensor interrumpa el flujo de corriente.

En ambos casos de detección el sensor enviará una señal al sistema de control para activar las alarmas respectivas y poner en marcha los sistemas de contingencia.



*Figura II 5 Sensor de Humo*

*Fuente: [http://www.domoprac.com/images/stories/domoteca/sensor\\_humos\\_haa75.jpg](http://www.domoprac.com/images/stories/domoteca/sensor_humos_haa75.jpg)*

El uso de sensores domóticos se da con más frecuencia en ambientes con materiales inflamables que necesitan seguridad en sus instalaciones, la activación de estos sensores desencadenará acciones de prevención como: la activación de aspersores en emergencias que puedan ser controladas y alertas telefónicas que emitan alarmas a puestos de bomberos.

- **Sensores De Inundación**

Un sensor de inundaciones está diseñado como un switch que cierra el circuito y envía una señal de alerta al sistema de control, este dispositivo utiliza terminales de cable galvanizado ubicados a unos milímetros del suelo y se activa cuando el nivel del agua alcanza los terminales y cierra el circuito.



*Figura II 6 Detector de Inundaciones*

*Fuente: [http://www.domoprac.com/images/stories/domoteca/sensor\\_inundacion\\_extsia\\_720\\_art.jpg](http://www.domoprac.com/images/stories/domoteca/sensor_inundacion_extsia_720_art.jpg)*

Son utilizados en cuartos de baño o lugares donde puedan existir inundaciones por bodegaje de líquidos, químicos o fugas de combustibles. Una vez detectada la fuga el sensor enviará una señal de alerta sonora o visual, o un pulso de corriente al controlador central y a partir de esto el sistema podrá enviar señales de control de cierre de válvulas electro pilotadas.

- **Sensor De Temperatura**

Un sensor de temperatura está compuesto por dos materiales metálicos de diferente composición los cuales al ser sometidos a diferentes temperaturas reaccionan dando una señal de variación de voltaje que puede ser amplificada, medida y procesada con aparatos electrónicos.



*Figura II 7 Sensor de Temperatura*

*Fuente: [http://www.geekfactory.mx/wp-content/uploads/2013/06/sensor\\_temperatura\\_1wire\\_ds18b20\\_encapsulado-00.jpg](http://www.geekfactory.mx/wp-content/uploads/2013/06/sensor_temperatura_1wire_ds18b20_encapsulado-00.jpg)*

Este tipo de sensores se utiliza en ambientes internos como dormitorios, en aplicaciones críticas como termo cunas y en sistemas de conversión de energía.

Una vez que el sensor es sometido a un cambio de temperatura envía una señal eléctrica muy débil al controlador, por lo que es necesario que sea conectado a módulos apropiados de temperatura, una vez que la señal haya llegado al controlador, éste envía señales de control para accionar sistemas de enfriamiento o calefacción.

## 2.9.2 CONTROLADORES

Un sistema domótico consta en su parte central de dispositivos electrónicos que se encargan de recibir señales eléctricas emitidas por sensores, procesarlas y de acuerdo a la programación previamente configurada (de acuerdo al ambiente en el que se encuentre instalado) emiten señales de control a los dispositivos actuadores.

Las tarjetas electrónicas utilizadas como controladores para todo tipo de sistema electrónicos cuentan con microprocesadores desde donde va a ser procesada la información que ingresa a ella desde entradas analógicas y digitales (dependiendo del tipo de sensor que se conecte al controlador), a partir de esta información el microprocesador enviará señales eléctricas (en corriente alterna y continua, dependiendo del tipo de accionadores) que activarán los actuadores.

De acuerdo al tipo de sistema domótico, al tamaño y a la tecnología disponible, existen varios tipos de controladores que pueden ser utilizados.



Figura II 8 Controlador Lógico Programable PLC

Fuente: <http://www.audon.co.uk/user/products/elc26.jpg>

## 2.9.3 TRANSMISORES

Son dispositivos electrónicos encargados de enviar de manera directa información al controlador, estas señales meramente de control van a desencadenar procesos

previamente programados en el controlador, los transmisores más utilizados en sistemas domóticos son: interruptores, pulsadores, pantallas táctiles, HMI, controles remotos, etc.

## 2.9.4 ACTUADORES

Los actuadores son dispositivos electrónicos ubicados al final de la cadena de funcionamiento de un sistema domótico y son los que tienen la posibilidad de ejecutar acciones que modifiquen el entorno en el que se encuentran, estos dispositivos responden a señales eléctricas provenientes del controlador y transforman dichas señales en acciones mecánicas como: movimientos de persianas, cierre y apertura de válvulas, encendido de motores, etc.

Los principales actuadores utilizados en domótica son:

- **Relés Y Contactores**

Tanto los relés como los contactores son dispositivos electrónicos cuyo funcionamiento responde a pulsos eléctricos, ya sean pulsos en DC (relés) como en AC (contactores), su función principal es la de accionar dispositivos electrónicos (motores, electroválvulas) cuya alimentación sea independiente de la alimentación del controlador. Estos dispositivos facilitan el uso de cualquier dispositivo externo cuyo control sea ON-OFF, y pueden accionar uno o varios actuadores a la vez.



Figura II 9 Relé

Fuente: <http://st-elf.electronicafacil.net/tutoriales/147/relearmadura1.gif>

- **Motores**

En domótica el uso de motores se limita a motores de inducción monofásicos que se van a ubicar en los ejes de rotación de los diversos actuadores (persianas, ventiladores, puertas), y van a ser controlados con las señales provenientes del controlador ya sean de encendido, apagado y cambio de giro.



*Figura II 10 Motor de Persiana*

*Fuente: <http://www.cerrajeria-efectiva.com/images/Foticos/motores%20para%20persianas.gif>*

- **Lámparas Y Luminarias**

Al ser las lámparas y luminarias cargas resistivas el uso de estos actuadores se puede dar a través de relés o contactores (dependiendo del consumo) o simplemente de forma directa desde el controlador. Estos actuadores contribuyen directamente con las directivas de confort y su uso en sistemas domóticos está abierto a cualquier tipo de luminaria existente en el mercado.



*Figura II 11 Tipos de Luminarias*

*Fuente: <http://www.arqhys.com/articulos/fotos/articulos/Formas-mas-comunes-de-luminarias-300x170.jpg>*

- **Electro Válvulas**

Estos dispositivos son de uso muy común en sistemas domóticos ya que su funcionamiento está dirigido a cortar o proporcionar el flujo de todo tipo de fluidos necesarios en un hogar (agua, gas, etc.), y su uso se puede ampliar al abastecimiento de piscinas, tanques de reserva, regadío, etc.



*Figura II 12 Electroválvula*

*Fuente: <http://www.fagorelectronica.com/DOMÓTICA/fichaprod.php?id=34>*

- **Cerraduras Eléctricas**

El funcionamiento de la cerradura eléctrica depende en su totalidad de un electroimán que reacciona al flujo de corriente alterna en su bobinado atrayendo así la sección móvil de la cerradura. La apertura y el cierre de este tipo de cerraduras está controlado por el flujo de corriente, haciendo de este actuador un dispositivo muy sencillo de controlar desde el sistema domótico.



*Figura II 13 Cerradura Eléctrica*

*Fuente: <http://www.masferreteria.com/37481-30652-large/cerradura-electrica-reve-cil.jpg>*

## 2.9.5 PASARELA DE COMUNICACIÓN

Son dispositivos de comunicación de datos que se ubican en la frontera de comunicación de diferentes sistemas, su propósito es el de tomar información perteneciente a un sistema externo, procesarlo en el sistema local y viceversa. El propósito de las pasarelas de comunicación es el de integrar varios sistemas a través de ruteadores inteligentes de información.

## 2.10 CLASIFICACIÓN TECNICA

### 2.10.1 TOPOLOGÍAS DE LA RED

También denominada topología del cableado, muestra la distribución espacial de los elementos que forman parte del sistema domótico y su posición física respecto al cableado.

Debido a la gran variedad de escenarios que se presentan en una instalación domótica, existen múltiples topologías, las más utilizadas son:

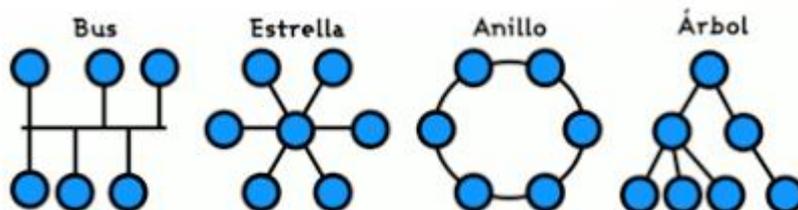


Figura II 14 Tipos de Topologías de Red

Fuente: <http://domoticaudem.files.wordpress.com/2012/05/top-arbol.png?w=312&h=245>

#### 2.10.1.1 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

Esta topología de conexiones se caracteriza por que todos los elementos que conforman el sistema domótico se encuentran conectados de forma directa al controlador. El tipo de conexión que se presenta en esta topología muestra ventajas al momento de realizar instalación, cambio y mantenimiento de los dispositivos conectados ya que al estar unidos de forma individual al controlador no se afecta a ninguno de los elementos restantes del sistema, por otra parte al estar todos los elementos conectados a un solo controlador el

cableado del sistema sería muy grande y se produciría una sobrecarga de información entrante en el controlador y un daño en él provocaría un fallo en todo el sistema.

#### **2.10.1.2 TOPOLOGÍA DE BUS**

En esta topología todos los elementos que forman parte del sistema domótico se encuentran conectados directamente a una sola línea de comunicaciones, al tener toda la información referente al sistema conectado a una sola línea de datos, es necesario que cada uno de los elementos tenga un identificador único, esto hace que sea muy fácil añadir o eliminar dispositivos al sistema por ende una falla localizada no afectaría el funcionamiento del sistema, por otro lado los elementos deben tener un cierto grado de inteligencia y mecanismos de control de la información ya que se podrían producir fallas al entrar en funcionamiento varios elementos a la vez.

#### **2.10.1.3 TOPOLOGÍA EN ANILLO**

La característica principal de este tipo de topología es que todos los elementos del sistema se encuentran conectados en una sola línea de comunicación cerrada, así toda la información pasa por todos los elementos y el control que se realice sobre estos se facilita, esta topología reduce considerablemente el uso de cableado ya que las distancias se reducen, por otro lado una gran desventaja es que al producirse un fallo en algunos de los elementos del sistema este dejaría de funcionar complicando así el desarrollo del mismo.

#### **2.10.1.4 TOPOLOGÍA EN ARBOL**

El diseño de esta topología es una mezcla entre la topología estrella y la topología de bus ya que permite formar jerarquías y sectorizar las cargas de trabajo una ventaja preponderante de esta topología es que al estar dividida la información es menos probable que todo el sistema falle, por otro lado presenta una desventaja al tener que estructurar cada uno de los elementos ya que estos deberían tener identificadores.

## 2.10.2 TIPOS DE ARQUITECTURAS

La arquitectura de un sistema domótico define la forma física en la que todos los elementos de control se van a ubicar, de acuerdo a este criterio existe una clasificación muy básica de las arquitecturas, y son:

### 2.10.2.1 ARQUITECTURA CENTRALIZADA

Es aquella en la que los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.) han de cablearse hasta el sistema de control del edificio (autómata. Pc, etc.).<sup>10</sup>

### 2.10.2.2 ARQUITECTURA DESCENTRALIZADA

En la arquitectura descentralizada todos los elementos del sistema disponen de inteligencia, en el sentido de que son totalmente independientes. El sistema debe contener un bus compartido de información que conecte a todos los dispositivos.<sup>11</sup>

### 2.10.2.3 ARQUITECTURA DISTRIBUIDA

En esta arquitectura las tareas de control se reparten entre varios dispositivos de control utilizando los elementos más próximos a cada controlador.

## 2.10.3 MEDIOS DE INTERCONEXIÓN

De acuerdo a la distribución física y a la extensión del sistema domótico, existen diferentes métodos de interconexión de los dispositivos, ya que pueden conectarse directamente a *centrales cableadas* (todos los elementos están conectados directamente y alimentados por la central), *centrales inalámbricas* (los elementos del sistema están conectados de forma inalámbrica y se alimentan de forma local con baterías) y *centrales mixtas* (combinan ambas formas de conexión).

---

<sup>10</sup> ROMERO, VÁSQUEZ, & DE CASTRO, 2011, *Domotica e Inmotica Viviendas y edificios inteligentes*, pág. 41

<sup>11</sup> *Ibíd.*, p 41,42.

### **2.10.3.1 INTERCONEXIÓN ALÁMBRICA**

- **xDSL**

DSL es el término que se utiliza para referirse a todas las tecnologías que proveen una conexión digital sobre línea de abonado de la red telefónica local, destacan ADSL, ADSL2, ADSL2+ SDSL, IDSL, HDSL, SHDSL, VDSL y VDSL2. Estas tecnologías utilizan normalmente el par trenzado de hilos de cobre convencionales para la transmisión de datos a gran velocidad. La diferencia fundamental entre ADSL y otras DSL es que la velocidad de bajada y la de subida no son simétricas, por tanto permiten mayor velocidad de bajada que de subida.<sup>12</sup>

- **Fibra Óptica**

La fibra óptica es un conjunto de filamentos o hilos de materiales como: cristal o plástico transparente, a través de estos filamentos se envían pulsos de luz provenientes de luces led o láser que esta fibra es capaz de transportar gracias a los efectos de reflexión de luz en el material que lo compone, estos pulsos de luz se transmiten a lo largo de toda la fibra y representan información codificada, esta información puede viajar a grandes velocidades y su uso principal es la comunicación de redes de datos a grandes distancias.

- **Cable Coaxial**

Este cable está formado por dos conductores concéntricos, el conductor interno es un alambre de cobre semirrígido, sobre este alambre se encuentra una capa de material dieléctrico que va a impedir que las corrientes que transiten por el alambre conductor se filtren a la malla conductora que se encuentra sobre el dieléctrico y que puede estar formada de cobre o aluminio, sobre estos conductores se encuentra un revestimiento de plástico que ofrece protección a los agentes externos.

- **Par Trenzado**

Este tipo de cable está formado por varios pares de conductores aislados y trenzados entre sí, ya que la transmisión de corriente a través de un par de cables forman una antena simple, estos cables utilizan un trenzado helicoidal esto hace que no se pueda irradiar de forma eficiente los campos electromagnéticos y que la transmisión a través del par

---

<sup>12</sup> PACHECO ROCAMORA, Eufemio, Diseño y Simulación de un Sistema Domótico para una Vivienda Unifamiliar, p 33.

trenzado sea más eficaz. Este tipo de cables puede estar conformado por varios pares (2, 4, 25, o más), y se puede transmitir a través de ellos todo tipo de información. De acuerdo al tipo de aplicación estos pares trenzados vienen con diferentes tipos de blindajes (plástico, metálico).

### **2.10.3.2 INTERCONEXIÓN INALÁMBRICA**

- **Infrarrojo**

El uso de esta tecnología está íntimamente ligada al avance de la domótica desde sus inicios en la construcción de mandos a distancia para televisores en el control de audio y video. La comunicación con esta tecnología se da desde el emisor instalado en el mando remoto que envía un haz de luz infrarroja, hasta el receptor que se encuentra en el aparato a controlar, este receptor identifica la señal de control recibida y da paso al actuador.

- **Radiofrecuencia**

La introducción de esta tecnología en aplicaciones domóticas dio sus inicios en la implementación de controles para puertas eléctricas y en teléfonos inalámbricos. Esta tecnología permite que se puedan enviar señales de control a través del espectro electromagnético. Este tipo de conexión es susceptible a interferencias.

- **Bluetooth**

Es una tecnología de transmisión inalámbrica de datos que trabaja en un rango de radiofrecuencia (2.4 GHz), a través de la cual se puede enviar cualquier tipo de información. En la conexión bluetooth los dispositivos que se van a conectar disponen de transceivers (emisor y receptor) que se comunicarán con dispositivos de el mismo tipo enviando y recibiendo información de uno a uno (la conexión es de dispositivo a dispositivo), esta transmisión se enviará encriptado para evitar interferencias que dañen la información. El alcance máximo de esta tecnología es de 30 m en línea de vista y en aplicaciones domóticas debido a la gran cantidad de obstáculos esta distancia se reduce significativamente, siendo esta una de sus mayores desventajas.

- **Zigbee**

Es el nombre de la tecnología de transmisión inalámbrica de datos proveniente del estándar IEEE 802.15.4 (conexión Wireless), debido a la fiabilidad de la transmisión de datos que proporciona en sus enlaces de corto y largo alcance es considerada como la tecnología apropiada para los procesos domóticos.

- **Wi-Fi**

Esta tecnología permite transmitir información a través de ondas de radio en el espectro radioeléctrico. Su utilidad más grande se ha dado en el ámbito de las redes de datos, y en sistemas domóticos esta tecnología se ha encargado de enlazar las comunicaciones de los teléfonos inteligentes y ligarlos al desarrollo de controles domóticos. Gracias a la disponibilidad de este tipo de comunicación en gran mayoría de los hogares, esta tecnología tiene un perfil muy amplio para el desarrollo de aplicaciones domóticas.

## **2.11 PROTOCOLOS**

Una vez que ya se han definido los elementos y su disposición física, la topología, y la arquitectura de un sistema domótico, queda por definir el tipo de codificación que se aplicara a los datos transmitidos a través de él, ya que el uso de un protocolo permitirá al sistema enviar y recibir información fiable desde cada uno de los elementos hasta el controlador, haciendo que el sistema se vuelva robusto y pueda comunicarse con otros sistemas compatibles.

Desde este punto de vista tenemos en el mercado se podrán encontrar protocolos de tipo propietario (Protocolos desarrollados por empresas), y los protocolos estandarizados (Protocolos creados por varias empresas).



Figura II 15 Protocolos de Comunicación

Fuente: ROCAMORA, Eufemio. 2008, *Diseño y Simulación de un Sistema Domótico para una Vivienda Unifamiliar*, p 36.

### 2.11.1 X10

Debido a que es un protocolo estándar, X10 es compatible con productos de otros fabricantes. Su funcionamiento se basa en la transmisión de señales de control a través del cableado de energía eléctrica de una casa gracias a la tecnología PLC<sup>13</sup> (Power Line Communications) para el control de accionadores y dispositivos finales, los cuales serán los responsables de modificar los parámetros ambientales.

La transmisión de señales de control a través de la tecnología PLC se da utilizando la codificación de pulsos de frecuencia en tramas de información que se repetirán hasta que la información receptada por el decodificador sea la correcta.

Los sistemas X10 utilizan dispositivos conectados directamente a la red eléctrica que se encargan de la codificación y decodificación de las señales.

### 2.11.2 KNX/EIB

Es uno de los protocolos más versátiles en cuanto a la transmisión de información se refiere, ya que puede transmitir sus señales de control a través de codificación

<sup>13</sup> <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/552-plc-power-line-communications>

normalizada para su funcionamiento utilizando medios físicos como: de par trenzado, PLC, red de datos, tecnología RF. Este protocolo es un compendio de varios de los protocolos propietarios y libres que fueron creados en la unión europea y su propósito es abarcar la mayoría de los servicios en un solo sistema que pueda ser compatible con la mayoría de dispositivos. El propósito del protocolo KNX/EIB es el de manejar sus dispositivos con una instalación sencilla que solo requiera de conectarlos y ponerlos en funcionamiento.

### **2.11.3 ZIGBEE**

Es un estándar de transmisiones inalámbricas diseñado con el propósito de comunicar dispositivos a través del espectro radioeléctrico, utilizando radiodifusión digital de bajo consumo basada en las redes inalámbricas de área personal (WIRELESS, WPAN) para la transmisión segura de información con una baja tasa de transmisión de datos y maximizar el uso de las baterías en los dispositivos transmisores.

La tecnología ZigBee ha sido muy utilizada en el área industrial gracias a la facilidad que presenta su instalación y sobre todo a la seguridad en la transmisión de la información, las aplicaciones industriales de envío de estados de maquinaria y procesos, señales de alarma y señales de control se han visto beneficiadas gracias a la seguridad que ofrece esta tecnología.

En el área de la domótica se prevé que la comunicación ZigBee sea la partida de inicio para el desarrollo a gran escala de sistemas eficientes y que estén al alcance de gran parte de los usuarios.

## **2.12       NORMATIVA DOMÓTICA**

### **2.12.1 NORMA Y ESPECIFICACIÓN**

Por definición una norma es un conjunto de preceptos establecidos por leyes, dictadas por entidades encargadas de la regulación de sus respectivas áreas, no así, las especificaciones son documentos internos utilizados por empresas para el desarrollo y correcto funcionamiento de sus procesos, aquí se determinan las especificaciones técnicas y los requerimientos necesarios para llevar a cabo su trabajo. En los sistemas domóticos estas

normativas están asociadas con el diseño, desarrollo e implementación de cada uno de sus diferentes protocolos y las especificaciones técnicas están relacionados directamente con el uso e instalación de los dispositivos.

## **2.13 SISTEMAS DOMÓTICOS EN EL ECUADOR.**

### **2.13.1 DESARROLLO Y SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS EN AL PAÍS**

En el Ecuador los sistemas domóticos han tenido un avance muy lento desde el uso de ascensores y escaleras eléctricas en centros comerciales, edificios gubernamentales y empresas privadas, hasta el desarrollo de aplicaciones domésticas y en pequeñas empresas, tales como lectores de huellas digitales, tarjetas magnéticas, luces crepusculares, puertas eléctricas y automáticas, etc. Este desarrollo se ha dado de manera aislada, es decir, que cada una de las aplicaciones funcionaban sin compartir información una con la otra.

Partiendo de este punto aparecieron sistemas pequeños que conjugaban varias de las aplicaciones en un funcionamiento conjunto, compartiendo señales de activación y de estado, el problema aquí radicó en que mientras más aplicaciones se adjuntaban a los sistemas aparecían más inconvenientes, desde el punto de vista de la instalación y la automatización, estos pequeños sistemas se volvían incontrolables ya que la complejidad inherente a cada dispositivo nuevo que se iba incluyendo en el sistema aumentaba de forma exponencial, dificultades relacionadas a la mecánica del sistema, al cableado y la configuración de varios de los dispositivos hicieron necesario la creación de sistemas más robustos y con nuevas necesidades.

El uso de protocolos para la transmisión de la información y topologías de conexión e instalación hicieron que estos sistemas tengan nuevos requerimientos y con ellos nuevos beneficios, es así que surgió la necesidad de estándares domóticos, sistemas compactos con codificación de datos y con cableados reducidos que hacen que la instalación sea más rápida y segura.

### **2.13.2 SISTEMAS DOMÓTICOS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

En la ciudad de Riobamba el desarrollo de tecnología, en específico la domótica se ha relegado debido principalmente al factor socioeconómico por el que está atravesando la ciudad, la provincia y en general el país. Si se habla concretamente de la educación como la base de cualquier sociedad y la relacionamos con el desarrollo tecnológico y las actividades económicas, nuestra ciudad atraviesa un debacle en esta área ya que al ser poseedores de altos niveles de analfabetismo y al no contar con planes de alfabetización la situación económica y aún más la tecnológica se encuentran muy limitadas desde sus cimientos, realidad que no solo afecta a la ciudad sino también al país. Otros factores como la falta de industrias, el desarrollo vial y la falta de atención de parte de los gobiernos locales y nacionales han hecho que esta ciudad tenga un crecimiento muy lento respecto a las posibilidades de desarrollo que posee. Todos estos factores influyen directamente sobre la evolución de la domótica en la ciudad.

La domótica como tal ha ido dando pequeños pasos en su crecimiento en la ciudad, si se habla de la utilización de dispositivos meramente de uso domótico, en la ciudad como en el país el escenario es muy similar. El uso de aplicaciones domóticas de manera aislada cubre un porcentaje muy alto en el total de las instalaciones, dispositivos tales como lectores de huellas dactilares, cámaras de vigilancia, puertas automáticas, luces y pequeños sistemas de seguridad, cubren gran parte del desarrollo domótico, pero el problema aquí radica en que cada una de estas aplicaciones no comparte información con ninguna de las otras que se encuentren instaladas ya que son únicamente de funcionamiento aislado.

El propósito de la domótica es crear un ambiente de confort que mejore la calidad de vida en los hogares y para ello se han desarrollado varias opciones que se pueden ajustar al desarrollo habitacional de la ciudad.

### **2.14 ¿QUÉ ES UNA URBANIZACIÓN?**

La palabra Urbanización hace referencia a un conjunto de construcciones levantadas en lugares que anteriormente eran zonas rurales y se encontraban alejadas de la ciudad, concebidas como un conjunto de viviendas que se rigen a un concepto integral, por lo general se encuentran construidas como un solo proyecto y están aprobadas por

la autoridad pública responsable. Al momento de desarrollar la planificación de una urbanización es necesario que el terreno sea dividido en secciones poligonales destinadas a la construcción de viviendas e infraestructura, todas estas construcciones deben contar con todos los servicios básicos y servicios añadidos que dependerán el lugar geográfico y el nivel económico de los habitantes del lugar.

## **2.15 SITUACIÓN DE LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

Actualmente en la ciudad de Riobamba las urbanizaciones han tenido un crecimiento exponencial, ya que el requerimiento habitacional también ha ido creciendo. La mayor parte de urbanizaciones proyectadas para el presente año se encuentran en ubicaciones perimetrales a la ciudad, mientras solo un pequeño porcentaje de las mismas se encuentran en construcción o ya se encuentran habilitadas en lugares pertenecientes al perímetro urbano.

Desde el año 2000 hasta el 2009 se han registrado un total de 46 urbanizaciones aprobadas y funcionales en lugares ya establecidos y regulados por la municipalidad de la ciudad, este número ha ido creciendo de tal forma que hasta el presente año se registran un total de 87 urbanizaciones en proceso de aprobación y construcción.<sup>14</sup>

## **2.16 PROBLEMAS CON LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DOMÓTICOS EN LOS HOGARES DE LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.**

Para la realización de este estudio es necesario que el conjunto absoluto de urbanizaciones existentes en la ciudad de Riobamba se dividan en dos grupos principales, el criterio utilizado para realizar esta clasificación es el tiempo de vida de las urbanizaciones y el lugar en el que se encuentran (teniendo en cuenta que con lugar se hace referencia a si la urbanización se encuentra en un perímetro urbano o no), estas dos características guardan una relación muy estrecha al momento de realizar el análisis respectivo, ya que el tiempo

---

<sup>14</sup> *Ir al Anexo 1*

de vida de una urbanización se encuentra ligado a su ubicación por la sencilla razón de que el crecimiento poblacional ha hecho que la totalidad de las urbanizaciones nuevas tengan que construirse en lugares lejanos al perímetro urbano.

Este criterio de agrupación también nos da una pista muy importante acerca de los problemas que se podrían encontrar en la instalación de un sistema domótico en una urbanización localizada en el perímetro urbano. Ya que las construcciones que cuentan con más de 10 o 15 años de existencia se encuentran localizadas en el perímetro urbano estas adolecen de varios problemas en el diseño y construcción de sistemas eléctricos, esto supone un problema en la instalación domótica ya que la mayoría de soluciones domóticas utilizan como medio de instalación los conductos eléctricos y al no prever una situación de este tipo en estas construcciones se verán envueltos en la necesidad de renovar o readaptar sus instalaciones provocando así un incremento en el coste de instalación de una solución domótica.

Una ventaja que se puede encontrar a partir de esta clasificación es que las urbanizaciones más modernas cuentan en sus planos en construcción con conductos apropiados para las instalaciones eléctricas, cosa que facilita la instalación de un sistema domótico aminorando así los gastos de instalación del mismo.

Fuera de ese criterio de clasificación también existen problemas que aquejan a cualquier tipo de construcción moderna.

La realización de instalaciones eléctricas por personal que no se encuentra capacitado y que no sigue las normas de construcción establecidas para baja tensión acarrea problemas que no solo se verán reflejados en la instalación y funcionamiento de un sistema domótico, sino que también trae problemas con el funcionamiento mismo del sistema eléctrico en su totalidad.

Los errores más frecuentes que se cometen en una instalación eléctrica pueden ser:

- Cantidad inapropiada de tomacorrientes.
- Técnicas inadecuadas de cableado.
- Incorrecto dimensionamiento de los conductores en función del tipo de circuito y la carga conectada.
- Uso de materiales no acordes con las condiciones ambientales del sitio donde se usarán.

- Deficiente señalización del riesgo eléctrico, de los niveles de tensión y de las fases de corriente.
- Muy bajos niveles de aislamiento a causa de la instalación de tomacorrientes con tornillos no apropiados, conexiones y empalmes deficientes y maltrato del conductor en su instalación.
- Inadecuada coordinación entre protecciones y conductores eléctricos.
- Inexistencia de conductor de sistema de puesta a tierra para equipos.
- Se incumplen las distancias mínimas de aproximación para las personas a los equipos eléctricos.
- Uso equivocado de los códigos de colores y marcaciones.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> <http://trabajosdecasa.blogspot.com/2012/12/los-21-errores-mas-comunes-de-las.html>

## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROTOCOLOS**

#### **3 ANÁLISIS DEL ESCENARIO Y SELECCIÓN DE PROTOCOLOS**

Debido a la situación actual de las urbanizaciones en la ciudad de Riobamba, es necesario tener en cuenta varios de los aspectos preponderantes al momento de seleccionar un protocolo de comunicación para un sistema domótico, ya que existen varias características propias de cada estándar y protocolo que se ajustaran más a la realidad del escenario de estudio planteado.

Consideraremos en el análisis datos específicos obtenidos en las visitas de campo a las urbanizaciones como punto de partida en el análisis comparativo, ya que es desde el punto de vista de las instalaciones desde donde se producirá un análisis profundo referente a cada una de las características de los estándares seleccionados.

Los estándares seleccionados para este análisis comparativo basan su funcionamiento en diferentes características de trabajo e implementación y su previa selección se ha dado de acuerdo a esa premisa.

La información que será objeto del análisis comparativo estará sujeta a los mismos parámetros de estudio, de ahí se obtendrán las ventajas y desventajas de cada uno de los protocolos sometiendo esta revisión, a su estudio en un ambiente de similares características para todos los casos.

El factor socio económico de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba es preponderante en la selección de un protocolo para la implementación de un estándar, es así que al momento de tomar una decisión el costo de implementación será uno de los factores con más peso ya que deberá adecuarse a las necesidades y al alcance monetario de los habitantes del lugar de estudio.

Para la realización del análisis comparativo se han tomado en cuenta tres de los protocolos más utilizados en cada una de sus áreas de estandarización, es así que de acuerdo a su funcionamiento y a sus componentes, se analizarán los protocolos X10, KNX/EIB y ZIGBEE, mostrando cada una de sus características y realizando una comparación objetiva de ellas.

### **3.1 PROTOCOLO X10**

X10 es un protocolo estandarizado y funciona como la base del desarrollo de varios de los fabricantes de sistemas domóticos más conocidos en el mundo, es compatible con todos los dispositivos que estén diseñados para funcionar sobre él sin importar la marca que lo fabrique. El sistema X10 utiliza la transmisión de datos a través de corrientes portadoras que pasan por el cableado eléctrico y distribuyen la información a cada uno de los dispositivos que se encuentren conectados al mismo.

#### **3.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

El funcionamiento del sistema X10 se da con el principio de emisión y recepción de datos en los dispositivos conectados al sistema, la transmisión de señales de control se da a través del canal de comunicación que en el caso de los hogares es la línea eléctrica, la señal portadora (señal senoidal de corriente 110 V/60 Hz) es captada por los dispositivos X10 y traducida a pulsos ON, OFF y señal DIMMER.

#### **3.1.2 TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL**

La transmisión de la señal de control del sistema X10 se da al insertar una señal de control en el cruce por cero de la señal de corriente alterna que circula por las líneas de corriente

del hogar. Para realizar la modulación de la señal el sistema X10 utiliza un oscilador opto acoplador que cumple la función de detectar el instante del cruce por cero de la señal senoidal presente en el cableado eléctrico, y en ese instante inserta la señal de control X10 en el semiciclo positivo o negativo de la señal. El sistema de modulación de la señal al trabajar con el cruce por cero de la señal senoidal no distingue entre sistemas europeos o americanos y trabaja de la misma forma en sistemas de 50 Hz y 60Hz.

La codificación de la señal se da usando “1” y “0” lógicos y esta dependerá de cómo se introduzca la señal en los dos semiciclo, este pulso se llama *bit*.

- El 1 lógico se representa por un pulso de 120kHz con una duración de 1 milisegundo.
- El 0 lógico se representa por la ausencia del pulso de 120kHz

Las transmisiones de las señales de control se realizan de igual manera en los sistemas monofásicos y en los sistemas trifásicos, el tren de pulsos se envía de forma simultánea en todas las fases.

Ya que el ciclo de la señal senoidal se transmite en 20ms, este ciclo coincide con el tiempo de transmisión del bit dando una velocidad de transmisión de la información de 50bps en sistemas eléctricos europeos y 60bps en el estándar americano.

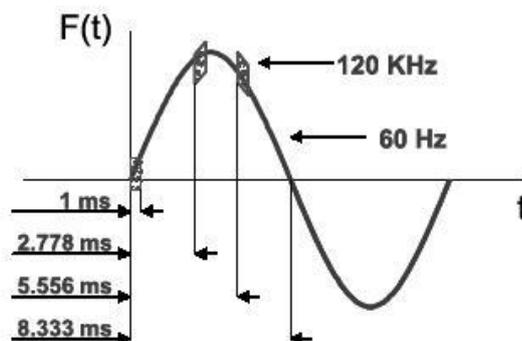


Figura III 16 Principio de transmisión por corrientes portadoras

Fuente: <http://www.scielo.org.co/img/revistas/iei/v25n2/2a06f1.jpg>

La transmisión está dado por una señal de frecuencia muy alta pero de amplitud débil.

### 3.1.3 TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN

La transmisión de la información del protocolo X10 utiliza una trama de información que es transmitida a través de la corriente portadora, la trama de datos de X10 comprende once ciclos de corriente, esta trama de datos contiene tres campos de información que son:

- Los dos primeros ciclos comprenden un **CÓDIGO DE INICIO** que es único y siempre se repite para todas las señales de control **1110**.
- Los siguientes cuatro ciclos comprenden el **CÓDIGO DE CASA** y se puede utilizar de entre un intervalo de letras (A - P).
- Los últimos cinco ciclos corresponden a el código numérico, puede ir desde (1 - 16), este código contiene la **SEÑALES DE CONTROL** (ON, OFF, AUMENTO Y DISMINUCIÓN DE INTENSIDAD), a este código se le han dado varios nombres de acuerdo al fabricante (**CÓDIGO DE FUNCIÓN, CÓDIGO DE UNIDAD**).

Para asegurar el envío y recepción de la información, el protocolo ha establecido que la trama de información debe ser enviada dos veces por cada pulso dado en el sistema, este par de tramas estarán separadas por tres ciclos completos de corriente. Solamente en casos en los que le pulso de control suponga un aumento o disminución de intensidad las tramas se enviarán sin los tres ciclos de separación.



Figura III 17 Trama estándar X10

Fuente: <http://www.domoticaviva.com/X-10/figuras/trama.jpg>

Para tener una idea más clara de cómo se realiza la transmisión de información a través del protocolo X10, se muestra de forma gráfica los segmentos de las tramas de información y la codificación utilizada.

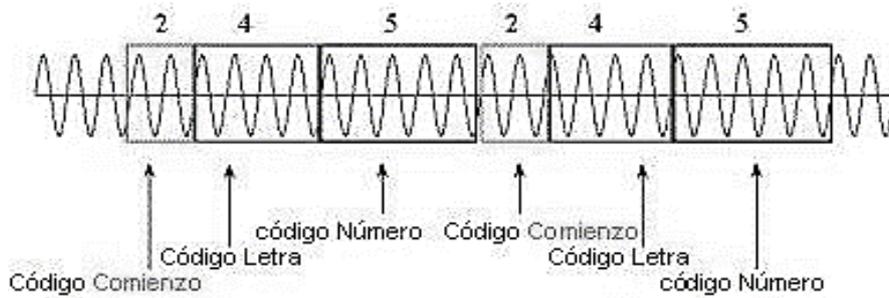


Figura III 18 Ciclos de la trama de transmisión del protocolo X10

Fuente: <https://opendomotica.files.wordpress.com/2008/11/img6.jpg>

Ordenando la información en forma de pulsos en los cruces por cero de la onda senoidal tenemos lo siguiente:

- El código de inicio que siempre es el mismo 1110 y se repite siempre en los dos primeros ciclos de corriente.
- Los siguientes cuatro ciclos comprenden los 8 bits de información correspondiente al código de casa, este código transmite cada bit con su complemento correspondiente ( $H1, \overline{H1}, H2, \overline{H2}, H4, \overline{H4}, H8, \overline{H8}$ ).
- Los últimos cinco ciclos contienen la señal de control codificada con 10 bits, cinco de ellos son los códigos de acción y sus correspondientes complementarios ( $D1, \overline{D1}, D2, \overline{D2}, D4, \overline{D4}, D8, \overline{D8}, D16, \overline{D16}$ ).

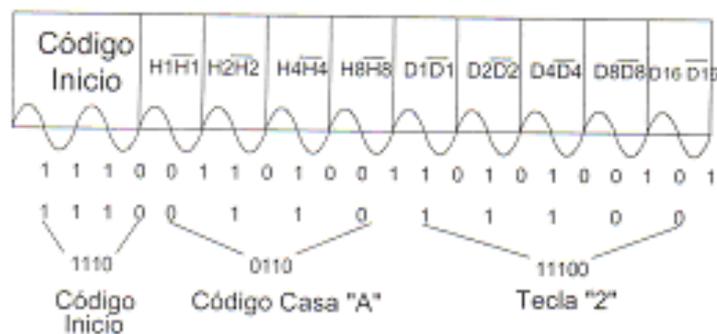


Figura III 19 Trama de bits X10

Fuente: <http://html.rincondelvago.com/000530303.png>

### 3.1.4 PROTOCOLO EXTENDIDO X10

Además de todas las características de funcionamiento básicas del protocolo X10 que se han revisado, existe una extensión del protocolo que permite realizar la transmisión codificada con bits de varias peticiones que responden a las necesidades de los dispositivos que se van a acoplar al sistema X10. Así tenemos la siguiente codificación:

Tabla III.1 Códigos Binarios del Protocolo X10

CODIGO DE CASA					CODIGO DE UNIDAD					
	H1	H2	H4	H8		D1	D2	D4	D8	D16
A	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
B	1	1	1	0	2	1	1	1	0	0
C	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0
D	1	0	1	0	4	1	0	1	0	0
E	0	0	0	1	5	0	0	0	1	0
F	1	0	0	1	6	1	0	0	1	0
G	0	1	0	1	7	0	1	0	1	0
H	1	1	0	1	8	1	1	0	1	0
I	0	1	1	0	9	0	1	1	0	0
J	1	1	1	0	10	1	1	1	0	0
K	0	0	1	0	11	0	0	1	0	0
L	1	0	1	0	12	1	0	1	0	0
M	0	0	0	1	13	0	0	0	1	0
N	1	0	0	1	14	1	0	0	1	0
O	0	1	0	1	15	0	1	0	1	0
P	1	1	0	1	16	1	1	0	1	0
OFF TODAS LAS UNIDADES						0	0	0	0	1
ON TODAS LAS UNIDADES						0	0	0	1	1
ENCENDER						0	0	1	0	1
APAGAR						0	0	1	1	1
ATENUAR INTENSIDAD						0	1	0	0	1
AUMENTAR INTENSIDAD						0	1	0	1	1
APAGAR TODAS LAS LUCES						0	1	1	0	1
CODIGO EXTENDIDO						0	1	1	1	1
PETICION DE SALUDO (1)						1	0	0	0	1
ACEPTACION DE SALUDO						1	0	0	1	1
ATENUACION PREST (2)						1	0	1	X	1
DAT. EXTEND. (ANALOGICO 3)						1	1	0	0	1
ESTADO = ON						1	1	0	1	1
ESTADO = OFF						1	1	1	0	1
PETICION DE ESTADO						1	1	1	1	1

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

El número de funcionalidades que aumentan en el sistema no tiene que ver con el uso de más bits en la codificación, sino con más funciones requeridas en los dispositivos que se van a acoplar al sistema como peticiones de estado y de saludo, lo que le da al sistema un estado de bidireccionalidad.

Tabla III II Código Extendido del sistema X10

<b>CODIGO EXTENDIDO</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>PETICION DE SALUDO (1)</b>	1	0	0	0	1
<b>ACEPTACION DE SALUDO</b>	1	0	0	1	1
<b>ATENUACION PREST (2)</b>	1	0	1	X	1
<b>DAT. EXTEND. (ANALOGICO 3)</b>	1	1	0	0	1
<b>ESTADO = ON</b>	1	1	0	1	1
<b>ESTADO = OFF</b>	1	1	1	0	1
<b>PETICION DE ESTADO</b>	1	1	1	1	1

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

### 3.1.5 FUNCIONAMIENTO DEL PROTOCOLO

Utilizando la información antes mencionada podremos comprender con un ejemplo práctico como se realiza la transmisión de los datos en el protocolo de comunicaciones X10.

Así el funcionamiento se describe en los siguientes pasos:

- Al haber un accionamiento o una señal de entrada en el sistema, el elemento accionado provoca el envío de información codificada correspondiente al datagrama B3 que en codificación del protocolo correspondería al número binario ( $B = 1110\ 3 = 00100$ ).
- El código binario será transformado a pulsos de frecuencia y se transmitirá a través de la corriente portadora hasta los dispositivos accionadores.
- El receptor reconocerá la trama de datos y verificará la validez de cada uno de los campos de información para así identificar la señal de control que se ha enviado.

Si por ejemplo desde una unidad de control se envía un código de encendido o apagado total, el sistema sobrepone la orden sin importar el estado de los actuadores, es decir, que si una lámpara está encendida y recibe la orden de encendido total, esta vuelve a tomar el estado de encendido.

Se conoce que pueden ser instalados un total de 256 dispositivos en la red, ya que soporta 16 grupos de direcciones, a los cuales de los denomina códigos de casas.

### **3.1.6 COMPONENTES DEL SISTEMA X10**

#### **3.1.6.1 MÓDULOS DEL SISTEMA X10**

El sistema domótico X10 posee varios módulos de comunicación del sistema con la parte física de la instalación, estos se clasifican en tres grupos:

#### **SENSORES**

Estos reciben información del entorno de trabajo y la transforman de tal manera que el sistema la pueda comprender, el sistema X10 dispone de los siguientes tipos de sensores:

- Sensores de presencia X10
- Detector de movimiento interior X10
- Sensor magnético de puertas y ventanas X10
- Detector de rotura de cristales X10
- Termostato X10
- Sensores no X10 adaptados



*Figura III 20 Sensor de presencia X10*

*Fuente: <http://www.diy-ha.com/images/motion.jpg>*

## CONTROLADORES

Son los dispositivos que se conectan directamente a la red eléctrica y tienen la función de gobernar sobre el funcionamiento de todos los demás módulos que estén conectados al sistema X10.

Para que un sensor envíe información o un actuador realice una acción de control, necesita de la presencia de una señal de mando que se envía y recibe a través de los controladores.

Los módulos controladores que dispone el sistema X10 son:

- **Programador PC + Software.** Sirve para la programación de eventos, programar períodos de tiempo, programaciones horarias, etc.
- **Mini programadores.** Se encarga de la programación básica de monitores, teclados, definir zonas horarias. etc.
- **Controladores telefónicos.** Permite controlar los dispositivos a través del teléfono.
- **Mandos a distancia multimedia.**



*Figura III 21 Controlador telefónico X10*

*Fuente: [http://latiendadedomotica.com/375-thickbox\\_default/consola-de-seguridad-alarma-y-controlador-x10-telefonico-sc9000-maxicontrolador.jpg](http://latiendadedomotica.com/375-thickbox_default/consola-de-seguridad-alarma-y-controlador-x10-telefonico-sc9000-maxicontrolador.jpg)*

## ACTUADORES

Los actuadores están creados con el propósito de realizar el control de los aparatos que se desea manejar en el sistema domótico, estos se conectan directamente a la corriente eléctrica y del otro lado se conectan los dispositivos a controlar (motores de persianas, puertas, ventanas, calefactores, etc.).

Los actuadores disponibles en el sistema X10 son:

- Módulos de aparatos de potencia.
- Módulos de iluminación.
- Módulos de persianas.



Figura III 22 Modulo Actuador X10

Fuente: [http://latiendadedomotica.com/118-large\\_default/modulo-x10-para-regular-y-encender-apagar-una-lampara-de-enchufe-lm12.jpg](http://latiendadedomotica.com/118-large_default/modulo-x10-para-regular-y-encender-apagar-una-lampara-de-enchufe-lm12.jpg)

### 3.1.7 TIPOLOGÍA DE DISPOSITIVOS X10

Esta clasificación se realiza de acuerdo a la función que realicen los dispositivos y de acuerdo a ello también se les asignado diversos logotipos.

#### 3.1.7.1 TRANSMISORES

Un transmisor se encarga de enviar una señal codificada por la red eléctrica desde 1 hasta 256 dispositivos, mientras que varios transmisores pueden enviar señales al mismo módulo.



Figura III 23 Logotipo Transmisor X10

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos99/sistema-domotico-x-10/image003.png>

### 3.1.7.2 RECEPTORES

Un receptor toma la señal codificada enviada a través de la red eléctrica por el transmisor y como respuesta envía un pulso de encendido o apagado al actuador, estos receptores también pueden interactuar a la vez con 256 direcciones de dispositivos.



Figura III 24 Logotipo Receptor X10

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos99/sistema-domotico-x-10/image004.png>

### 3.1.7.3 BIDIRECCIONALES

Este dispositivo cuenta con una función especial de respuesta y confirmación de la información recibida, lo cual es de gran utilidad si el sistema X10 se encuentra conectado a un computador desde donde se pueda monitorear el estado de los dispositivos conectados.



Figura III 25 Logotipo Bidireccional.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos99/sistema-domotico-x-10/image005.png>

### 3.1.7.4 INALÁMBRICOS

Este dispositivo permite controlar los distintos actuadores del sistema de manera inalámbrica utilizando el espectro radioeléctrico con transmisiones RF, y se han hecho muy populares en controles a distancia de las puertas eléctricas de garajes, etc.

Estos dispositivos inalámbricos no pueden controlar directamente un actuador del sistema X10, ya que la señal de control debe ser recibida por un transductor y debe ser ingresada al sistema de red eléctrica para desde ahí llegar al dispositivo que se quiere controlar.



Figura III 26 Logotipo Inalámbrico

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos99/sistema-domotico-x-10/image006.png>

### 3.1.8 FILTROS Y ACOPLADORES

Debido a que el medio de transmisión de la información es la red eléctrica, las señales de control transmitidas a través de este medio corren el riesgo de sufrir interferencias producidas por factores de funcionamiento de la misma red o por señales de control provenientes de otros hogares que se encuentren conectados a la misma red eléctrica.

En el caso de que se tenga una instalación trifásica la consideración a tener en cuenta es que, es primordial que un módulo emisor de señales de control que esté conectado únicamente a una de las fases de la instalación pueda controlar a todos los dispositivos que se encuentren conectados en cualquiera de las fases de la red eléctrica.

Es por esta razón que es indispensable que en una instalación domótica X10 se ubiquen filtros/acopladores que harán que las señales no se fuguen del área de automatización y ayudara a que se acoplen las señales provenientes de emisores conectados en diferentes fases que un receptor.



Figura III 27 Filtro/Acoplador

Fuente: <http://www.domoticaviva.com/Tienda/X10/images/XTP040704.jpg>

La instalación de un filtro/acoplador en una red trifásica se da empleando un filtro en cada fase, este filtro estará conectado de un lado del dispositivo a la línea de fase y del otro lado al neutro como se muestra en el esquema de conexiones.

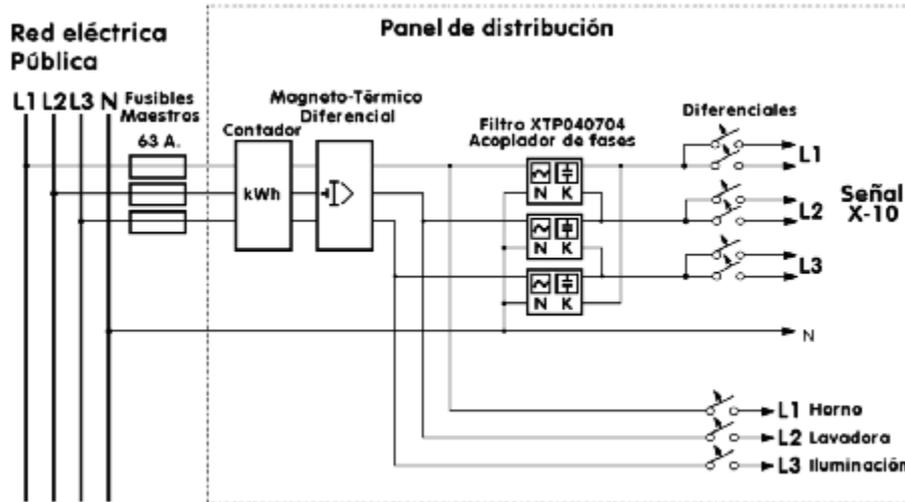


Figura III 28 Instalación del Filtro/acoplador.

Fuente: <http://www.superinventos.com/images/S110415A.gif>

### 3.1.9 ESTRUCTURA DEL SISTEMA X10

En el sistema domótico X10 la estructura principal de la conexión es similar a la arquitectura en bus de datos, ya que toda la información es codificada e insertada a la red eléctrica, los filtros/acopladores limitan la circulación de los pulsos de frecuencia al ámbito del hogar, los dispositivos receptores tomaran la información que ha sido calibrada en cada dispositivo identificando así el código de casa y el código de control para reaccionar al pulso enviado.

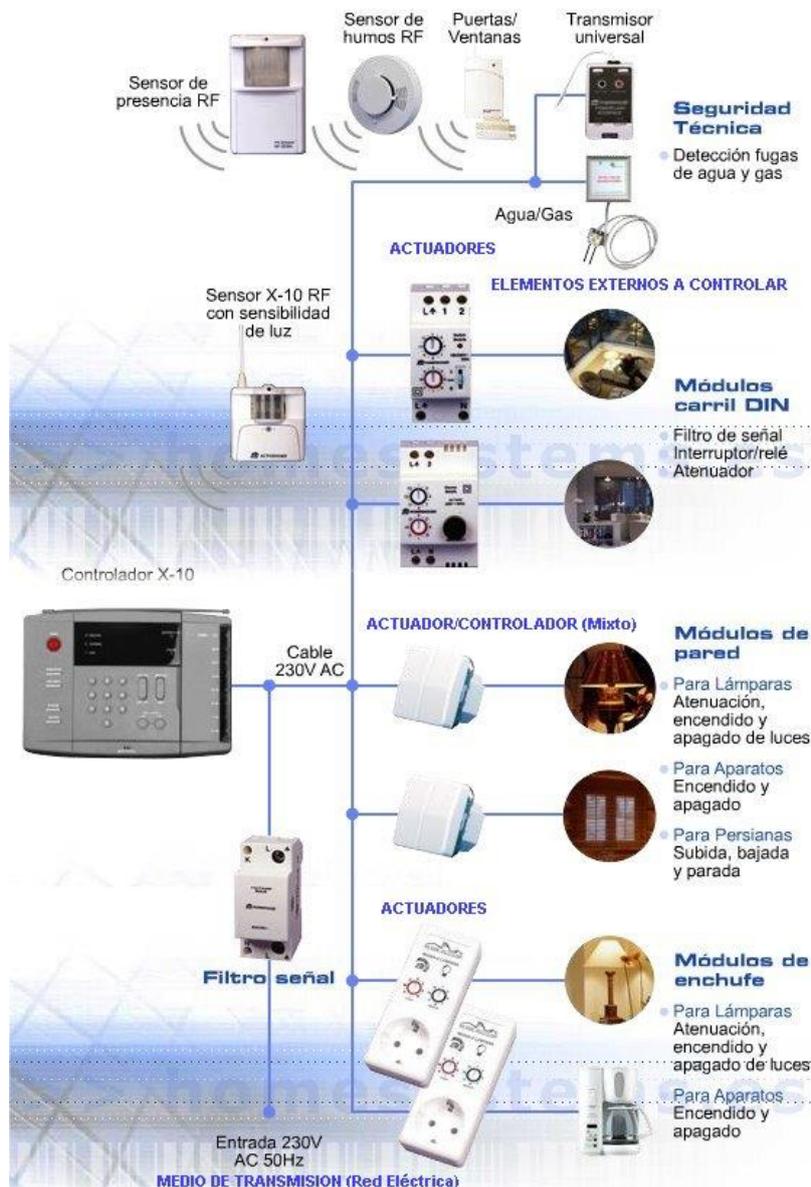


Figura III 29 Estructura del sistema X10

Fuente: <http://www.domoticaviva.com/noticias/062-151205/estructura.jpg>

### 3.1.10 CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO X10

En síntesis las características principales del funcionamiento del protocolo transmisión de datos domótico X10 son:

- Es un sistema de control descentralizado, es decir, que cualquier dispositivo que se encuentre conectado al sistema puede enviar y recibir datos.
- Permite controlar un número de hasta 256 dispositivos en una misma instalación.
- Ancho de banda reducido.

- Su ámbito de aplicación se reduce a viviendas unifamiliares.
- Reconfigurable.
- De fácil manejo e instalación.
- Arquitectura distribuida.
- Flexible y ampliable.
- Transmisión a través de un elemento común en todas las construcciones.<sup>16</sup>

### **3.1.11 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN**

Para el desarrollo de un sistema de control domótico fundamentado en el uso del protocolo X10 se ha establecido bajo el estudio de los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba que los dispositivos necesarios para el nivel de automatización requerida son actuadores para las conexiones de iluminación, actuadores para las persianas, actuadores de control de automatización de motores para puertas y ventanas y sensores con codificadores de señal X10, y ya que la conexión utilizada será la línea de corriente del hogar, el costo de una instalación con el protocolo X10 se reduce a los elementos que se conectarían a la red eléctrica, así, el límite aceptable de extensión de un hogar para la correcta transmisión de señales X10 es un área de construcción de 250m<sup>2</sup> teniendo en cuenta estas consideraciones el costo aproximado de instalación y puesta en marcha es de alrededor de 500 a 750 dólares.<sup>17</sup>

### **3.2 PROTOCOLO KNX/EIB**

Es un estándar diseñado para el desarrollo de aplicaciones domóticas proveniente de Europa, en este se encuentra integradas varias de las tecnologías de automatización y control automático de hogares y edificaciones que pueden ir desde la automatización de lugares pequeños hasta sistemas grandes y complejos.

---

<sup>16</sup> ROMERO, Cristóbal; VÁSQUEZ, Francisco; DE CASTRO, Carlos, *DOMÓTICA E INMÓTICA Viviendas y edificios inteligentes*, 2011, p 132.

<sup>17</sup>[http://www.domodesk.com/modulos-x10.htm#%21\\_\\_\\_SID=U&dir=asc&l=0&limit=48&mode=grid&order=position&p=1](http://www.domodesk.com/modulos-x10.htm#%21___SID=U&dir=asc&l=0&limit=48&mode=grid&order=position&p=1)

### **3.2.1 ORIGEN DEL PROTOCOLO KNX/EIB**

Este protocolo se originó a partir de la aparición de otro estándar europeo muy conocido (EIB Bus Europeo de Instalación), el cual está basado en la transmisión de información a través de un bus de datos al cual están conectados todos los dispositivos.

La arquitectura que se utilizó para el desarrollo del KNX/EIB es la misma en la cual se basó el desarrollo del estándar europeo EIB, ya que cuenta con un sistema descentralizado en donde cada uno de los elementos conectados al bus de datos inserta su información la cual recorrerá el bus hasta encontrarse con el destinatario de la información.

Esto se traduce a que una vez que cualquier sensor del sistema detecte un cambio en el entorno (luz, temperatura, movimientos, humedad, etc.), se enviarán señales de control que serán recibidas por los actuadores y estos realizarán su acción determinada.

#### **3.2.1.1 EL ESTÁNDAR EIB**

Una vez que inicio el desarrollo de sistemas domóticos independientes en todo el planeta, países como Estados Unidos y Japón no tardaron en lanzar sus propias versiones de protocolos los cuales tenían características únicas de acuerdo al fabricante, esto hizo que en países europeos como Francia y Alemania empiece el desarrollo de sistemas domóticos cuya característica principal fue la necesidad de unir todas las tecnologías utilizadas hasta ese entonces en un solo protocolo estándar encargado de unificar todos sus antecesores y de esa forma sacarle una gran ventaja al mercado de la domótica en el continente europeo.

#### **3.2.1.2 EL ESTÁNDAR KNX**

Debido a que cada uno de los estándares creados hasta ese entonces en la unión europea no conseguían conciliar todas las necesidades de los sistemas domóticos en hogares edificios y oficinas, surgió un nuevo estándar domótico a manos de la empresa KONNEX que tomó el nombre de KNX.

Este nuevo estándar se encargaba de unificar tres de los más importantes protocolos que hasta entonces eran los principales en el mercado (BatiBus, EIB y EHS), y creó un nuevo estándar que ofrecía los beneficios de todos sus antecesores en un solo protocolo, llegando

así a todos los sectores, edificaciones y aplicaciones que tengan un fin domótico, creando un protocolo que tenga una buena relación entre el precio y la calidad.



Figura III 30 Logotipo KNX

Fuente: [http://www.knx.org/fileadmin/template/images/logos/knx\\_logo\\_testlr.gif](http://www.knx.org/fileadmin/template/images/logos/knx_logo_testlr.gif)

La razón de que a este protocolo se lo llame KNX/EIB es que su núcleo de funcionamiento está basado directamente en el estándar EIB y las aplicaciones y nuevos dispositivos físicos que expanden su topología están basados en Batibus y EHS.

Es así que en el desarrollo del protocolo KNX/EIB referiremos la información al protocolo base EIB.

### 3.2.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN DEL PROTOCOLO KNX/EIB

Los medios de transmisión son los siguientes:

#### 3.2.2.1 CABLEADO

Existen diversos tipos de medios físicos por los cuales se transmitirá la información del protocolo KNX/EIB, ya que al ser un protocolo que maneja varias tecnologías, este también ofrece varios tipos de instalaciones físicas para su desarrollo así tenemos:

- **PLC (Power Line Comunication).** Aprovechando la red eléctrica este protocolo utiliza ondas portadoras para enviar la información necesaria para el control del sistema domótico, utiliza un par de variantes de la tecnología que son:  
**PL 110.** Transmite información a través de la línea eléctrica a una frecuencia de 110 kHz con una velocidad de 1200 bps funciona con cualquier dispositivo knx.

**PL 132.** Transmite información a través de la línea eléctrica a una frecuencia de 132kHz con una velocidad de 2400 bps funciona en la misma línea de conexión pero solo con dispositivos que tengan un convertidor.

- **Par trenzado.** Utiliza cables de cobre recubiertos y trenzados entre sí para evitar la inserción de ruido en las tramas de información que por ahí se trasladan, al igual que con las líneas eléctricas, este también tiene una sub clasificación que la conforman:

**TPO.** Es un medio de transmisión de datos que posee una velocidad de transmisión de 4800bps.

**TPI.** Es un medio de transmisión con una velocidad de transferencia de datos de 9600 bps funciona únicamente con transmisiones en el mismo tipo de línea.

- **Radio frecuencia.** Usa dispositivos capaces de transferir información desde el emisor al receptor utilizando el espectro radioeléctrico a una distancia de 300m a campo abierto, también utiliza dispositivos infrarrojos para el uso de control remoto.
- **IP.** Utiliza las conexiones de red para insertar señales de control que serán transmitidas hasta los dispositivos finales, para esta transición de información este tipo de comunicación utiliza dispositivos especiales que convierten la información de forma tal que pueda ser receptada por la red, también utiliza pasarelas de comunicación como cables de fibra óptica.

Tabla III III Áreas de aplicación para los medios físicos KNX

<b>ÁREAS DE APLICACIÓN PARA LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN KNX</b>			
<b>MEDIO</b>	<b>TRANSMISION VIA</b>	<b>AREAS DE APLICACIÓN</b>	<b>VELOCIDAD DE TRANSMISION</b>
<b>Par Trenzado</b>	Bus de control independiente	Instalaciones nuevas, tiene nivel máximo de fiabilidad en la transmisión	TP 0: 4800 bps TP 1: 9600 bps
<b>Red Eléctrica</b>	Red existente (debe disponer de neutro)	Lugares donde no se necesite un cable de control adicional	PL 110: 1200 bps PL 132: 2400 bps
<b>Radio Frecuencia</b>	Radio	Lugares donde no se puede o no se desea instalar un cableado	RF: 38.4 kbps (desarrollado por el estándar KNX)

Fuente: ARCHUNDIA, F. M. (2003). Wireless Personal Área Network (WPAN) & Home Networking. Puebla

### **3.2.3 ESTRUCTURA FÍSICA DEL SISTEMA KNX/EIB**

Son los elementos físicos que conforman la estructura principal de una instalación EIB/KNX y son:

#### **3.2.3.1 SISTEMA DESCENTRALIZADO**

El protocolo KNX/EIB no tiene ningún dispositivo de control central que reciba y envíe de vuelta la información, ya que ha priorizado el uso de micro controladores individuales en cada uno de los dispositivos pertenecientes al estándar.

#### **3.2.3.2 FLEXIBILIDAD**

Se puede instalar en varios niveles de un edificio o de un hogar y de acuerdo a las necesidades del lugar se puede ampliar o cambiar sin tener que mover ningún dispositivo sino solamente cambiando la configuración de los módulos conectados y los nuevos que se aumentarán al sistema.

### **3.2.3.3 TOPOLOGÍA**

La topología estándar o habitual en la construcción e instalación de un protocolo KNX/EIB es la conexión en bus de datos, aunque en varios escenarios también se puede utilizar la topología de estrella de árbol o mixta. Sin embargo queda excluida de forma terminante que se realice la conexión en anillo o en bucle de datos.

### **3.2.4 ESTRUCTURA LÓGICA DEL SISTEMA KNX/EIB**

El protocolo KNX utiliza el sistema de bus de datos como su plataforma base de desarrollo ya que esta se adapta con mucha facilidad al desarrollo de las aplicaciones domóticas y al estado de las instalaciones físicas que se quieran realizar. La capacidad de conexiones del Bus de datos del sistema KNX puede abarcar hasta 60000 dispositivos, teniendo en cuenta el gran número de aparatos que se pueden conectar al sistema de Bus de datos, se debe planificar su instalación teniendo muy en claro el funcionamiento base del sistema, el mismo que está dividido en dos criterios : líneas y áreas.

#### **3.2.4.1 LÍNEAS**

Una línea dentro de los criterios de un protocolo de transmisión de datos para sistemas domóticos KNX/EIB es considerada como la unidad más pequeña de la estructura del protocolo, también se la conoce con el nombre de *segmento de línea* y debido a su condición esta debe cumplir con varias normas que garantizan su funcionamiento.

- Debe existir un número máximo de segmentos de línea no mayor a 4.
- El máximo número de dispositivos conectados a un segmento de línea si la utilización de dispositivos repetidores es de 64.
- El número máximo de fuentes de alimentación dedicado por línea es de 2.
- La distancia máxima desde la fuente de alimentación al elemento accionador es de 350m.
- La distancia máxima existente entre dos dispositivos es de 700m.
- La distancia total máxima que debe tener un conductor es de 1000m.

Ya en un escenario real el número de dispositivos conectados a una línea o segmento de línea va a depender de la capacidad de la fuente y del consumo individual que tengan cada uno de estos dispositivos.

La ventaja de que cada una de las líneas principales y segmentos de línea tengan su propia alimentación es la garantía de que su funcionamiento permanezca normal aun cuando ocurra algún fallo en alguna de las líneas.

Las topologías permitidas en usando segmentos de línea pueden ser:

- Bus de datos en línea.
- Árbol.
- Estrella.

Distribución en línea, donde todos los dispositivos están conectados al bus principal compartiendo la información por un mismo canal, nótese que en esta disposición de instalación no puede existir un bucle de información.

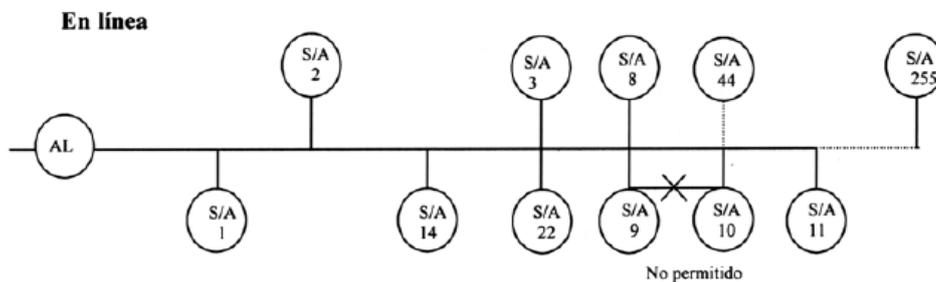


Figura III 31 Disposición en línea

Fuente: GRANADA, Lanz. CURSO DOMOTICA SISTEMA KNX/EIB. 2009. Pág. 17

La distribución en árbol se basa en las interconexiones de segmentos de líneas desde cada uno de los puntos o nodos formando sus propias ramificaciones, en este tipo de conexión también está prohibido el uso de bucles de información.

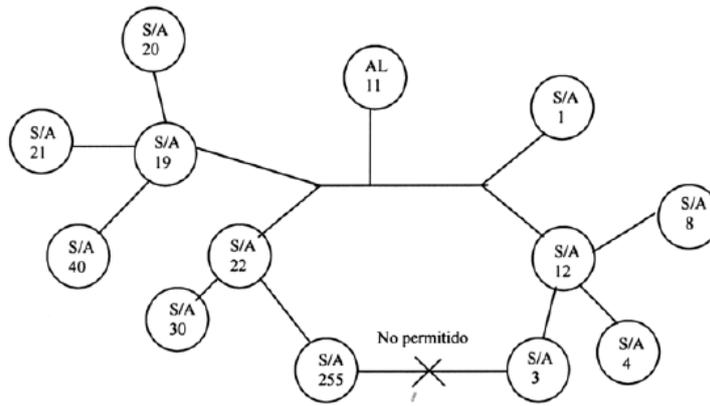


Figura III 32 Disposición en Árbol

Fuente: GRANADA, Lanz. CURSO DOMOTICA SISTEMA KNX/EIB. 2009. Pág. 17

La distribución en estrella especifica que todos los segmentos de línea tendrán un punto en común donde la información proveniente de todos los dispositivos confluya, al igual que en las disposiciones anteriores está prohibido el uso de bucles de información.

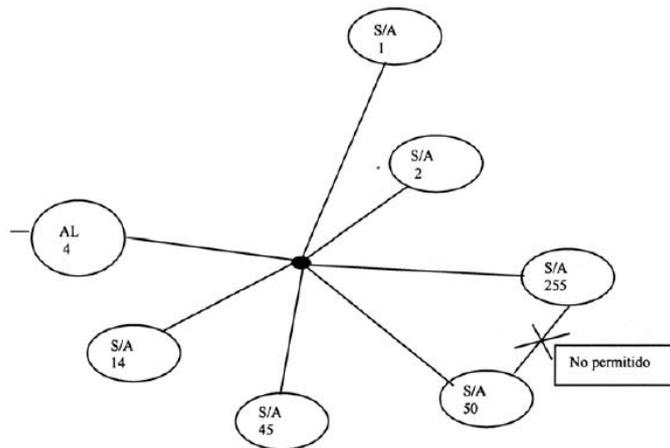


Figura III 33 Distribución en estrella.

Fuente: GRANADA, Lanz. CURSO DOMOTICA SISTEMA KNX/EIB. 2009. Pág. 18

### 3.2.4.2 ÁREA O ZONA

Para el empleo del sistema KNX/EIB en topologías que comprendan el uso de más de una línea es necesario la formación de áreas o zonas de trabajo en las cuales deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- Se debe conectar un número de líneas no mayor a 15
- Para cada una de las líneas pertenecientes al área se debe conectar un acoplador de línea (AL).
- Cada una de estas líneas a su vez debes estar conectadas a un acoplador de área (AA).
- Cada una de las líneas pertenecientes a un área definida llevará una o dos fuentes de alimentación dedicadas, esto dependerá directamente del número de dispositivos conectados a la línea, la longitud de la línea y la potencia que consuma.

Por medio de estos acopladores de líneas (AL) dos o más dispositivos se podrán comunicar entre sí.

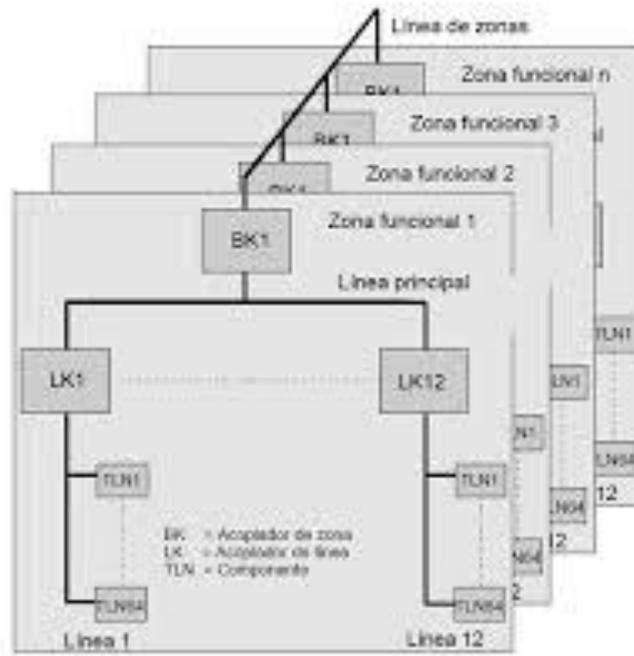


Figura III 34 Estructura de KNX, Líneas y Áreas

Fuente:

[http://1.bp.blogspot.com/\\_hYggnm8t2dE/S9SZjGiigqI/AAAAAAAAAIQ/IVXMfEUbHAA/s320/zonas.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_hYggnm8t2dE/S9SZjGiigqI/AAAAAAAAAIQ/IVXMfEUbHAA/s320/zonas.jpg)

### 3.2.4.3 SISTEMA TOTAL KNX/EIB

El sistema completo está formado por todos los elementos actuadores siguiendo las indiciones con los valores predeterminados para cada línea y área,

Es decir que un sistema completo tendrá:

- Un total de 64 componentes (en caso de que la línea no tenga ampliación), y 255 en caso de utilizar alguna ampliación.
- 15 segmentos de línea conectados con un acoplador de línea (AL) a la línea principal.
- 15 áreas conectadas con su respectivo acoplador de área (AA) a una línea de área principal.

Un total de 14400 elementos estarán conectados directamente al bus en la disposición de LÍNEA – ÁREA, dependiendo del tipo de instalación se utilizarán las áreas y líneas necesarias.

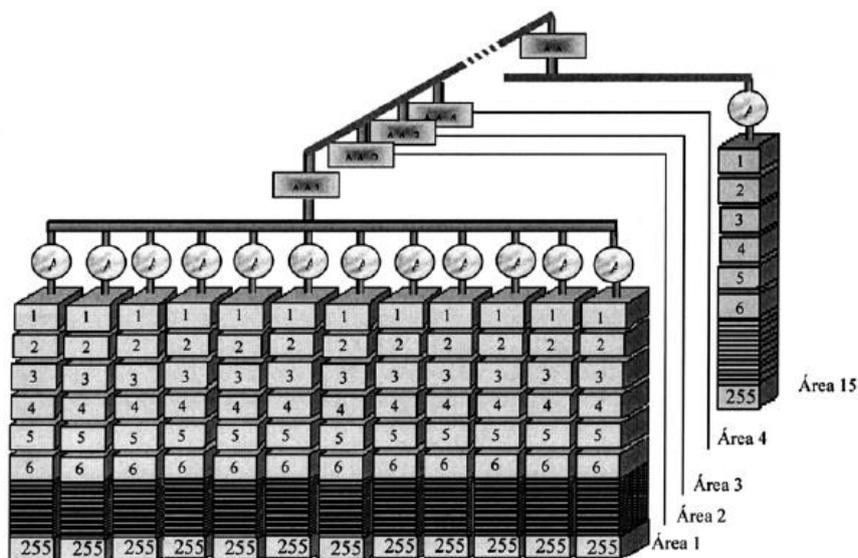


Figura III 35 Sistema Total.

Fuente: GRANADA, Lanz. CURSO DOMOTICA SISTEMA KNX/EIB. 2009. Pág. 20

### 3.2.5 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El protocolo KNX/EIB para optimizar la transmisión de datos a través de los dispositivos físicos utiliza tramas codificadas que se van a enviar empaquetadas desde cualquier sensor conectado al sistema hasta llegar a uno o varios actuadores, los cuales recibirán la información y llevarán a cabo sus acciones.

La transmisión de datos es segura gracias al sistema de mensajes “acuse de recibido” que emplea cada transmisión de información.

Cada sensor al ser activado envía una trama de información y a cambio para completar la acción este debe recibir un aviso. Si este mensaje que es enviado por los receptores no se recibe, la información se vuelve a enviar hasta un número máximo de tres veces, después del tercer intento si aún no se recibe el mensaje la transmisión será interrumpida y una alerta se encenderá en el sensor correspondiente indicando que esa vía de transmisión contiene algún error.

### **3.2.6 TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL KNX/EIB**

Para tener una transmisión de datos segura, el protocolo KNX/EIB utiliza el método de transmisión de datos conocido como **CSMA/CA** (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Evasión de Colisiones).

Este método de transmisión de información envía información de la siguiente manera:

- Escucha el canal y determina si este está libre.
- Si el canal está libre, el dispositivo transmite la información.
- Espera a recibir la confirmación del receptor.

En el momento en el que un dispositivo se disponga a transmitir su información este deberá esperar a que la línea de transmisión está vacía, una vez listo el canal este emisor enviará la información, todos los receptores estarán aptos para escuchar la información del canal, pero solamente el receptor de destino será el que pueda utilizar dicha información.

En el caso de que dos emisores inyecten información al mismo tiempo al canal, el protocolo definirá cuál de los dos tiene prioridad de la siguiente manera:

- El dispositivo emisor con la prioridad más alta será el que transmita primero.
- En el caso de que exista igualdad en prioridades, se dará preferencia al dispositivo que tenga una dirección física menor.

Todo este proceso definido por el método de transmisión de información (CSMA/CA), se encarga de que las transmisiones en el canal sean únicas y se reciban de forma correcta.

### 3.2.6.1 TELEGRAMAS

En el protocolo KNX/EIB a los paquetes de información transmitidos a través del canal se los llama *telegramas*.

Estos telegramas serán los responsables de transmitir toda la información desde los sensores o pulsadores hasta los accionadores.

Al momento en el que un sensor desea enviar un telegrama tiene que escuchar el canal y determinar que este no esté ocupado.

Una vez que el dispositivo determina que el canal esta libre, tiene que esperar un tiempo T1 (50 bits como tiempo mínimo), para empezar el proceso de envío del telegrama.

Todos los receptores conectados al canal de transmisión estarán en posibilidad de leer la información enviada por cualquier sensor, pero únicamente el actuador al que va dirigido el telegrama será el que se ponga en funcionamiento.

Tras finalizar la transmisión del telegrama, el dispositivo de destino tiene un tiempo T2 (13 bits) para enviar el acuse de recibido, todos los dispositivos finales a los que se haya dirigido el telegrama enviarán su acuse de recibido simultáneamente.



Figura III 36 Secuencia del envío de telegramas KNX/EIB.

Fuente: <http://ricveal.com/contenido/uploads/2014/03/envio-telegrama.png>

Cada telegrama contiene información del segmento de línea en el que está ubicado el emisor y el receptor, esto con el fin de que el camino del telegrama quede definido a las zonas específicas de funcionamiento, así se evita que información perteneciente a un área no se filtre a otras dándole así a la transmisión mucha más agilidad.

### 3.2.6.2 ESTRUCTURA DE UN TELEGRAMA KNX/EIB

Los telegramas contienen información que esta codificada en varios campos, y cada uno de estos campos posee datos diferentes que serán de uso en cada parte de la transmisión.

Los campos que componen el telegrama KNX/EIB son:

- **Campo de control.** Contiene la prioridad del telegrama e indica si el telegrama es repetido o no.
- **Dirección de origen.** Contiene la información física del emisor, este código utiliza dos caracteres en el bus de datos.
- **Dirección de destino.** Este código puede contener información de un aparato individual, o la de un grupo de dispositivos. Esta información utiliza un total de dos caracteres en el Bus de datos, pero a esta información se le añade un carácter más que indicara si la dirección de destino es un grupo o un aparato.
- **Contador de ruta.** Este código contiene la sumatoria de las veces que un telegrama pasa por un acoplador o amplificador. Para este código se dedican 3 bits.
- **Longitud.** Este código contiene la longitud de los datos que se van a enviar codificados en el telegrama con el fin de que el receptor identifique los datos a analizar. Para este código se utilizan 4 bits.
- **Datos útiles.** Para este código se utilizan 16 caracteres, debido a que en esta parte del telegrama se envía información importante referente a las órdenes a realizar.
- **Byte de seguridad.** Este código contiene el bit de seguridad que utiliza al final de cada telegrama.

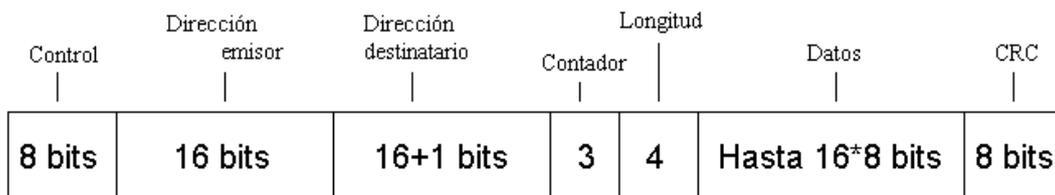


Figura III 37 Estructura Básica de un Telegrama.

Fuente: <http://odisea.ii.uam.es/esp/recursos/images/ebi7.gif>

Toda esta información está organizada en conjuntos de 8 bits a los que se les denomina bytes. La transmisión de la información a través del canal se da a una velocidad de 9,6 kbps, es decir que cada bit ocupa el bus de datos un tiempo de 104 microsegundos.

### 3.2.7 TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN

Una vez que se ha definido las características de la señal que se enviará por el canal de transmisión, es necesario que a estos códigos se les asigne información referente a cada campo y acción.

#### 3.2.7.1 ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES

Una vez que ya se ha definido la topología de la instalación del sistema domótico con el protocolo KNX/EIB en un determinado espacio físico, es necesario asignar identificadores a cada uno de los dispositivos que estén formando parte de la instalación.

Una *Dirección física* servirá para identificar la localización física de un dispositivo dentro de la topología instalada.

Cada uno de los dispositivos que forman parte de la instalación tendrá asignado a su posición física un código relacionado a la línea y el área en el que este está instalado, esto sirve como referencia para el análisis del tráfico de la información tanto como para el desarrollo y el diseño de soluciones domóticas.

Una dirección KNX/EIB consta de 16 bits de información que se dividen en las siguientes secciones:

- Los cuatro primeros bits se utilizan para denotar la dirección de zona o área funcional (Z o A), ya que el número máximo de áreas que pueden estar conectadas en un línea con adaptadores de área es 15, se utiliza las combinaciones de bits que van de 1 a 15. Los dispositivos que se encuentren instalados en la línea de áreas se denotarán con la codificación de dirección 0.
- Los siguientes cuatro bits se utilizarán para codificar la línea funcional dentro del área en que se sitúe el dispositivo. Se utilizarán combinaciones que van del 1 al 15, debido a que únicamente se pueden conectar 15 líneas hábiles en cada área.
- Los últimos ocho bits de información que contiene el telegrama representan el número del componente. Ya que el número máximo de dispositivos que se pueden conectar a una línea es de 64, la codificación correspondiente irá en un rango de valores desde 1 a 64. En caso de existir repetidores a cada línea se le podrán conectar hasta 255 dispositivos codificados de la misma manera.

Tabla III IV Componentes de una dirección.

<b>ZZZZ</b>	<b>LLLL</b>	<b>CCCCCCC</b>
4 bits	4 bits	8 bits

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

La distribución de los códigos se realizará según los criterios de asignación de direcciones.

Las siglas corresponden a los identificadores que son:

- BK = Acoplador de Áreas
- LK = Acoplador de Líneas
- S = Sensor
- P = Pulsador
- L = Lámpara

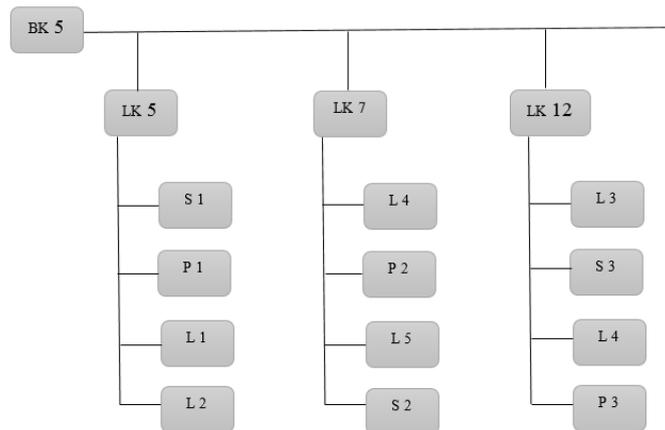


Figura III 38 Esquema de Asignación de Direcciones

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

Para ilustrar el direccionamiento de un telegrama se muestra en la figura como se asignan los códigos de acuerdo al acoplador de área, de línea y de dispositivo que se encuentra conectado al sistema.

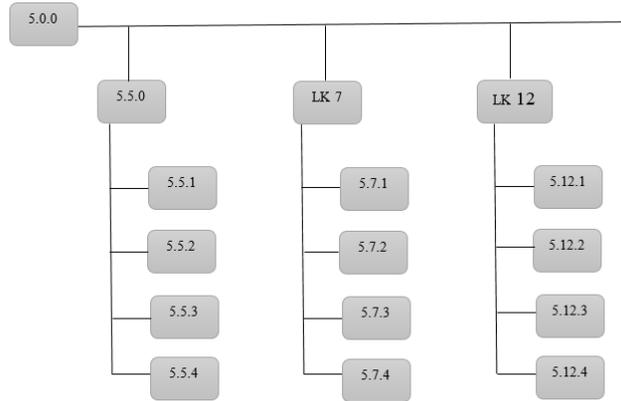


Figura III 39 direcciones asignadas al esquema

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

### 3.2.7.2 PARAMETRIZACIÓN

Una vez asignadas las direcciones físicas de los dispositivos, es necesario direccionar los acopladores y amplificadores que se encuentren instalados en el sistema. Ya que los acopladores sirven para acoplar líneas, áreas y realizar el papel de amplificadores, es necesario direccionar su funcionamiento con la utilización de los siguientes códigos.

Tabla III V Asignación de Parámetros

ZONA/AREA	LINEA	APARATO	EL ACOPLADOR DE USA	
			COMO	PARA
> 0	= 0	= 0	Acoplador de área	Línea de áreas/Línea Principal
> 0	> 0	= 0	Acoplador de línea	Línea principal/Línea Secundaria
> 0	> 0	> 0	Amplificador de línea	Expansión de una línea

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

De acuerdo con esta tabla podremos asignar y comprender como está direccionado cada dispositivo o si a su vez estos funcionan como acopladores de área, de línea o amplificadores.

Así tenemos los diversos códigos:

- 1.0.0 este código indica que el dispositivo funcionará como un acoplador de área.
- 1.2.0 este código pertenecería a un acoplador de línea.

- 1.2.60 este código pertenece a un amplificador.

Un amplificador de línea permite alargar a 700 m más una conexión de línea y también permite la conexión de hasta 255 dispositivos.

Una vez que se haya parametrizado los dispositivos debemos tener en cuenta que, un acoplador de área o de línea deja pasar únicamente a la información que pertenezca a dicha área o línea mientras que un amplificador permite el paso de toda la información sin hacer discriminación alguna.

En el proceso de parametrización cada dispositivo que realice la funciones de acoplador recibirá una tabla de filtrado de telegramas con el fin de recibir y reenviar los telegramas de grupo, si estos dispositivos se encuentran registrados en dicha tabla podrán ser enviados caso contrario se denegara su acceso.

De este modo cada línea tendrá un funcionamiento independiente y así los acopladores solo dejarán pasar los telegramas que deban llegar a otras líneas reduciendo el tráfico de información del Bus.

Es importante mencionar que en un sistema con varias líneas funcionando, cada una de estas deberá tener su propia fuente de alimentación.

Cabe mencionar que los acopladores tienen integrados unos indicadores led generalmente de color amarillo, los mismos que parpadean al recibir los telegramas, siendo esta una forma física de comprobar el tráfico del Bus de datos.

### **3.2.7.3 GRUPOS Y SUBGRUPOS**

Otro de los factores importantes en la configuración de un sistema KNX/EIB es la utilización de las direcciones de grupos para la transmisión de telegramas sobre el Bus de datos. La creación y aplicación de las direcciones de grupos no están ligadas a la topología del sistema, sino que el uso de estas direcciones de grupos está dirigida a las aplicaciones que se puedan realizar, funcionando desde un punto de vista más lógico que físico.

En el envío de información cada uno de los telegramas contendrá una dirección de grupo que será leída por todos los dispositivos que estén conectados al canal, estos dispositivos al ver la información contenida en el telegrama sabrán si la orden es para ellos o no.

Esta dirección de grupo es asignada a los dispositivos durante la configuración del protocolo, la gran ventaja es que un mismo dispositivo puede pertenecer a uno o a varios grupos a la vez.

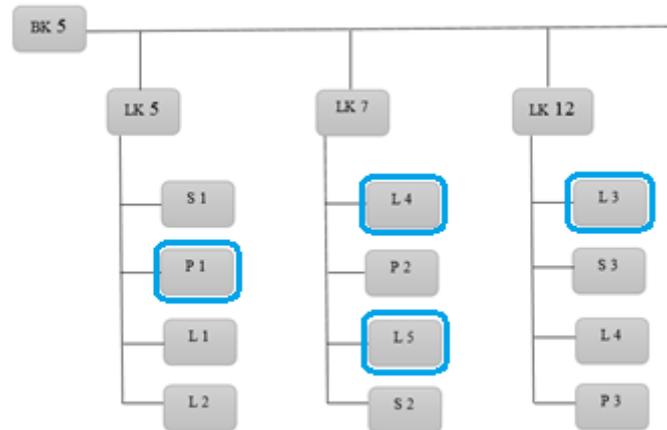


Figura III 40 Definición de un Grupo.

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

El uso de grupos en el direccionamiento de los telegramas en el sistema KNX/EIB tiene el propósito de programar funciones de uno a varios elementos, es decir, que al accionar un pulsador que pertenezca a un grupo, este enviará un telegrama por el Bus de datos que será leído por todos los dispositivos que se encuentren conectados pero que solamente activará los dispositivos que pertenezcan al grupo sin importar la línea o el área de funcionamiento en el que esté instalado.

Los dispositivos de entrada (sensores) solo pueden enviar una dirección de grupo, mientras que los accionadores pueden recibir múltiples direcciones de grupos, las cuales estarán definidas por las aplicaciones a las que estén destinadas en la configuración del sistema.

De acuerdo a la utilización de los códigos de grupos se puede clasificarlos en tres grupos que son:

- **Grupo principal.** Se utiliza para indicar un área general de automatización como la iluminación o la climatización.

- **Grupo intermedio.** Funciona dentro de otras áreas con tareas como regulación y conmutación.
- **Subgrupo.** Este indica el actuador o punto final donde se realiza la acción de control por ejemplo la lámpara de la oficina, lámpara del comedor, etc.

### **3.2.8 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA**

#### **3.2.8.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

En el protocolo de comunicación domótica KNX/EIB cada una de las líneas de la instalación debe tener su propio sistema de alimentación, con el propósito de mantener redundancia en la alimentación de energía ya que en caso de fallo en alguna línea únicamente se desconectaría la línea con la falla y no toda un área o segmento del sistema.

Una característica importante de los sistemas de alimentación es que tienen reguladores internos de corriente para protección de los dispositivos. Estos dispositivos también cuentan con un pequeño depósito de almacenamiento de energía que se encargará de alimentar el sistema mientras ocurren pequeños cortes de energía que duran alrededor de 100 milisegundos.

Estos dispositivos también cuentan con un sistema de filtrado de información, es decir, que tiene una bobina instalado a la entrada del sistema de alimentación, ya que los telegramas circulan por las mismas líneas de alimentación es necesario que estos datos queden fuera de las líneas de alimentación. Los valores de potencia absorbida por cada fuente van desde los 150mW hasta los 200mW, en caso de que algún actuador requiera de mayor potencia se pueden conectar a la misma línea 2 fuentes de alimentación en paralelo para llegar a un valor de 500mA.

El número máximo de fuentes conectadas por línea es de dos y estos deben estar a una distancia mínima de 200m. se puede conectar dos fuentes en una misma línea en caso de que existan más de 30 elementos conectados en una distancia muy corta, es decir, en armarios de distribución.



### 3.2.8.3 UNIDAD DE ACOPLAMIENTO AL BUS (BCU)

Este dispositivo tiene la función de intermediar entre la información que llega a través del bus de datos y los dispositivos finales (actuadores y sensores). La misión de estos acopladores de bus es la de leer la información contenida en los telegramas y dar las ordenes de funcionamiento a los dispositivos que se encuentren conectados a ellos, este acoplador es el responsable del envío y la recepción de los datos al sistema domótico.

Una unidad de acoplamiento consta de los siguientes elementos:

**Controlador de acoplamiento.** Este controlador cuenta con un microprocesador con una memoria ROM (Software del sistema), RAM (Valores temporales del sistema y la aplicación) y EEPROM (esta memoria contiene el programa físico y las direcciones de grupo).

**Módulo de transmisión.** Es un módulo que cumple con las siguientes funciones:

- Separar la tensión continua de la señal de los datos.
- Proteger sobre la inversión de la polaridad
- Generar un voltaje de 5 a 24 voltios.
- Iniciar la copia de seguridad cuando la tensión baje a menos de 18 voltios.
- Provocar un *reset* en el procesador si la tensión baja de los 4,5 voltios.
- Imponer una lógica de transmisión y recepción de datos.



Figura III 43 Unidad de Acoplamiento al Bus.

Fuente: [http://www.dehn.es/pdbRes/DE\\_ES\\_Web-ES/1453/32779/previewImg/510745/925001a4\\_Kat.jpg](http://www.dehn.es/pdbRes/DE_ES_Web-ES/1453/32779/previewImg/510745/925001a4_Kat.jpg)

### 3.2.8.4 INTERFAZ FISICA EXTERNA (IFE)

IFE es el dispositivo que tiene por misión la de conectar físicamente el sistema cableado con el dispositivo actuador, este es un dispositivo estandarizado que utiliza una serie de pines para la conexión de los accionadores, alimentación y sensado.

- 5 pines son utilizados para el intercambio de información entre el sistema y el actuador o el sensor.
- 3 pines son utilizados para la alimentación de los módulos actuadores.
- 1 pin al que se deberá conectar una resistencia para indicar el tipo de modulo y el tipo de aplicación que se realizara con el actuador correspondiente, estos valores de voltaje acondicionados con la resistencia en el pin serán configurados desde el programa, ya que el programa realizará la acción mientras el pin sea reconocido, caso contrario el programa se detendrá.



Figura III 44 Interfaz Física Externa.

Fuente: [http://www.knxcomponentes.com/94-large\\_default/ip-interface.jpg](http://www.knxcomponentes.com/94-large_default/ip-interface.jpg)

Los valores de funcionamiento del pin de reconocimiento de acuerdo a sus voltajes se muestran en la tabla.

Tabla III VI Tipos de IFE

TIPO	TENSION (V)	FUNCIÓN
0	0,00	Ningún módulo de aplicación conectado
2	0,50	4 entradas binarias/analógicas -1 salida binaria
4	1,00	2 entradas binarias/analógicas - 2+1 salidas binarias
6	1,50	3 entradas binarias/analógicas - 1+1 salidas binarias
12	3,00	Síncrono en serie
14	3,50	Síncrono en serie longitud fija
16	4,00	Asíncrono en serie
19	4,75	4+1 salidas binarias
20	5,00	Descarga

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

### **3.2.8.5 MÓDULO DE COMUNICACIÓN**

Este módulo permite conectar el sistema KNX/EIB a un computador a través de un puerto serial o un puerto USB, para desde el computador realizar la administración de las señales de los sensores y las de control, diagnosticando así cualquier inconveniente que se pueda presentar en el bus de datos de la topología instalada.

### **3.2.8.6 BLOQUE DE CONEXIÓN AL BUS**

Son dispositivos de conexión física al bus de datos. Estos dispositivos nos van a permitir ramificar las conexiones del bus principal sin tener la necesidad de interrumpir el tráfico principal del bus.

Se componen de dos partes, una positiva (generalmente de color rojo), y una negativa (generalmente de color gris o negro), las cuales permitirán establecer una conexión física del bus a múltiples dispositivos gracias a su sistema de conexiones en ramificaciones, con el fin de extender el sistema y proteger los extremos del mismo.

### **3.2.8.7 SENSORES KNX/EIB**

Habitualmente los sensores que se utilizan en hogares en la recolección de información para los sistemas domóticos son dispositivos que van empotrados en las paredes del hogar o en sus respectivas cajas protectoras, estos sensores se contarán al sistema domótico a través de sus respectivos acopladores e interfaces físicas para su funcionamiento en el sistema.

Los sensores más utilizados en el sistema KNX/EIB son:

- **Entradas binarias.** Se utilizan para darle señales de control al sistema adecuando a los interruptores ya existentes en el hogar.
- **Pulsadores.** Al ser pulsadores programables las funciones del mismo serán definidas por los grupos a los que este pertenezca.
- **Detectores de presencia.** Detectan la presencia de objetos que produzcan una variación en la temperatura del ambiente en el que se desplacen.
- **Sensores de luz.** Envía información relacionada al nivel de luminosidad del ambiente y señales de control hacia los dispositivos actuadores.

- **Relojes programables.** Es un dispositivo programador que tiene la capacidad de introducir al bus de datos señales de activación de varios dispositivos a través de la utilización de grupos definidos en todo el sistema, los cuales se llevarán a cabo en tiempos definidos por el programador, estos tiempos pueden ser diarios semanales e incluso mensuales.
- **Termostatos.** Son los responsables de la regulación de la temperatura en los ambientes del hogar ya que estos están en la capacidad de enviar señales de control proporcionales a la temperatura deseada o simplemente señales de encendido y apagado de los dispositivos actuadores.

### 3.2.8.8 ACTUADORES

Son los dispositivos responsables de llevar a cabo los controles de los terminales de control del sistema. Estos dispositivos son mecanismos electro mecánicos que están en contacto directo con el ambiente, a través de su utilización es posible modificar los parámetros físicos del hogar.

Los actuadores van en contacto directo con los módulos acopladores, pero en algunas marcas estos vienen integrados en un solo dispositivo.

Los actuadores más comunes en un sistema domótico KNX/EIB son:

- **Actuador regulador o dimmer.** Este actuador regula la intensidad de la corriente en las cargas luminosas a las que está destinada a controlar, estas cargas pueden ser únicas o a varias al mismo tiempo con la utilización de grupos, su capacidad de regulación va desde luces incandescentes hasta luces halógenas y su potencia de funcionamiento podría ser ampliada con amplificadores o transformadores elevadores dependiendo de la aplicación.
- **Actuador binario.** Al ser salidas programables esta pueden funcionar como switch de conexión y desconexión de líneas de corriente a los accionadores, o también pueden utilizarse como salidas temporizadas ya que se pueden configurar de acuerdo al ambiente.
- **Actuador de persianas.** Este actuador es capaz de realizar el control de hasta dos motores de persianas en intervalos de control cortos y largos.

- **Módulo de escenas.** Este módulo es capaz de guardar hasta cuatro tipos de estado de los actuadores para que estos puedan ser llamados directamente sin ser parametrizados sino funcionar en conjunto con otros dispositivos de control del ambiente.

### 3.2.8.9 DISPOSITIVOS COMPLEMENTARIOS

Existen una serie de dispositivos que al no pertenecer a las categorías antes mencionadas se las ubica en una clasificación extra, no obstante su presencia en los sistemas domóticos tiene la misma relevancia que los antes mencionados ya que gracias a su funcionamiento estos se convierten en complementos muy importantes a su funcionamiento.

- **Interfaz vía radio/KNX/EIB.** Esta interfaz permite que se puedan acoplar al sistema controles de radio frecuencia y desde ahí realizar la activación de dispositivos actuadores únicamente. El proceso de control con radio se da insertando la señal de control al sistema a través de esta interfaz, la misma que asocia las señales de radio y las traduce a telegramas donde va incluida la información de los grupos a los cuales va a controlar.
- **Comunicador instabus KNX/EIB.** Es un dispositivo capaz de realizar la comunicación entre el sistema domótico y dispositivos móviles conectados a una línea celular. Este dispositivo permite la revisión del estado de la instalación con el envío de SMS de alerta, también permite que se puedan realizar algunas funciones de control, pero para esto el sistema instabus deberá estar conectado al sistema a través de un computador.
- **Módulo telefónico.** Es un dispositivo que permitirá asociar los tonos generados por el teléfono para crear códigos que serán traducidos en telegramas con órdenes que se ingresaran al canal de información para el control directo de los actuadores existentes en el sistema domótico, este módulo actúa sobre el dispositivo instabus.
- **Infodisplay.** Es un dispositivo que mostrará la información que está circulando a través del canal (estado de los accionadores, sensores y datos del sistema), también se pueden enviar señales de control que estarán previamente programadas en los botones auxiliares del dispositivo.

### **3.2.9 CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO KNX/EIB**

Las principales características de funcionamiento son:

- Adaptable y modular. Ya que es un sistema de línea de Bus se puede añadir nuevos dispositivos sin necesidad de cambiar la configuración, y con una rápida programación del dispositivo.
- Reducción del mantenimiento.
- Ahorro del tiempo en la instalación de cableado.
- Es ampliable. Los dispositivos nuevos únicamente tienen que conectarse al sistema central e iniciar con su funcionamiento.
- Es estandarizado. Varios fabricantes pueden instalar sus dispositivos en un sistema EIB/KNX.<sup>18</sup>

### **3.2.10 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN**

Para el desarrollo de un sistema de control domótico fundamentado en el uso del protocolo KNX/EIB se ha establecido bajo el estudio de la morfología del espacio físico de los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba, los dispositivos necesarios para el nivel de automatización requerida son adaptadores de área principal, adaptadores de línea principal, transductores de señal para actuadores y sensores con codificadores de señal KNX, ya que la conexión utilizada será la línea de corriente del hogar o línea dedicada utilizando par trenzado, el costo de una instalación con el protocolo KNX/EIB se reduce a los elementos que se conectarían al área de trabajo del sistema y en un caso especial al costo del cableado, así, el límite aceptable de extensión de un hogar para la correcta transmisión de señales KNX/EIB es el área de trabajo de un adaptador principal de área y el número de adaptadores de línea equivalentes a los dispositivos que se utilizarán en la construcción del sistema KNX/EIB, teniendo en cuenta estas consideraciones el costo aproximado de instalación y puesta en marcha es de alrededor de 750 a 1000 dólares.

---

<sup>18</sup> ROMERO, Cristóbal; VÁSQUEZ, Francisco; DE CASTRO, Carlos, DOMÓTICA E INMÓTICA Viviendas y edificios inteligentes, 2011, p 166.

### **3.3 PROTOCOLO ZIGBEE**

Es un protocolo de comunicación inalámbrica utilizado para múltiples aplicaciones electrónicas y de transmisión de datos, gracias a sus características de fiabilidad de transmisión, bajo consumo de energía y largo alcance, es considerado como el futuro de las aplicaciones domóticas.

Al existir cada vez más aplicaciones domóticas, también existe un incremento en los requerimientos físicos como el cableado, esto ha traído consigo un incremento en el coste de los equipo, en la instalación de los dispositivos y en la construcción de soluciones domóticas. En vista de estos inconvenientes el mercado electrónico empieza a apostar por tecnología inalámbrica fácil de configurar, de instalar y con un índice de seguridad muy alto.

El objetivo principal de esta tecnología es el desarrollo de comunicaciones inalámbricas seguras con un bajo coste de recursos (energía), es así que una batería conectada a un dispositivo ZigBee de transmisión podría alcanzar un tiempo de vida de hasta dos años. La tasa de transmisión de datos no es muy alta a que va desde los 20 a 250 kbps en distancias comprendidas entre los 10 hasta los 75 metros, ya que el propósito de esta tecnología es que la transmisión de las señales de los sensores se segura.

Gracias a sus características la tecnología ZigBee es considerada como la base de la nueva era de la domótica en la que se incluye también el internet de las cosas, aplicaciones domóticas en las cuales el hogar está completamente controlado desde un computador y unido a la red para automatizar casi en su totalidad el funcionamiento del hogar.

Al utilizar un medio de transmisión de datos que funciona sobre la red inalámbrica con el estándar IEEE 802.15.4 gran parte del desarrollo del protocolo ZigBee se fundamenta en los parámetros especificados en el estándar de IEEE, es así que se vuelve necesario comprender de antemano cuales son las características de dicho estándar antes de dirigir el estudio del protocolo hacia el área de la domótica.

#### **3.3.1 ORIGEN DEL PROTOCOLO ZIGBEE**

Este protocolo de transmisión inalámbrico vio la luz con el afán de desarrollar sistemas domóticos que garanticen un alto grado de seguridad control y comodidad.

El protocolo de comunicación ZigBee surge a finales de los años 90 como solución alternativa a la transmisión de datos que hasta ese entonces prestaban los dispositivos bluetooth y wifi, en vista de que estas tecnologías no resultaban fiables para el uso en sistemas domóticos varias empresas encargadas del desarrollo de tecnología se unieron en una alianza bajo el nombre de **ZIGBEE ALLIANCE**, formado inicialmente por 10 empresas desarrolladoras de tecnología, hasta el 2005 contaba con más de 150 miembros corporativos dando así una muestra de la credibilidad y fortaleza de la tecnología ZigBee.

El 14 de diciembre del 2004 finalmente obtiene la especificación de estándar de transmisión de datos, siendo desde entonces la base fundamental de las soluciones domóticas modernas.

### **3.3.2 VISIÓN GENERAL DEL PROTOCOLO ZIGBEE**

Zigbee al igual que otros dispositivos de radio frecuencia utiliza un ancho de banda libre definido por ISM en 2.4 GHz (utilizada para aplicaciones científicas médicas e industriales). Acerca de la definición de los nodos, Zigbee utiliza cerca del 10% del software que utiliza la tecnología bluetooth, el 2% en la tecnología wifi y en su programación utiliza casi el 50%, fortaleciendo así la transmisión segura de la información pero reduciendo la velocidad de transmisión considerablemente.

Desde su estandarización en 2004 han salido varias versiones que han ido mejorando el funcionamiento del protocolo actualmente se cuenta con la última versión que salió al en 2012, es llamada también **Zigbee Pro** cuyas ventajas han aumentado en la seguridad de los datos. El mayor inconveniente de esta nueva versión es que no es compatible con las versiones anteriores.

La utilización de los dispositivos ZigBee está dirigida a aplicaciones con bajos requerimientos de transmisión de datos, bajo consumo de energía y bajo costo. Gracias a sus cualidades estos dispositivos se utilizan con mucha frecuencia en transmisiones de señales industriales, al estar ligados de manera eficiente a la recolección de datos a través de sensores y al enviar a través de ellos señales de control a la maquinaria o actuadores dependiendo del caso de programación, se ha considerado a esta tecnología como la idónea para el desarrollo de soluciones domóticas.

### **3.3.3 IEEE 802.15.4**

IEEE 802.15.4 es un estándar proveniente del grupo de desarrollo IEEE 802.15, su funcionamiento se dirige a permitir la entrada y el control de acceso a redes inalámbricas. Este estándar de transmisión inalámbrica también se encarga de la conexión física de los dispositivos, su cualidad más sobresaliente es quizá su transmisión de baja velocidad de datos lo que permite que la información llegue a su destino de manera segura con un ahorro considerable de energía en las baterías de alimentación de los dispositivos.

#### **3.3.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL ESTÁNDAR IEEE 802.15.4**

Debido al mercado potencial que desde hace algunos años se venía presentando en el área de los sistemas domóticos, fue necesaria la creación de un estándar que se dedique específicamente a la transmisión de datos inalámbricos para este tipo de escenario con características particulares que son propias de su funcionamiento.

En vista de que la transmisión a través de otros estándares como wifi o bluetooth no se adapta a los requerimientos de estos nuevos sistemas, específicamente por la incompatibilidad de estos en una sola conexión inalámbrica, se desarrolló un estándar dedicado a la transmisión de datos en áreas cortas y con velocidades bajas. Esta característica resulto ideal para el concepto de domótica y redes de área personal y de hogar (redes PAN o HAN).

El propósito del estándar es definir los niveles de red básicos para dar servicio a un tipo específico de red inalámbrica de área personal (WPAN) centrada en la habilitación de comunicación entre dispositivos con bajo coste y velocidad (en contraste con esfuerzos más orientados directamente a los usuarios medios, como Wifi). Se enfatiza el bajo coste de comunicación con nodos cercanos y sin infraestructura o con muy poca, para favorecer aún más el bajo consumo.<sup>19</sup>

Los valores característicos son:

---

<sup>19</sup> GASCÓN GONZÁLES, *Zigbee Y El Estándar IEEE 802.15.4*, 2010

Tabla III VII Características IEEE 802.15.4

CARACTERÍSTICAS	VALORES
<b>Bandas de frecuencia - Rangos de transmisión</b>	868 MHz – 20kb/s 915MHz – 40kb/s 2.4 GHz – 250kb/s
<b>Alcance</b>	10 a 75 m
<b>Latencia</b>	menor a 15ms
<b>Canales</b>	868/915 MHz: 11 Canales 2.4 GHz: 16 Canales
<b>Modos de Direccionamiento</b>	64 Bits IEEE
<b>Canal de Acceso</b>	CSMA-CA
<b>Seguridad</b>	128 AES
<b>Red</b>	Hasta 2 <sup>64</sup> dispositivos
<b>Rango de Temperatura</b>	-40º a +85º C

Fuente: GASCÖN. A, ZIGBEE Y EL ESTANDAR IEEE 802.15.4, 2009

Al igual que los otros estándares de la IEEE este también tiene su base de funcionamiento en el modelo OSI con varias modificaciones.

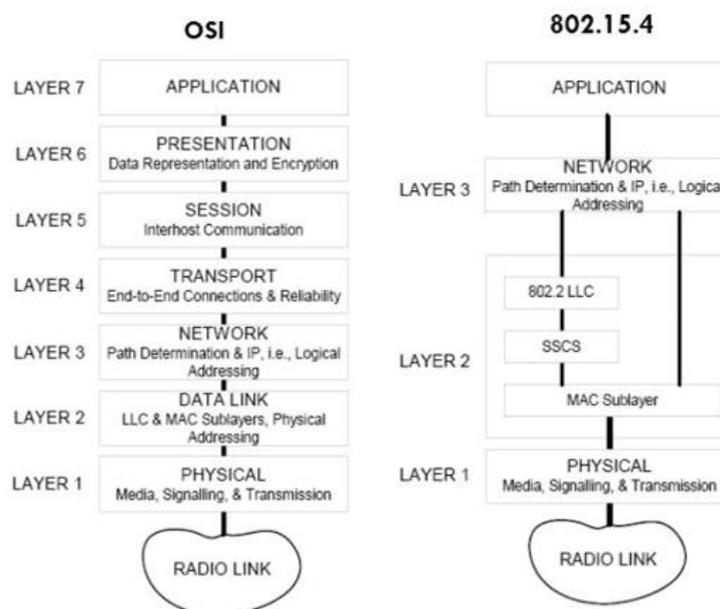


Figura III 45 Capas Modelo OSI y IEEE 802.15.4

Fuente: [http://images.slideplayer.es/2/169350/slides/slide\\_15.jpg](http://images.slideplayer.es/2/169350/slides/slide_15.jpg)

capa fisica modelo ieee 802.15.4

### **3.3.3.2 CAPA FÍSICA**

Es la capa de la red con el funcionamiento más básico, sobre la cual se desarrolla la transmisión de datos bit a bit. La capa física se encarga de la transformación de las tramas de información a pulsos eléctricos, esta capa contiene todos los elementos físicos, nodos, acopladores y medios de transmisión. En esta capa del modelo 802.15.4 se especifica la forma de transmisión de datos, los esquemas de funcionamiento y los conectores físicos que se van a utilizar.

A nivel físico el estándar 802.15.4 ofrece 2 formas de transmitir a un nivel de bajo consumo de energía. La gran diferencia entre ambas formas de transmisión es la banda en la que llevan a cabo sus operaciones, a que 2.4 GHz es una banda de acceso libre utilizada a nivel mundial, mientras 868/915 MHz especifica una banda de transmisión utilizada únicamente en Europa y en Estados Unidos. La banda 868/915 MHz ofrece ciertas ventajas frente a la de 2.4 GHz en el campo de las interferencias, pero pierde mucho más en el campo de la universalidad del uso, fabricación de dispositivos y en las pérdidas por propagación.

Otra característica distintiva de las diferentes formas de transmisión es la velocidad de los datos es el orden en la modulación, ya que esto trae consigo que la velocidad de transmisión de datos sea muy significativa (2.4GHz: 250 kbps, 868/915 MHz: 20 – 40 kbps).

La razón por la cual el estándar alberga 2 tipos de transmisión es por que cada una de ellas posee características propias de las cuales el usuario de sistemas de transmisión puede sacar partido, es así que:

2.4 GHz se puede utilizar para conseguir una transmisión de datos con salidas superiores y con un índice de latencia muy reducido.

868/915 MHz se puede utilizar para conseguir mayor sensibilidad y obtener así mayores áreas de cobertura, como consecuencia a ello se reduce el número de nodos al cubrir un área geográfica grande.

- ***Canales IEEE 802.15.4***

El estándar IEEE 802.15.4 define 27 canales de frecuencia utilizados entre las tres bandas de transmisión de datos. La capa física (PHY) de 868/915MHz soporta un sólo canal entre

los 868 MHz y los 868.6 MHz, y diez canales que están ubicados entre los 902.0 MHz y 928.0MHz. A causa del que el funcionamiento del soporte regional de esas dos bandas de frecuencia, es muy poco probable que los 11 canales sean utilizados de forma simultánea en una sola transmisión. A pesar de ello se considera que todos los canales se encuentran a una distancia en la cual no es necesario la utilización de otro hardware para captar los 11 canales. La capa física (PHY) de 2.4 GHz soporta 16 canales que van desde los 2.4 a los 2.4835 GHz con un espacio de 5MHz entre canales que resulta ser muy amplio y está definido con el objetivo de facilitar el filtrado en la transmisión y en la recepción.

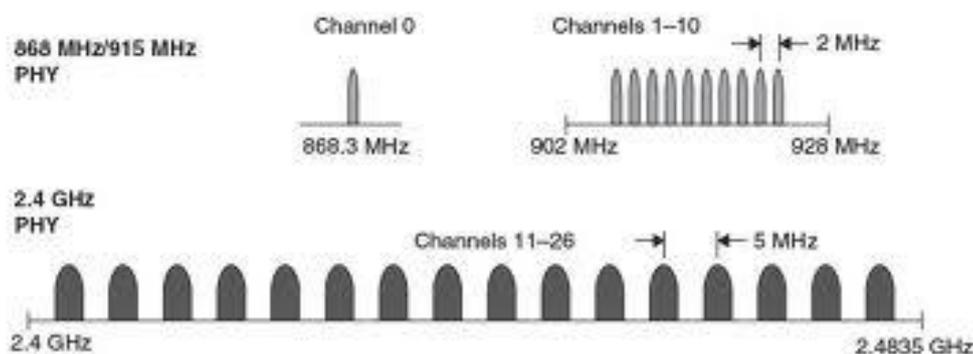


Figura III 46 Canales del IEEE 802.15.4

Fuente: [http://m.eet.com/media/1110504/zigbee\\_applications\\_fig11.jpg](http://m.eet.com/media/1110504/zigbee_applications_fig11.jpg)

Debido a que un escenario en el que se desarrolló un sistema domótico es propenso a interferencias por otras redes inalámbricas y aplicaciones que utilicen el mismo tipo de transmisión inalámbrica, la relocalización de canales es un aspecto muy importante que está controlado por los algoritmos programados en la capa de red, esta busca a través de una lista de canales disponibles y se sitúa en el que se encuentre libre.

Ya a nivel físico se utiliza la identificación de niveles de energía que se reciben en los dispositivos y a su inmediata redirección de canales y reasignación de las frecuencias. Todos estos mecanismos se ponen en marcha al recibir la señal que indica que la transmisión tiene una interferencia, asegurando así la transmisión de la información.

- **Modulación.**

La capa física (PHY) en los 868/915 MHz utiliza una aproximación simple en la codificación previa a la modulación (DSSS) en la cual cada bit transmitido se representa

por un chip -15 de máxima longitud de secuencia (secuencia m). Los datos binarios son codificados al multiplicar cada secuencia m por +1 o -1, y la secuencia de chip que resulta se modula dentro de la portadora utilizando BPSK (*Binary Phase Shift Keying*). Antes de la modulación se utiliza una codificación de datos diferencial para permitir una recepción diferencial coherente de baja complejidad. La capa física (PHY) a 2.4 GHz, por su parte, emplea una técnica de modulación semi-ortogonal basada en métodos DSSS (con propiedades similares). Los datos binarios están agrupados en símbolos de 4 bits, y cada símbolo especifica una de las 16 secuencias de transmisión semi-ortogonales de código de pseudo-ruido (PN). Las secuencias PN son concatenadas para que sean datos de símbolos exitosos, y la secuencia agregada al chip es modulada en la portadora utilizando MSK (*Minimum Shift Keying*). El uso de símbolos “casi ortogonales” simplifica la implementación a cambio de un desempeño ligeramente menor (< 0.5 dB).<sup>20</sup>

Los parámetros de modulación para ambas capas físicas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla III VIII Parámetros de modulación IEEE 802.15.4

PHY.	Banda.	Parámetros de los Datos			Parámetros del chip	
		Velocidad de bits (kb/s)	Velocidad de símbolos (kbaud)	Modulación	Velocidad de chip (kchips/s)	Modulación
868/915 MHz PHY	868.0-868.6 MHz	20	20	BPSK	300	BPSK
	902.0-928 MHz	40	40	BPSK	600	BPSK
2.4 GHz PHY	2.4-4.4835 GHz.	250.	62.5	16-ary ortogonal.	2000	O-QPSK

Fuente: GASCÓN. A, ZIGBEE Y EL ESTANDAR IEEE 802.15.4, 2009

- **Sensibilidad y potencia.**

Las especificaciones actuales de sensibilidad de IEEE 802.15.4 especifican -85dBm para la capa física a 2.4GHz y -92dBm para la capa de física a 868-915MHz. Dichos valores incluyen margen suficiente para las tolerancias que se requieren debido a las imperfecciones en la fabricación, de la misma manera que permite implementar

<sup>20</sup> GASCÓN GONZÁLES, Zigbee Y El Estándar Ieee 802.15.4, 20010

aplicaciones de bajo coste. En cada caso, los mejores equipos deben ser del orden de 10dB mejores que las especificaciones. Naturalmente, el rango deseado estará en función de la sensibilidad del receptor, así como de la potencia del transmisor. El estándar IEEE 802.15.4 especifica que cada dispositivo debe de ser capaz de transmitir al menos a 1mW, pero dependiendo de las necesidades de la aplicación, la potencia de transmisión puede ser mayor o menor para aprovechar la energía.<sup>21</sup>

- **Funciones a nivel físico**
  - Activación y desactivación de nodos
  - Detección de energía
  - Indicador de calidad del enlace
  - Detección de actividad del canal
  - Recepción y transmisión de datos

### 3.3.3.3 CAPA DE ENLACE DE DATOS

El estándar IEEE 802 en la capa de enlace de datos empieza con la división de la capa (DLL) en dos subcapas, la primera subcapa de enlace de acceso a medios (MAC) y la segunda que es la de control de enlaces lógicos (Logical link control, LLC). La subcapa LLC es común a todos estándares 802, mientras que la subcapa MAC depende del hardware y varía con la implementación física.

- **Control de acceso al medio.** En esta parte del proceso de transmisión de información se toma las tramas MAC usando el canal físico. Además del servicio de datos, la interfaz de control regula el acceso al canal físico y al balizado de la red. Esta interfaz también controla la certificación de las tramas y las asociaciones entre nodos, y garantiza los puntos de conexión para servicios seguros.
- **Control de Enlaces Lógicos.** Es la subcapa superior de enlace de datos la encargada del control de enlace lógico es la subcapa LLC a que se encarga de administrar el control de errores, control del flujo, entramado y direccionamiento de la subcapa MAC. En esta capa residen los protocolos de las subintrasas.

---

<sup>21</sup> BERLEMANN, Lars; MANGOLD, Stefan; WALKE, Bernhard, *IEEE 802, Wireless Systems Protocols, Multi-hop Mesh-Relaying, Performance and Spectrum Coexistence*, 2007

- **Funciones de la capa de enlace de datos**
  - Transmisión de la trama de sondeo o baliza
  - Sincronización de la trama baliza
  - Asociación y disociación
  - CSMA/CA a dos vías
  - Transmisiones garantizadas (GTS) o por contención (CAP)
  - Enlace confiable entre dos nodos

### 3.3.3.4 CAPA DE RED

En el modelo OSI, la capa de red es la encargada de la topología de construcción y mantenimiento, así como de designar un nombre y de los servicios de enlace que requieran las tareas de direccionamiento y seguridad. Los mismos servicios existen para redes inalámbricas en el hogar, debido a eso representan un reto por la importancia del ahorro de energía.

El estándar IEEE 802.15.4 soporta múltiples topologías para su conexión en red, entre ellas la topología tipo estrella y la topología punto a punto (peer-to-peer). La topología a escoger es una elección de diseño y va a estar dada por la aplicación a la que se desee orientar; algunas aplicaciones como periféricos, requieren de conexiones de baja potencia de tipo estrella, mientras que otras como los perímetros de seguridad requieren de una mayor área de cobertura por lo que es necesario implementar una red peer-to-peer.<sup>22</sup>

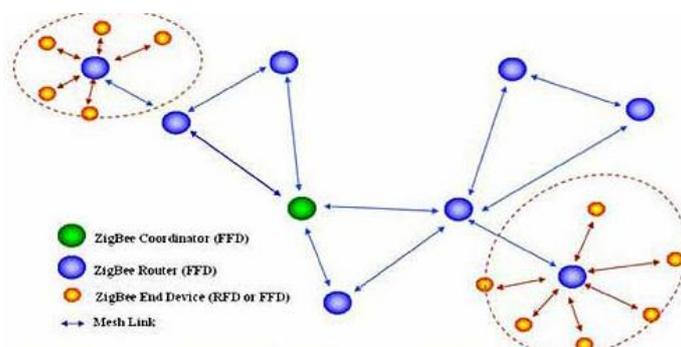


Figura III 47 Red tipo estrella y peer to peer.

Fuente: [http://www.acenologia.com/correspondencia/img/foto5\\_re des.jpg](http://www.acenologia.com/correspondencia/img/foto5_re des.jpg)

<sup>22</sup> ARCHUNDIA, Francisco M, Wireless Personal Area Network (WPAN) & Home Networking, 2003

### 3.3.4 ADICIÓN DEL MODELO ZIGBEE

El estándar ZigBee es una ampliación del estándar IEEE 802.15.4 aportando una capa de red (NWK) que gestiona las tareas de enrutamiento y mantenimiento de los nodos de la red; y un entorno de aplicación que proporciona una subcapa de aplicación (APS) que establece una interfaz para la capa de red, y los objetos de los dispositivos tanto de ZigBee como del diseñador. Así pues, los estándares IEEE 802.15.4 y ZigBee se complementan proporcionando una pila completa de protocolos que permiten la comunicación entre multitud de dispositivos de una forma eficiente y sencilla.<sup>23</sup>

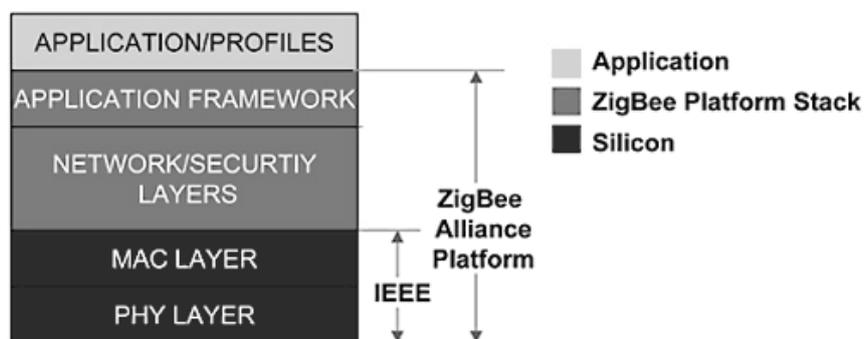


Figura III 48 Capas añadidas por ZigBee

Fuente: GASCÖN. A, ZIGBEE Y EL ESTANDAR IEEE 802.15.4, 2009, p 8.

La especificación completa de este estándar se obtiene añadiendo cuatro componentes principales: los niveles de red y aplicación, los objetos de dispositivo ZigBee (ZigBee Device Objects, ZDO) y objetos de aplicación definidos por el fabricante, que permiten la personalización y adaptación, y favorecen la integración total. Además de añadir dos capas de alto nivel a la pila de protocolos ya existente, el principal cambio es la adición de ZDOs, que son responsables de llevar a cabo una serie de cometidos, entre los que se encuentran el mantenimiento de los roles de los dispositivos, la gestión de peticiones de unión a una red, el descubrimiento de otros dispositivos y la seguridad.

<sup>23</sup> BERLEMANN, Lars; MANGOLD, Stefan; WALKE, Bernhard, IEEE 802, Wireless Systems Protocols, Multi-hop Mesh-Relaying, Performance and Spectrum Coexistence, 2007

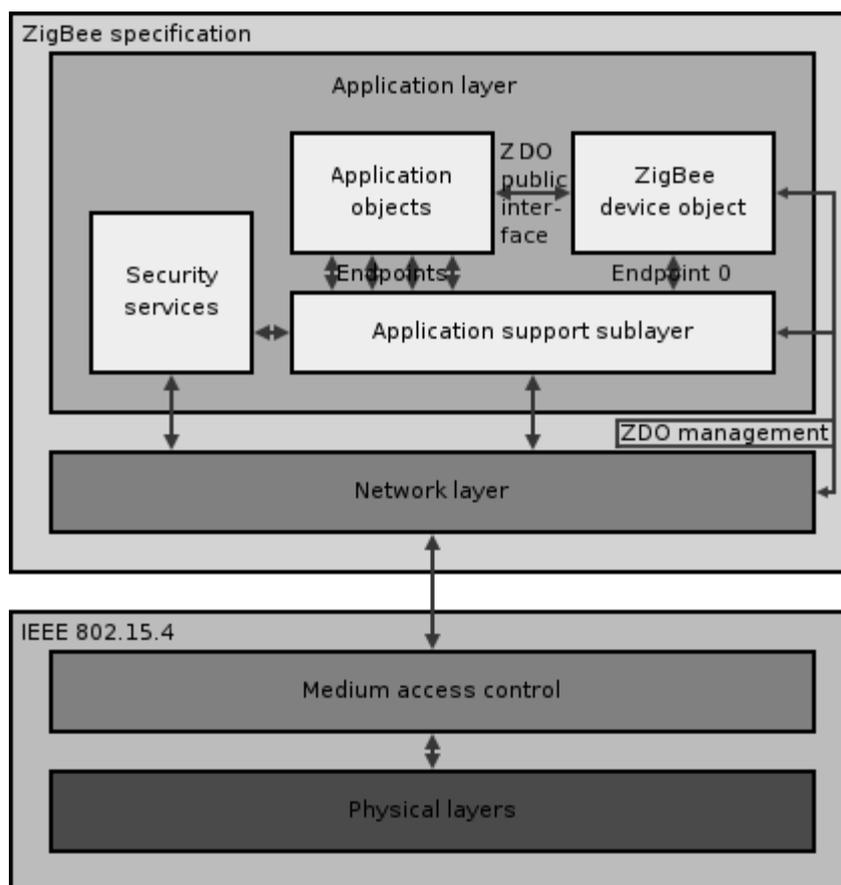


Figura III 49 Zigbee e IEEE 802.15.4

Fuente: GASCÓN. A, ZIGBEE Y EL ESTÁNDAR IEEE 802.15.4, 2009, p 9.

### 3.3.5 CAPA DE RED ZIGBEE

La finalidad de la capa de red es la de garantizar un correcto funcionamiento de la subcapa de nivel MAC y su inmediato superior el nivel de aplicación.

La función principal de esta capa es la de realizar el enrutamiento de la información, ya que en esta capa funcionan dispositivos exclusivos para ese fin, aquí se conoce totalmente la topología del sistema y desde ese punto se realizan varias tareas como:

- Creación de enlaces de la red, reconocimiento y reparación.
- Descubrimiento de rutas entre todos los nodos de la red.
- Almacenamiento y envío de mensajes en la red de punto a punto.

### 3.3.6 CAPA DE APLICACIÓN ZIGBEE

La capa de enlace en el modelo Zigbee al igual que en modelo OSI, sirve como un enlace entre el usuario final y el sistema domótico, ya que desde aquí se realiza el control del usuario sobre el sistema.

En esta capa el sistema no interactúa directamente con el usuario, sino que recibe la información que el usuario le entrega a las diversas aplicaciones, estas traducen estas órdenes a información que pueda aceptar el sistema.

### 3.3.7 TIPOS DE DISPOSITIVOS

Según el papel que desempeñan en la red ZigBee, se distinguen algunos dispositivos:

- **Coordinador ZigBee (ZigBee Coordinator, ZC).** Es el dispositivo central en un sistema Zigbee, ya que a través de él va a pasar todo el tráfico de la red, esto con la finalidad de que el dispositivo coordinador sea el que dirija la información a otras redes. Solamente puede existir un dispositivo coordinador por red.
- **Router ZigBee (ZigBee Router, ZR).** Este dispositivo conoce la ubicación de cada uno de los componentes de la red, esto con la finalidad de enviar el tráfico desde el origen hasta su destino.
- **Dispositivo final (ZigBee End Device, ZED).** Su funcionamiento es el de enrutar la información proveniente de una ubicación de la red y hacerla llegar hasta su destino, ya que este dispositivo conoce toda la topología del sistema proveerá de una ruta segura para finalizar la transacción de información. A diferencia de otros sistemas, en este caso los terminales que envían la información permanecen en estado de descanso para solamente enviar la información al momento requerido dando como resultado un ahorro muy significativo en la vida de las baterías de los dispositivos finales.

### 3.3.8 FUNCIONALIDAD

Según su funcionalidad podemos clasificarlo en:

- **Dispositivo de funcionalidad completa (FFD).** También se los conoce como nodo activo. Este dispositivo es capaz de tomar mensajes del sistema en formato

802.15.4, y gracias a la capacidad de su memoria y al procesamiento, puede tomar el papel de Coordinador o Router ZigBee, o en dispositivos de red que funcionen como interfaces de usuario.

- **Dispositivo de funcionalidad reducida (RFD).** También se los conoce como nodo pasivo. Este dispositivo tiene capacidades y funcionalidades limitadas con el objetivo de conseguir un bajo coste y simplicidad. Básicamente, se refiere a los sensores y actuadores conectados a la red del sistema.

Un nodo ZigBee en estado activo como en estado pasivo puede reducir su consumo de energía gracias a que puede permanecer en estado de descanso la mayor parte del tiempo incluso varios días seguidos. En el momento en el que dicho nodo se ponga en funcionamiento, el nodo ZigBee tiene la capacidad de ponerse en estado activo por un tiempo muy pequeño, solamente para enviar la señal y volver a ponerse en estado de descanso cuando deje de ser requerido. Un nodo estándar tiene la capacidad de poner en estado activo en aproximadamente 15 ms, los nodos esclavo del coordinador en 30ms y el acceso al canal entre un nodo activo y un pasivo es de 15 ms.

### 3.3.9 TOPOLOGÍA

Gracias a las características del estándar de comunicaciones inalámbricas IEEE 802.15.4 el protocolo Zigbee tiene la capacidad de conectar en varios tipos de topologías. A diferencia del resto de protocolos Zigbee usa el funcionamiento de sus dispositivos para poner en marcha cualquier tipo de topología conocida, así tenemos las siguientes topologías:

- Topología en estrella
- Topología en árbol
- Topología punto a punto
- Topología en malla (rejilla)

Por ejemplo en la topología en estrella uno de los dispositivos conectados es el coordinador, este tendrá la responsabilidad de inicializar y mantener todos los dispositivos finales conectados a la red, mientras ellos se comunican directamente con el coordinador para toda transacción de información.

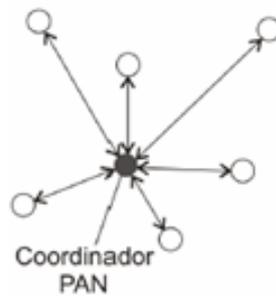


Figura III 50 Topología en Estrella

Fuente: <http://3.bp.blogspot.com/-F0tKcxqSFxo/UiPdZgI72sI/AAAAAAAAABA/AfBAd3b7FAM/s1600/xbee-1.png>

Otro ejemplo es la topología en malla, debido al tipo de conexiones se hace necesario que exista otro dispositivo intermedio (Router Zigbee) que ayude a enrutar los paquetes de información. El algoritmo de encadenamiento utilizado en este tipo de conexiones utiliza la estructura de un protocolo pregunta-respuesta (request-response) para detectar el mejor camino entre el origen y el destino, y eliminar las rutas que no sean óptimas para el envío de información. La red final en una topología de malla puede alcanzar hasta un total de 254 nodos, no obstante con la utilización de direccionamiento de redes locales, se puede configurar una red con hasta 65000 nodos.

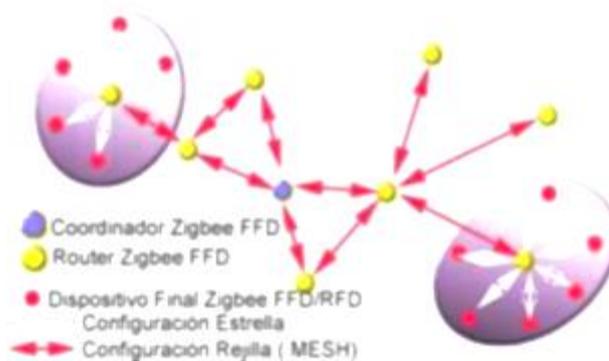


Figura III 51 Topología en Malla

Fuente: [http://www.monografias.com/trabajos61/zigbee-estandar-domotico-inmotica/zigbee-estandar-domotico-inmotica\\_image002.jpg](http://www.monografias.com/trabajos61/zigbee-estandar-domotico-inmotica/zigbee-estandar-domotico-inmotica_image002.jpg)

En el caso de la topología punto a punto al igual que en todas las topologías, solo existe un dispositivo coordinador. La diferencia en esta topología radica en que no todo el tráfico

tiene que pasar obligadamente a través del coordinador, sino que cualquier dispositivo puede conectarse con otro siempre que todos estén en el mismo rango de alcance circundante.

Esta topología se instala en aplicaciones de uso industrial para procesos de control y monitoreo de maquinaria, en redes de sensores inalámbricos, y en el envío de señales de control en serie. Gracias a la seguridad y fiabilidad que ofrecen las transmisiones en la red punto a punto, esta topología es muy utilizada.



Figura III 52 Topología Punto a Punto

Fuente: [http://www.monografias.com/trabajos61/zigbee-estandar-domotico-inmotica/zigbee-estandar-domotico-inmotica\\_image003.gif](http://www.monografias.com/trabajos61/zigbee-estandar-domotico-inmotica/zigbee-estandar-domotico-inmotica_image003.gif)

La topología en árbol funciona de manera similar a la topología punto a punto, con la diferencia de que aquí se van a encontrar dispositivos FFD (Full Function Device) y RFD (Reduced Function Device). En esta topología se mantiene la estructura de un solo coordinador que manejará la información de la red hasta una misma distancia circundante, el resto de dispositivos serán dispositivos finales. De esa forma una red se podrá sincronizar con otra a través de los dispositivos coordinadores.

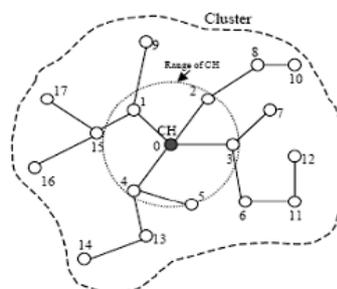


Figura III 53 Topología en Árbol

Fuente: [http://www.monografias.com/trabajos61/zigbee-estandar-domotico-inmotica/zigbee-estandar-domotico-inmotica\\_image004.gif](http://www.monografias.com/trabajos61/zigbee-estandar-domotico-inmotica/zigbee-estandar-domotico-inmotica_image004.gif)

### **3.3.10 TIPOS DE TRÁFICO DE DATOS**

El protocolo ZigBee en base al estándar IEEE 802.15.4 utiliza los siguientes tipos de tráfico:

#### **3.3.10.1 TIPO DE DATO PERIÓDICO**

Depende del tipo de aplicación, este tipo de dato definirá la proporción en la que va a funcionar, el estímulo externo (sensor) se activa, revisa los datos y luego desactiva.

#### **3.3.10.2 TIPO DE DATO INTERMITENTE**

Las señales provenientes de la aplicación, o de otra fuente externa, definirán la frecuencia de transmisión del tráfico, un ejemplo muy común de esto es el caso de los detectores de humo. En este tipo de tráfico de datos el dispositivo únicamente se conecta a la red cuando la comunicación es necesaria. Este tipo habilita el ahorro óptimo en la energía.

#### **3.3.10.3 TIPO DE DATO REPETITIVO**

En este tipo de tráfico la proporción es definida como fija. Depende mucho de los intervalos restantes de tiempo en la transmisión repartido, todos los dispositivos operan para las duraciones fijas.

### **3.3.11 TIPOS DE CONEXIÓN DE LOS DISPOSITIVOS**

El propósito del diseño de una red Zigbee es el de mantener la potencia en los nodos esclavos, de esta forma la red Zigbee consigue obtener un consumo muy bajo de potencia en cada transmisión.

El ahorro de energía se da ya que todos los dispositivos esclavos se mantienen en estado “dormido” de manera que únicamente se encienden al momento de realizar la transmisión y denotar que están activos en la red. El tiempo que tarda en pasar de estado dormido a estado activo es de apenas 15 ms, y la re numeración de los dispositivos esclavos se da en un tiempo de 30 ms. En las redes Zigbee, se pueden usar dos tipos de sistemas:

### **3.3.11.1 CON BALIZAS**

La transmisión con balizas utiliza un mecanismo de control del consumo de los dispositivos de potencia en la red. Permite que todos los dispositivos sepan cuándo pueden realizar las transmisiones. En este modelo, los dos caminos de la red tienen un distribuidor que se encarga de controlar el canal y dirigir las transmisiones. Las balizas que dan nombre a este tipo de entorno, se usan para poder sincronizar todos los dispositivos que conforman la red, identificando la red domótica, y describiendo la estructura de la "supertrama". Los intervalos de las balizas son asignados por el coordinador de red y pueden variar desde los 15ms hasta los 4 minutos.

Este modo es más recomendable cuando el coordinador de red trabaja con una batería. Los dispositivos que conforman la red, escuchan a dicho coordinador durante el "balizamiento" (envío de mensajes a todos los dispositivos -broadcast-, entre 0,015 y 252 segundos). Un dispositivo que quiera intervenir, lo primero que tendrá que hacer es registrarse para el coordinador, y es entonces cuando mira si hay mensajes para él. En el caso de que no haya mensajes, este dispositivo vuelve a "dormir", y se despierta de acuerdo a un horario que ha establecido previamente el coordinador. En cuanto el coordinador termina el "balizamiento", vuelve a "dormirse".<sup>24</sup>

### **3.3.11.2 SIN BALIZAS**

Se usa el acceso múltiple al sistema Zigbee en una red punto a punto cercano. En este tipo, cada dispositivo es autónomo, pudiendo iniciar una conversación, en la cual los otros pueden interferir. A veces, puede ocurrir que el dispositivo destino puede no oír la petición, o que el canal esté ocupado.

Este sistema se usa típicamente en los sistemas de seguridad, en los cuales sus dispositivos (sensores, detectores de movimiento o de rotura de cristales), duermen prácticamente todo el tiempo (el 99,999%). Para que se les tenga en cuenta, estos elementos se "despiertan" de forma regular para anunciar que siguen en la red. Cuando se produce un evento (en el sistema será cuando se detecta algo), el sensor "despierta" instantáneamente y transmite la alarma correspondiente. Es en ese momento cuando el coordinador de red, recibe el

---

<sup>24</sup> BARNEDA, FAUDOT Ivan, ZIGBEE APLICADO A LA TRANSMISIÓN DE DATOS, 2008, p 21.

mensaje enviado por el sensor, y activa la alarma correspondiente. En este caso, el coordinador de red se alimenta de la red principal durante todo el tiempo.<sup>25</sup>

La alimentación a dispositivos de transmisión continua como los Routers es fija y estable, no así los dispositivos esclavos que limitan su energía al momento de la transmisión.

### **3.3.11.3 ACCESO AL MEDIO**

Utilizando CSMA/CA es la manera más apropiada de acceder al medio de transmisión. Las redes que no utilizan las balizas hacen uso de una variación del mismo basada en la escucha del medio, temporizada por un algoritmo de backoff, salvo en el caso de las confirmaciones (ACK, Acknowledgement).

Los mensajes de confirmación son opcionales en algunos casos. Al recibir una confirmación se certifica el éxito del envío. Si un dispositivo es incapaz de procesar una trama en un momento dado, no confirma su recepción. Pueden realizarse reintentos basados en time out un número definido de veces, tras lo cual se decide si seguir intentándolo a dar error de transmisión. El entorno de funcionamiento previsto para este tipo de redes exige que se maximice la vida de la fuente de energía, por lo que se favorecen los protocolos que conducen a estos fines. Para ello, se programan comprobaciones periódicas de mensajes pendientes, más o menos frecuentes según la aplicación concreta.<sup>26</sup>

### **3.3.11.4 SERVICIO DE SEGURIDAD**

En lo que respecta a la seguridad en las comunicaciones, el subnivel MAC ofrece funcionalidades que los niveles superiores pueden utilizar para lograr alcanzar el nivel de seguridad deseado. Estos niveles superiores pueden especificar claves simétricas para proteger los datos y restringir éstos a un grupo de dispositivos o a un enlace punto a punto. Estos grupos se especifican en listas de control de acceso. Además, MAC realiza comprobaciones de frescura (freshness check) entre recepciones sucesivas para asegurar que las tramas viejas cuyo contenido no se considera útil o válido ya, no trascienden a los niveles superiores. Uno de los aspectos más característicos de ZigBee son los servicios

---

<sup>25</sup> *Ibíd.*, p 22.

<sup>26</sup> *Ibíd.*, p 24.

que ofrece para el soporte de comunicaciones seguras. Se protege el establecimiento y transporte de claves, el cifrado de trama y el control de dispositivos. La seguridad depende de la correcta gestión de las claves simétricas y de la adecuada implementación de los métodos y políticas de seguridad.<sup>27</sup>

### 3.3.12 DISPOSITIVOS ZIGBEE

La transmisión inalámbrica del protocolo Zigbee se da a través de dispositivos electrónicos capaces de emitir y recibir señales, estas características hacen que estos dispositivos sean ideales para realizar el control de actuadores, recibir señales del entorno a través de sensores y que toda esta información sea procesada de forma rápida y segura.

Estos dispositivos se encuentran encapsulados debidamente y su funcionamiento inicia al momento en el que los conectamos a la red del sistema domótico.



*Figura III 54 Dispositivos Zigbee.*

*Fuente:*

*[http://www.electrocomponentes.com/articulos/enero07/images/articulos04\\_08.jpg](http://www.electrocomponentes.com/articulos/enero07/images/articulos04_08.jpg)*

Los elementos que conforman parte del sistema domótico Zigbee, cuentan en su interior con tecnología Xbee para realizar todo el proceso de transmisión y recepción de información y señales de control.

---

<sup>27</sup> *Ibíd.*, p 25.

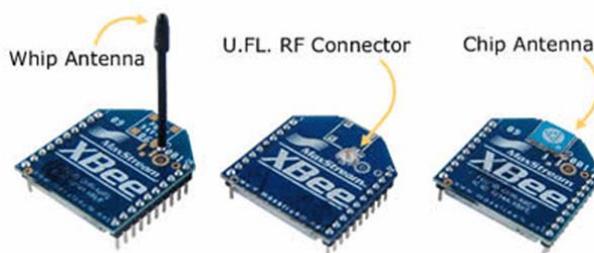


Figura III 55 Dispositivos Xbee.

Fuente: <http://www.blogelectronica.com/TEMP/zigbee-xbee-super.gif>

### 3.3.13 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN

Para el desarrollo de un sistema de control domótico fundamentado en el uso del protocolo ZigBee se ha establecido bajo el estudio de la morfología del espacio físico de los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba, los dispositivos necesarios para el nivel de automatización requerida son un coordinador ZigBee, router ZigBee y dispositivos actuadores y sensores ZigBee, ya que la conexión utilizada será el espectro electromagnético, el costo de una instalación con el protocolo ZigBee se reduce de cierta forma el costo de su instalación a los elementos que se conectarían al área de trabajo del sistema, así, el límite aceptable de extensión de un hogar para la correcta transmisión de señales ZigBee es el área de trabajo de un adaptador principal de área y el número de adaptadores de línea equivalentes a los dispositivos que se utilizaran en la construcción del sistema ZigBee, teniendo en cuenta estas consideraciones el costo aproximado de instalación y puesta en marcha es superior a los 1000 dólares.<sup>28</sup>

### 3.4 ANÁLISIS COMPARATIVO

Para la realización de un análisis comparativo entre las tecnologías que son objeto de este estudio, se tomarán características de funcionamiento similares, o áreas afines. Ya que el propósito de esta comparativa es determinar el mejor protocolo de comunicaciones domóticas en un lugar determinado, la comparativa y la decisión final se ceñirán a los

<sup>28</sup> [http://www.domodesk.com/zigbee.htm#%21\\_\\_SID=U&limit=48](http://www.domodesk.com/zigbee.htm#%21__SID=U&limit=48)

criterios de calificación establecidos por el entorno en el que serán instalados, el costo final de la instalación, la funcionalidad y el acceso a las mismas.

### **3.4.1 ANÁLISIS TÉCNICO**

Un análisis técnico servirá como base al momento de verificar cuál de las tecnologías es la más óptima al momento de realizar una instalación domótica, pero en el caso del presente estudio la valoración técnica tendrá un porcentaje minoritario ya que el propósito es encontrar un protocolo que pueda ajustarse a la necesidades de los habitantes de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba.

Las principales características utilizadas para el análisis técnico son:

- Velocidad de transmisión.
- Número de dispositivos.
- Fuente de alimentación.
- Tipo de software.
- Tipo de arquitectura.
- Tipo de topología.

Tabla III IX Comparativa Técnica de Protocolos.

CARACTERÍSTICAS	X10	KNX/EIB		ZIGBEE
<b>Velocidad de transmisión</b>	120 KHz 60 bps	<i>PLC</i>	110/132 KHz 1200/2400 bps	868/915 MHz 20/49 Kbps
		<i>Par trenzado</i>	4800/9600 bps	
		<i>RF</i>	38.4 Kbps	
<b>Número de dispositivos</b>	256	14400		65000
<b>Uso de fuente de alimentación</b>	Fuente interna	Fuentes externas e independientes		Fuente externa
<b>Tipo de software</b>	Software de programación Propietario, portable en los dispositivos, software de administración libre en base Linux.	Software de gestión y de control propietario. Usado en los dispositivos y en computadores para monitoreo.		Software de gestión libre, de adquisición libre, software de administración libre.
<b>Tipo de Arquitectura</b>	Arquitectura Distribuida	Arquitectura Descentralizada		Arquitectura Descentralizada
<b>Tipo de Topología</b>	Definida por la instalación eléctrica.	Estrella, Árbol, Bus de Datos o mixta. Prohibida topología en anillo (bucles).		Estrella, Malla, Mixto.

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

### 3.4.2 ANÁLISIS DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL USUARIO

Los criterios a tomar en cuenta para el análisis desde el punto de vista del usuario tienen mucha importancia al momento de seleccionar un protocolo domótico, ya que al ser el usuario quien interactuará directamente con el sistema, este tendrá un punto de vista muy diferente al de los técnicos, debido a que existen diversos factores que hacen que un sistema deba adecuarse a las necesidades del usuario, en este caso la situación económica y social de las urbanizaciones jugarán un papel muy importante.

Las características a tomar en cuenta son:

- Posibilidad de realizar la preinstalación del sistema en la fase de construcción.
- Facilidad de ampliación e incorporación de nuevas funciones.
- Simplicidad de uso.
- Grado de estandarización e implantación del sistema.
- Variedad de elementos de control y funcionalidades disponibles.
- Costo de instalación.
- Costo de mantenimiento.

*Tabla III X Comparativa desde el punto de vista del usuario.*

CARACTERÍSTICAS	X10	KNX/EIB	ZIGBEE
<b>Instalación del sistema</b>	Durante la construcción Construcción terminada	Durante la construcción Construcción terminada	Construcción terminada
<b>Ampliación e incorporación de nuevas funciones</b>	Limitado a pocos dispositivos	Gran cantidad y variedad de dispositivos	Conexión de dispositivos ilimitados
<b>Facilidad de uso</b>	Media	Media	Alta
<b>Nivel de estandarización</b>	Media	Media	Alta
<b>Variedad de elementos de control y funcionalidades</b>	Alta	Alta	Alta
<b>Costo de instalación</b>	Medio	Medio	Alto
<b>Costo de mantenimiento</b>	Bajo	Medio	Bajo

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO PROPOSITIVO**

#### **4 SELECCIÓN DEL PROTOCOLO Y DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN DOMÓTICA.**

##### **4.1 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS**

Durante el desarrollo del estudio se han conocido varios tipos de tecnologías, cada una de ellas con características propias que muestran sus ventajas y debilidades frente a las demás en un ambiente unificado. La diversidad de características presentadas ha hecho que se pueda abarcar gran parte de los escenarios planteados por los hogares de las urbanizaciones en el proceso de instalación de un sistema domótico.

Es así que se han considerado tecnologías como:

- X10
- KNX/EIB
- ZIGBEE

La selección de estos protocolos se ha dado atendiendo a sus características de instalación, siendo que los medios de instalación preponderantes se reducen a:

- Cableado eléctrico.
- Transmisión inalámbrica.

## **4.2 SELECCIÓN DEL PROTOCOLO IDÓNEO**

Las características utilizadas en el respectivo análisis, comparación y selección del protocolo idóneo son:

- Características técnicas.
- Punto de vista del usuario.

Cada uno de las características utilizadas en el proceso de comparación tienen un valor muy significativo al momento de realizar la selección del protocolo adecuado, ya que ambos parámetros harán énfasis en puntos de vista diferentes, desde los cuales obtendremos puntos a favor o en contra de cada uno de los protocolos sujetos a la comparación.

En el presente estudio se han utilizado los aspectos técnicos, de funcionamiento y de instalación para realizar un análisis profundo de las características que convertirían a uno de dichos protocolos en el más idóneo. En la primera parte del estudio se ha indagado sobre las características técnicas como principios de funcionamiento, transmisión de la señales de control, transmisión de la información, componentes, topología y estructura de cada uno de los protocolos.

Cada una de estas características se ha ido detallando detenidamente a fin de obtener un resultado que demuestre desde el punto de vista técnico cuál de los protocolos es el mejor, así tenemos que:

El protocolo X10 desde el momento de su creación surgió como una solución rápida y económica al desarrollo de sistemas domóticos, gracias a que es muy fácil de montar en cualquier tipo de sistema eléctrico existente aprovechando la alimentación de los dispositivos de control y de los actuadores, sus dispositivos resultan muy económicos en el mercado, por otro lado esta tecnología se vino a menos por la limitación que presenta frente a un escenario de tamaño medio y grande, fallas en la transmisión de la señal y el impedimento al momento de expandir el tamaño de la instalación han hecho que sean más las desventajas que las ventajas halladas en la instalación de este protocolo. Este podría ser un dispositivo utilizado en ambientes muy reducidos ya que su arquitectura empieza a fallar al ampliarse el escenario de control.

Por otra parte el protocolo de comunicación KNX/EIB presenta gran ventaja sobre el protocolo X10 debido a que su sistema de transmisión de información vía línea eléctrica PLC, es de mejor calidad sin importar el tipo de conexión que se tenga instalada en el hogar, el número de dispositivos que se pueden controlar desde el protocolo es muy elevado respecto al protocolo X10 y eso supone una ventaja muy importante si se quiere realizar una instalación de control amplio. Un punto muy importante es que al ser un protocolo con varios tipos de transferencia de datos, el KNX/EIB ofrece también la posibilidad de integrar tecnologías de par trenzado y transmisión IP, esto se vuelve una ventaja muy grande respecto a cualquier tecnología de transmisión de datos por cable ya que se posibilita el control directo desde un panel táctil o un computador. Otra de las ventajas es que con KNX/EIB se puede hacer un control híbrido, es decir, que se puede implementar tecnología infrarroja, y GSM (Global System for Mobile Communications) para realizar control a distancia usando convertidores de señal. Es muy adecuado para un ambiente de hogar ya que su costo de instalación se verá reflejado al momento de la instalación y no crecería en caso de que se requiera realizar una ampliación del mismo.

Quizá la desventaja más importante de este sistema es que al ser descentralizado y tener topología en estrella los fallos por conexión de áreas se propagan dejando así al sistema sin conexión, y su costo es un poco elevado para instalaciones grandes debido directamente al costo de instalación y cableados. A pesar de ello su instalación en escenarios de tamaño reducido resulta una opción a tomarse muy en cuenta.

A diferencia de los otros protocolos ya citados anteriormente las ventajas que presenta el protocolo ZigBee sobre los sistemas cableados se basan directamente en la transmisión de las señales de control, ya que al ser un protocolo de transmisión inalámbrica este podría controlar el funcionamiento de actuadores colocados en cualquier parte de la casa, siempre y cuando estos estén en el rango de alcance que va de 10 a 100m. El protocolo ZigBee se ha escogido como el protocolo natural para domótica ya que aminora los costes de instalación de todo el sistema por la ausencia de cableado, por otro lado la alimentación que se utilizara para la transmisión de los pulsos es muy baja, es decir que una batería que se conecte a un dispositivo ZigBee tendrá un tiempo de vida de alrededor de dos años, esto gracias a que esta tecnología está diseñada con el propósito de realizar transmisiones de datos únicamente necesarias, los dispositivos ZigBee no transmiten señales permanentemente, sino que solo lo hacen para demostrar que tienen conectividad y para el envío de las señales de control. Otro de los puntos fuertes de este protocolo es el número

de dispositivos que puede controlar, con un número de dispositivos a controlar de 65000 es el protocolo más adecuado para la realización de control domótico. La conexión al sistema de red domótica en el protocolo ZigBee se da a través de nodos de múltiple conectividad a los cuales los dispositivos únicamente se van uniendo formando una topología en malla en la que existirán puntos de control por los cuales deberá pasar toda la información de los dispositivos que estén conectados a dicho nodo.

Existen también características de esta tecnología que hacen que no sea adecuada para ciertas tareas.

La duración de la batería y la larga vida a la que se hace referencia solamente se consigue con una transferencia de datos muy baja, esto hace también que el texto codificado que se envía a través de este dispositivo sea muy corto imposibilitando así ciertas tareas de comunicación. Una debilidad muy grande que tiene un dispositivo ZigBee es también la incompatibilidad con otras tecnologías de transmisión inalámbrica como transmisión infrarroja o bluetooth, no así otros protocolos de domótica como KNX/EIB que utilizan acopladores para dicha función, esto limita de forma significativa el desarrollo de aplicaciones móviles.

Aún cuando esta tecnología tenga tantas limitaciones, técnicamente es la candidata más firme para el desarrollo de sistemas de control domótico en los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba.

No obstante, existen otros parámetros que tienen un peso muy importante en la selección de un protocolo de automatización domótica y es el criterio de los usuarios. A este criterio se le asigna un peso mayor ya que de la aceptación de los usuarios dependerá directamente la elección de un único protocolo que abarque las necesidades de los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba. Para la obtención de esta información se han realizado encuestas con preguntas directas acerca del conocimiento de la existencia de la tecnología domótica, de los niveles de automatización que se requieren en los hogares del estado de las instalaciones y del costo que un usuario promedio estaría dispuesto a pagar por un sistema de control de su hogar.

Puntos muy importante al momento de tomar una decisión final acerca de la selección de un protocolo son: el estado físico de las instalaciones, las dimensiones y la topología más adecuada a un hogar modelo, ya que la disposición y el tipo de sensores y accionadores

que se utilicen en la solución propuesta serán estándar para todos los hogares. La accesibilidad a los dispositivos de cada tecnología también juega un papel muy importante y pensando en esto se ha planteado la posibilidad de fabricar dispositivos que cumplan con las características del protocolo seleccionado.

Teniendo en cuenta todas estas características se ha llegado a la conclusión de que el protocolo de comunicaciones adecuado para las necesidades de los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba es el protocolo KNX/EIB, específicamente gracias a que sus características técnicas y las escogidas por el usuario coinciden en un factor mayor al de todos los otros y su aplicación es la óptima.

### **4.3 NORMATIVAS**

Debido a la gran cantidad de estándares, dispositivos, tecnologías, fabricantes y empresas dedicadas al desarrollo, construcción e instalación de sistemas domóticos en todo el mundo, no existe un reglamento que norme el uso e instalación de cada uno de los protocolos domóticos, siendo esto una gran desventaja para el desarrollo de un único estándar domótico mundial.

A nivel internacional existen reglamentos que dirigen la construcción e instalación de componentes de un estándar domótico pero por separado. Es decir, que existen reglamentos de instalaciones eléctricas de media y baja tensión, construcciones de edificios, instalación de sistemas eléctricos. Cada uno de estos funcionando de manera individual. Pero una reglamentación para el uso e instalación de tecnología domótica aún no se ha desarrollado.

#### **4.3.1 NORMATIVA DOMÓTICA EN EL ECUADOR**

La razón por la cual en el país aún no se ha desarrollado una reglamentación clara para el uso de tecnología domótica, es la incipiente presencia de la misma en las construcciones nuevas.

El sistema económico por el cual el país atraviesa es una de las principales limitantes, ya que de forma general el uso de tecnología domótica viene acompañada de estándares, los

mismos que tendrían un valor elevado en el mercado nacional, encareciendo el costo del diseño, construcción e implementación de estos al momento de llevar a cabo la construcción de una edificación, e incluso después de que la misma haya finalizado.

No obstante en el país existen empresas dedicadas a la importación, desarrollo, construcción e instalación de estos sistemas domóticos. Pero al no existir una reglamentación que indique cual es la forma correcta de proceder ante una instalación las empresas nacionales han tomado como referencia las normas ISO, y los manuales de instalación propios de cada estándar.

Al existir gran variedad de alternativas domóticas y al no poder ser homogeneizadas por la naturaleza de cada una de las mismas se ha creído necesario mostrar algunos lineamientos que serían de gran beneficio al momento de instalar desde cero cualquiera de los estándares estudiados en el presente trabajo.

Es así que se utilizaran reglas establecidas para la instalación del sistema domótico,

Como puntos más importantes tenemos los factores que intervienen de forma directa en la construcción de un sistema domótico:

- ***Instalaciones de puesta a tierra.***

El objetivo primordial de una puesta a tierra es el de limitar la tensión que se carga en la masa metálica de los objetos (maquinaria, electrodomésticos, etc.), y asegurar que las protecciones eliminen por completo o disminuyan casi en su totalidad el riesgo de daños en los materiales eléctricos que se usan en la instalación de un sistema eléctrico y por ende de un sistema domótico.

Se conoce como puesta a tierra a la conexión eléctrica directa, sin la utilización de fusibles ni protección ya que este flujo de corriente que no pertenece a una transmisión propia del circuito eléctrico deberá ser evacuada del mismo hacia otro circuito externo con el que no tenga conexión alguna, esto se hace con una toma conectada a una varilla coperwell enterrada en el suelo. Con la instalación de una puesta a tierra en los hogares de las urbanizaciones se garantizará que en el conjunto de instalaciones no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que se permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Los reglamentos a utilizarse en la instalación de una puesta a tierra se seguirán de acuerdo al contenido del reglamento ITC de baja tensión ITC-BT-18.<sup>29</sup>

- ***Instalación de tubos y canales protectores.***

En el caso de que sea necesaria la instalación de dispositivos en lugares donde la humedad del ambiente pueda causar corrosión a los conductores de la instalación eléctrica y domótica, o que estos conectores estén en riesgo de ser destruidos es necesario la instalación de protecciones.

Los reglamentos a utilizarse en la instalación de protecciones se seguirán de acuerdo al contenido del reglamento ITC de baja tensión ITC-BT-2.<sup>30</sup>

- ***Instalación de Protecciones contra sobreintensidades.***

Todo circuito que se encuentre instalado dentro y fuera del hogar deberá estar protegido contra los efectos de las sobreintensidades que se puedan presentar, para ello se utiliza la interrupción de este circuito en un tiempo conveniente y a través de dispositivos de protección (breaker, fusibles, etc.).

Las sobreintensidades que se pueden producir en los circuitos del hogar pueden ser a causa de cortocircuitos, descargas eléctricas atmosféricas, o sobrecargas producidas por la red eléctrica local.

Los reglamentos a utilizarse en la instalación de protecciones se seguirán de acuerdo al contenido del reglamento ITC de baja tensión ITC-BT-22.<sup>31</sup>

- ***Numero de circuitos y características especiales.***

El circuito del hogar debe cumplir con los requisitos de funcionamiento adecuado, en el caso del número de circuitos que deben estar conectados a la caja térmica y al armario de distribución se debe tener las consideraciones de separar circuitos específicos para luces, tomas de pared y otras características especiales. Esto hará que las señales enviadas a través del cableado eléctrico tengan un mínimo de interferencia.

---

<sup>29</sup> [http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC\\_BT\\_18.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC_BT_18.pdf)

<sup>30</sup> [http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC\\_BT\\_21.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC_BT_21.pdf)

<sup>31</sup> [http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC\\_BT\\_22.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC_BT_22.pdf)

Los reglamentos a utilizarse en la instalación de protecciones se seguirán de acuerdo al contenido del reglamento ITC de baja tensión ITC-BT-25.<sup>32</sup>

- ***Consideraciones generales de instalaciones eléctricas de baja tensión.***

Todas las normativas citadas anteriormente son complementadas con un reglamento general que explica detalladamente como deberían realizarse en conjunto la instalación de todo el circuito eléctrico del hogar, añadido a esto se deberá acondicionar exclusivamente tuberías dedicadas únicamente para el control domótico.

Los reglamentos a utilizarse en la instalación de protecciones se seguirán de acuerdo al contenido del reglamento ITC de baja tensión ITC-BT-26.<sup>33</sup>

#### **4.4 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN**

En el proceso de investigación acerca de las características de las viviendas de las urbanizaciones visitadas se pudieron verificar varios de los inconvenientes de los que adolecían estos hogares, en función de sus instalaciones eléctricas, la disposición física de los departamentos, el número de metros de construcción, el tipo de artefactos conectados a la red asumiendo así su consumo y problemas inherentes al tema, las falencias en las instalaciones y las necesidades a cubrir con el sistema propuesto.

Estas consideraciones fueron analizadas conjuntamente con las características técnicas de cada uno de los protocolos obteniendo así información muy útil de cómo se iba a desarrollar la selección de los dispositivos, los parámetros de control, las consideraciones de seguridad que se debían tener, el tipo de instalación que se podría realizar y sobretodo el protocolo más ajustable a las necesidades económicas de los habitantes de los hogares.

Para el diseño físico de una solución se tomó un hogar estándar como referencia en el cual del cual se obtendrían el número de accionadores (luces, persianas, cerraduras), de sensores, y el tipo de topología y arquitectura que se podría aplicar al hogar modelo.

---

<sup>32</sup> [http://www.tuelectricista.es/NORMAS/guia/guia\\_bt\\_25\\_sep03R1.pdf](http://www.tuelectricista.es/NORMAS/guia/guia_bt_25_sep03R1.pdf)

<sup>33</sup> [http://www.upv.es/electrica/rbt\\_modif/itc-bt-26.pdf](http://www.upv.es/electrica/rbt_modif/itc-bt-26.pdf)



Figura IV 56 Distribución de los ambientes de la casa modelo

Fuente: [http://imganuncios.mitula.net/vendo\\_casa\\_en\\_villa\\_espa%C3%B1a\\_urbanizacion\\_malaga\\_96759687838678202.jpg](http://imganuncios.mitula.net/vendo_casa_en_villa_espa%C3%B1a_urbanizacion_malaga_96759687838678202.jpg)

Las funciones que se seleccionaron para el desarrollo de una solución domótica en los hogares de las urbanizaciones fueron:

- Encendido individual y en conjunto de focos.
- Encendido de los motores de persianas.
- Apertura de la cerradura.
- Censado de la temperatura ambiente del hogar.
- Control de intrusión.
- Control de encendido general con temporización.

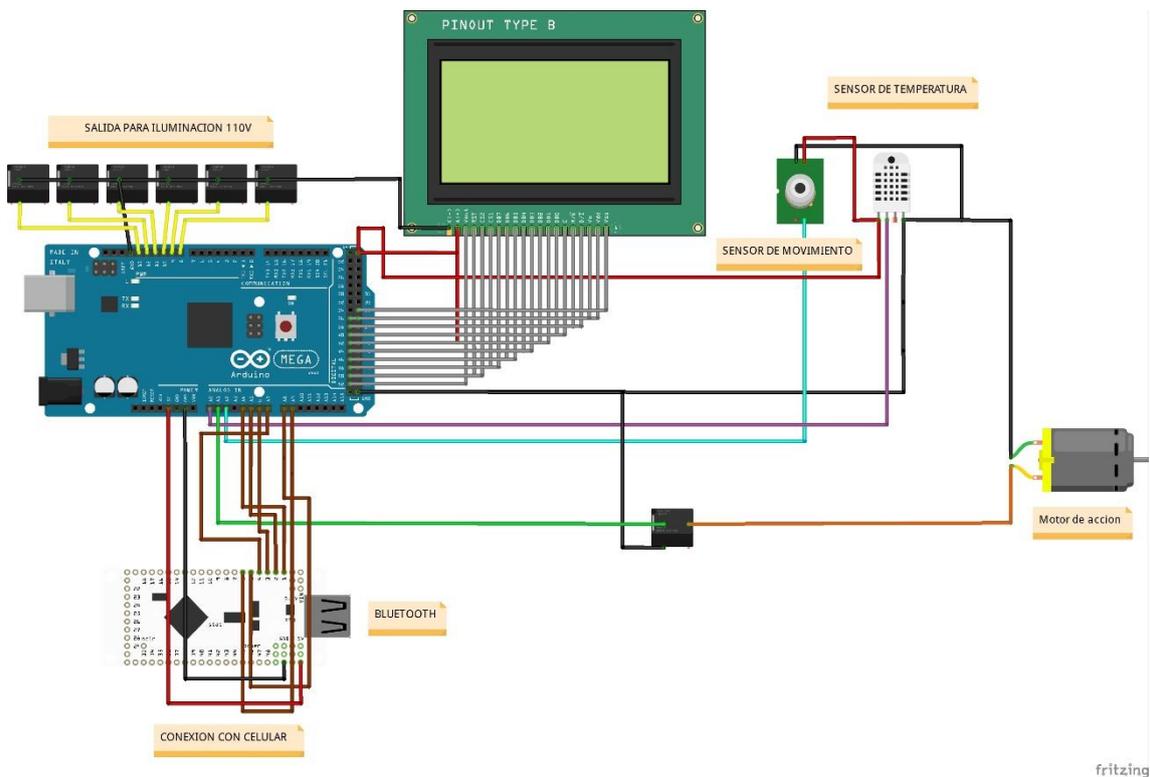
La arquitectura seleccionada para las instalaciones de acuerdo a su disposición física es a través de los conductos de luz haciendo un control primario desde la ubicación de la caja térmica. La razón por la que se escogió esta ubicación en particular es por el ahorro en la instalación de la mayor parte del sistema, ya que el control de los focos está distribuido desde ese lugar, es desde ahí desde donde se desarrollara el control general de la iluminación y el control energético general del hogar en su totalidad.

La topología planteada de acuerdo a la solución óptima inicialmente apuntaba a un desarrollo inalámbrico, pero debido a los costos altos de instalación en relación a la cantidad de dispositivos y al costo final de la instalación, se optó por un modelo de cableado centralizado.

Los dispositivos utilizados en el sistema domótico obedecerían a la programación realizada en el dispositivo de control central desde donde se tendría acceso a todas las

funcionalidades del hogar, abarcando así el confort, la gestión de energía y la seguridad del hogar.

Para realizar una representación miniatura del funcionamiento de este sistema se ha realizado la construcción de los objetos de control y censado con dispositivos electrónicos de fácil acceso en la ciudad, el diseño y construcción asemejan el funcionamiento del protocolo seleccionado como solución, aproximándose a su forma de trabajo en fase de funcionamiento.<sup>34</sup>



Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

<sup>34</sup> Ver anexo 2.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **5 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

A partir de los resultados obtenidos en las encuestas de campo, se realizara un análisis detallado de la información, a fin de encontrar una solución que se adecúe tanto a los requerimientos del usuario como a los requerimientos técnicos de las urbanizaciones.

En este estudio las encuestas representan una herramienta importantísima, ya que a través de ellas podremos tener acceso a gran parte de la información relacionada con los problemas de las urbanizaciones, y opiniones de la gente que habita ahí, dando como resultado un indicador del nivel de confort que proporcionarían los sistemas domóticos en las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba.

La organización a seguir es la siguiente:

- Formular la pregunta.
- Señalar el objetivo por el cual se formuló la pregunta.
- La tabla con la frecuencia y porcentaje de las respuestas.
- La gráfica donde se muestran los porcentajes alcanzados.
- Análisis e interpretación de los datos.
- Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del capítulo.

## 5.1 TABULACIÓN DE LOS DATOS

Después de administrar los instrumentos de recolección de datos, a los Administradores, y habitantes de los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba, se realizó la tabulación de los datos, analizando las encuestas realizadas para después presentarlos en un gráfico de pastel con su respectivo análisis.

## 5.2 ENCUESTA DIRIGIDA A LOS HABITANTES Y ADMINISTRADORES DE LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.

### 1. ¿Ha escuchado hablar acerca del termino domótica?

**Objetivo:** Estar al tanto del nivel de conocimiento de los habitantes de las urbanizaciones acerca de los sistemas domóticos.

Tabla V XI Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 1

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	28	68 %
No	13	32 %
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

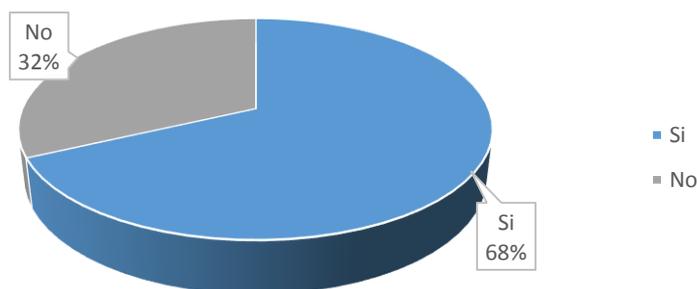


Figura V 58 Grafico de pastel. Pregunta 1

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

**Análisis:**

El 68% de los habitantes de los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba si tienen conocimiento de la tecnología domótica, mientras que 32% del total de encuestados no lo tienen.

**Interpretación:**

Gran parte los habitantes de las urbanizaciones tienen el conocimiento adecuado acerca de lo que significa tener un sistema domótico instalado en el hogar.

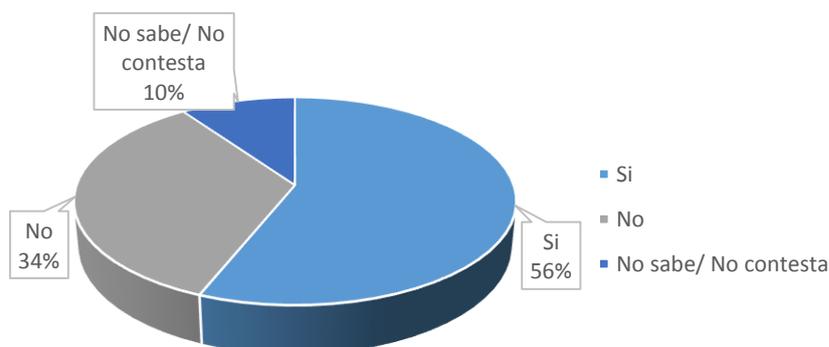
**2. ¿Conoce las ventajas de un sistema domótico en el hogar?**

**Objetivo:** Estar al tanto del nivel de conocimiento de las ventajas y beneficios que brindan los sistemas domóticos en el desarrollo de la vida cotidiana en los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba.

*Tabla V XII Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 2*

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Si</b>	23	56.1 %
<b>No</b>	14	34.1 %
<b>No sabe/ No contesta</b>	4	9.8 %
<b>Total</b>	41	100 %

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*



*Figura V 59 Gráfico de Pastel. Pregunta 2*

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*

**Análisis:**

El 56% de los encuestados tiene conocimiento acerca de las ventajas que supone la instalación de un sistema domótico en el hogar, el 34% de los encuestados conocen acerca de domótica pero su conocimiento no es tan profundo y el 10% de los encuestados no saben o no conocen de las ventajas de la domótica.

**Interpretación:**

De la totalidad de habitantes encuestados casi la mitad de ellos no tienen un conocimiento claro o no saben nada acerca de las ventajas que presenta la domótica en beneficio del buen vivir en el hogar.

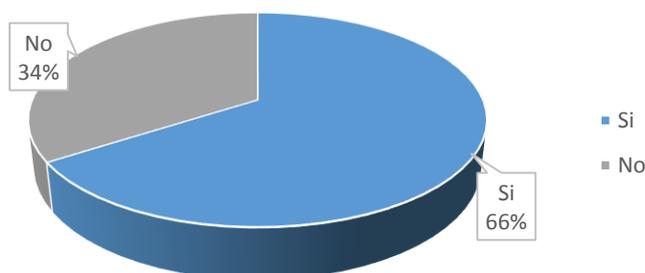
**3. ¿Estaría dispuesto a instalar en su hogar un sistema domótico?**

**Objetivo:** Conocer si los habitantes de las urbanizaciones tienen la disponibilidad de instalar un sistema domótico en sus hogares.

*Tabla V XIII Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 3*

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Si</b>	27	65.8 %
<b>No</b>	14	34.2 %
<b>Total</b>	41	100 %

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*



*Figura V 60 Gráfico de Pastel. Pregunta 3*

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*

**Análisis:**

Del total de encuestados el 65.8% de ellos estaría dispuesto a instalar un sistema domótico en sus hogares, mientras que el 34.2% de ellos asegura no estar dispuesto a instalar un sistema domótico en su hogar.

**Interpretación:**

Debido al grado de conocimiento adquirido por los habitantes de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba a través de medios informáticos y conocimiento general, gran parte de ellos están dispuestos a instalar sistemas domóticos en sus hogares y así mejorar la habitabilidad de los mismos.

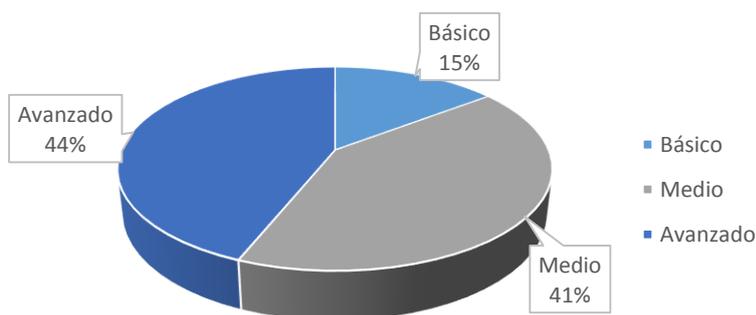
**4. ¿Qué nivel automatización estaría dispuesto a instalar en su hogar?**

**Objetivo:** Conocer el nivel de automatización que los habitantes de las urbanizaciones estarían dispuestos instalar en sus hogares.

*Tabla V XIV Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 4*

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Básico</b>	6	14.6 %
<b>Medio</b>	17	41.5 %
<b>Avanzado</b>	18	43.9 %
<b>Total</b>	41	100 %

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*



*Figura V 61 Gráfico de Pastel. Pregunta 4*

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*

### **Análisis:**

El 44% de los habitantes de las urbanizaciones está dispuesto a instalar un sistema de control domótico avanzado que consta del control de luminarias, climatización, seguridad y multimedia. El 41% de los habitantes encuestados está dispuesto a instalar un sistema domótico de capacidad media, que comprende el control de luminarias, climatización y seguridad. Solamente el 15% de los habitantes encuestados estaría dispuesto a instalar en sus hogares un sistema domótico básico capaz de controlar únicamente las luminarias.

### **Interpretación:**

Un porcentaje mayor al 80% de los encuestados prefieren implantar en su hogar un sistema domótico que tenga un control casi total en todos los aspectos que facilitarían el desarrollo de las actividades, esto hace referencia a que las personas de los hogares de las urbanizaciones están abiertos a la posibilidad de que exista un sistema domótico que tenga el control casi completo de su hogar.

## **5. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema domótico que mejore las condiciones de vida en su hogar?**

**Objetivo:** Conocer la cantidad de dinero estimada que los habitantes de las urbanizaciones estarían dispuestos a invertir en la instalación de un sistema domótico en sus hogares.

*Tabla V XV Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 5*

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Hasta 500 \$</b>	15	36.6 %
<b>Hasta 750 \$</b>	12	29.3 %
<b>Hasta 1000 \$</b>	9	22 %
<b>Más de 1000 \$</b>	5	12.2 %
<b>Total</b>	41	100 %

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*

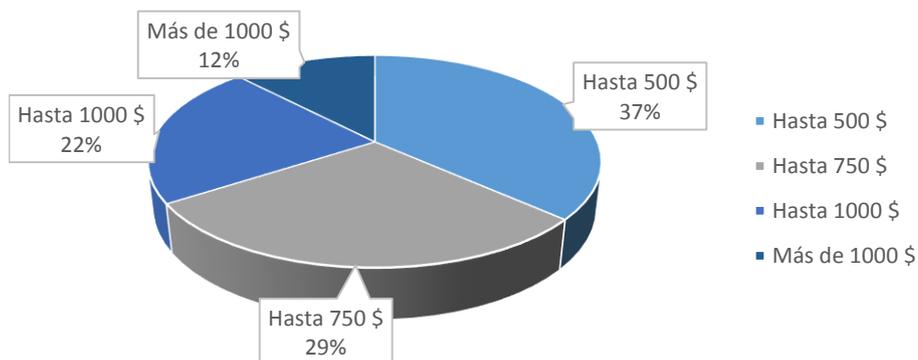


Figura V 62 Gráfico de Pastel. Pregunta 5

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

### **Análisis:**

Del total de encuestados el 37% de ellos pagaría hasta 500 \$ por un sistema domótico, el 29% de ellos pagaría hasta 700 \$ por un sistema domótico, el 22% pagaría hasta un total de 1000 \$ por la instalación de un sistema domótico, mientras solo el 12% de los encuestados estarían dispuestos a pagar más de 1000 \$ por un sistema domótico que mejore la habitabilidad en sus hogares.

### **Interpretación:**

Estos valores serán contrastados con el tipo de sistema escogido las características del mismo serán adecuadas al valor comercial final del sistema. El que estará enmarcado en los valores seleccionados por los usuarios, dando así un importante factor de selección del protocolo final.

Por otra parte el nivel económico de los habitantes también se ve reflejado de alguna manera en la cantidad de dinero que están dispuestos a pagar por un sistema domótico en sus hogares.

## **6. ¿Desde qué dispositivo le gustaría tener el control de su hogar?**

**Objetivo:** Conocer las preferencias de los usuarios para el control del sistema domótico.

Tabla V XVI Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 6

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
<b>Celular</b>	25	61 %
<b>Pantalla Táctil</b>	10	24.4 %
<b>Computador</b>	6	14.6 %
<b>Total</b>	41	100 %

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

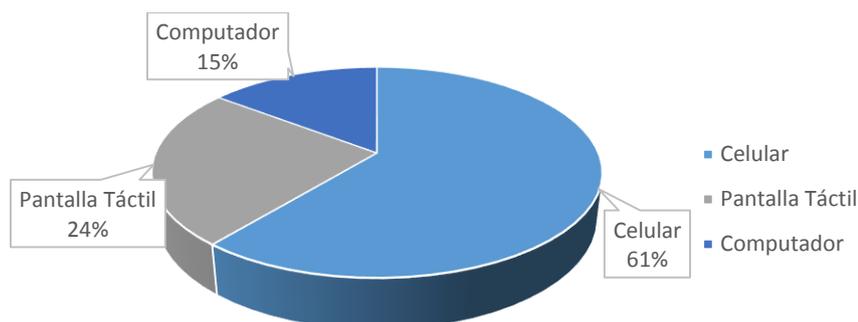


Figura V 63 Gráfico de Pastel. Pregunta 6

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

### **Análisis:**

Del total de encuestados el 61% de ellos tiene preferencia por un control móvil de los dispositivos instalados en su hogar, el 24% de los encuestados prefieren que el control de su hogar se realice desde una pantalla táctil, y el 15% restante utilizaría un computador para el control de su hogar.

### **Interpretación:**

La mayoría de personas encuestadas prefieren un dispositivo que les permita desplazarse por su hogar incrementando así el confort al momento de tomar el control de su hogar, mientras que el resto de encuestados prefiere un control estático de los dispositivos que serán controlados en su hogar.

## 7. ¿Qué característica del sistema domótico cree que es más importante al momento de automatizar su hogar?

**Objetivo:** Conocer cuál de las características de gestión de un sistema domótico es más importante para los habitantes de las urbanizaciones al momento de automatizar su hogar.

Tabla V XVII Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 7

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Seguridad	23	56.1 %
Confort	10	24.4 %
Ahorro de Energía	6	14.6 %
Comunicaciones	2	4.9 %
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

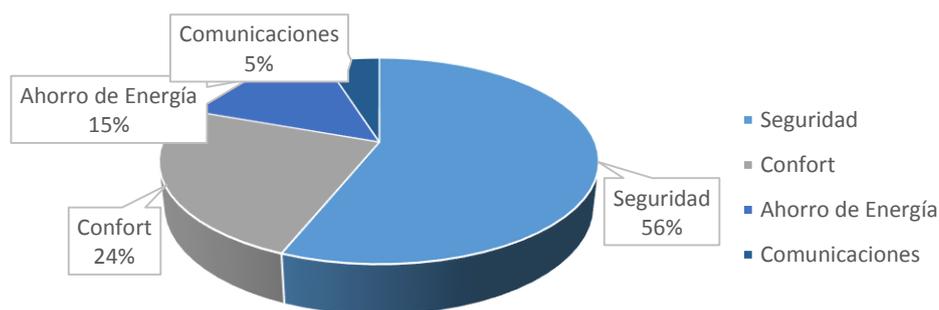


Figura V 64 Gráfico de Pastel. Pregunta 7

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

### Análisis:

El 56% de los encuestados creen que el parámetro más importante que debería controlar un sistema domótico en sus hogares es la seguridad, el 24% de los ellos prefiere un control que proporcione confort en su hogar, el 15% de los encuestados preferiría que el sistema domótico este dirigido al ahorro de energía en su hogar, mientras que solo el 5% de los encuestados instalaría un sistema domótico en su hogar que le proporcione beneficios en el control de las comunicaciones.

**Interpretación:**

El control de seguridad es el parámetro más importante para los habitantes de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba, mientras que los otros aspectos tienen una menor atención.

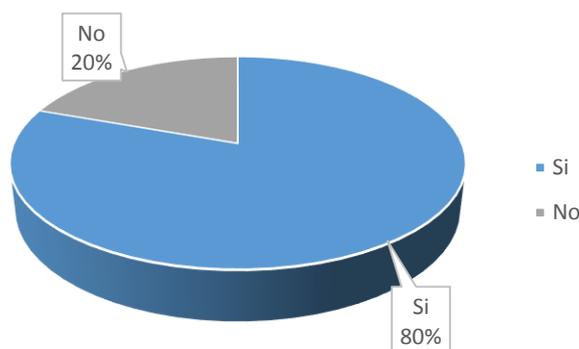
**8. Con el gran avance de todas las tecnologías existentes, ¿Cree Usted que la domótica se debería de incluir en todas las viviendas de nueva construcción?**

**Objetivo:** Conocer el criterio de los habitantes de las urbanizaciones acerca de la inclusión de sistemas domóticos en la construcción de nuevas viviendas.

*Tabla V XVIII Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 8*

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Si</b>	33	80.5 %
<b>No</b>	8	19.5 %
<b>Total</b>	41	100 %

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*



*Figura V 65 Gráfico de Pastel. Pregunta 8*

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*

**Análisis:**

El 80% de los habitantes de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba cree que las instalaciones eléctricas de los hogares de nueva construcción deben incluir sistemas aptos para que los dispositivos de control domótico no presenten problema alguno al momento

de su ensamblaje, mientras solo un 20% opina que esta tecnología no debe estar incluida en los planes de construcción de viviendas.

### Interpretación:

El proceso de incluir diseños domótico en la construcción de viviendas nuevas abarataría el costo final de la instalación de los mismos, debido a que una parte importante del costo final de instalación de un sistema domótico está representado por los gastos que se realizan preparando las instalaciones físicas de la vivienda.

## 9. ¿En qué áreas de su vivienda desearía instalar un sistema domótico?

**Objetivo:** Conocer el criterio de los habitantes de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba acerca del área de automatización que desearían implantar en sus hogares.

Tabla V XIX Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 9

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Perímetro Externo	6	15 %
Área Interna	9	22 %
Ambas Opciones	26	63 %
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

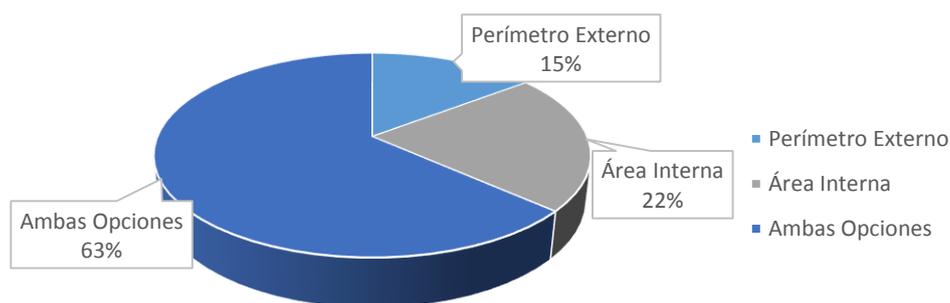


Figura V 66 Gráfico de Pastel. Pregunta 9

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

### **Análisis:**

El 63% de los encuestados desean instalar sistemas domóticos que controlen dispositivos en el área externa e interna de sus hogares, el 22% de los encuestados prefieren que estos sistemas tengan el control del área interna de sus hogares, mientras que solo el 15% de los encuestados utilizarían sistemas domóticos para el control del perímetro externo de su hogar.

### **Interpretación:**

La mayor parte de los encuestados prefieren tener un sistema integral desde el cual puedan tener un control total de los dispositivos que estén instalados tanto dentro como fuera del hogar, esto supone que el protocolo seleccionado no deba tener inconvenientes en controlar un número de dispositivos similar al requerido en el control integral.

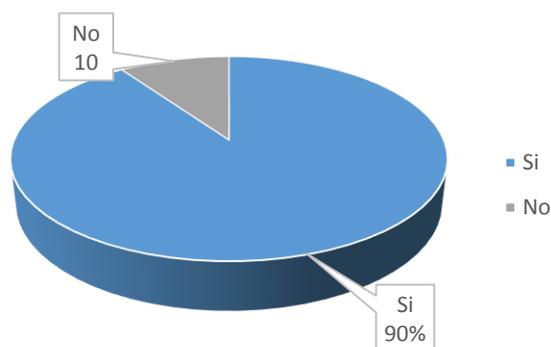
## **10. ¿Cree usted que un sistema domótico facilitaría el desarrollo de las actividades del hogar?**

**Objetivo:** Determinar si la presencia de un sistema domótico en los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba mejoraría y facilitaría el desarrollo de las actividades cotidianas.

*Tabla V XX Frecuencias y Porcentajes. Pregunta 10*

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Si</b>	37	90 %
<b>No</b>	4	10 %
<b>Total</b>	41	100 %

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*



*Figura V 67 Gráfico de Pastel. Pregunta 10*

*Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)*

### **Análisis:**

El 90% de los encuestados creen que el control de los dispositivos eléctricos y electrónicos del hogar por parte de un sistema de control domótico facilitaría el desarrollo de las actividades cotidianas, mejorando así la calidad de vida de los habitantes de dichos hogares, solamente el 10% de los encuestados creen que un sistema domótico no aportaría beneficio alguno a los habitantes de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba.

### **Interpretación:**

Un punto importante, es que el propósito de un sistema domótico trata de mejorar las condiciones de vida de los habitantes del hogar. Es así que la selección del protocolo se basará en el número de necesidades que satisfará.

## **5.2 ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS**

**Hi.-** La realización de un estudio de aplicabilidad de sistemas domóticos orientados a urbanizaciones de la ciudad de Riobamba determinará la factibilidad de implementar sistemas que mejoren el ambiente de las viviendas.

**Ho.-** La realización de un estudio de aplicabilidad de sistemas domóticos orientados a urbanizaciones de la ciudad de Riobamba no determinará la factibilidad de implementar sistemas que mejoren el ambiente de las viviendas.

Para la comprobación de la hipótesis planteada se utilizará el método de Chi Cuadrado, entonces, partimos de los datos obtenidos.

### **5.2.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Debido a que el número de urbanizaciones que se encuentran en condición de funcionamiento estable en la ciudad de Riobamba de acuerdo a los datos obtenidos en el Departamento de Gestión de Planificación de la Ilustre Municipalidad De Riobamba, suman un total de 46 hasta 2009, y dado que la información obtenida en el mismo departamento hasta el año 2014 presenta inconsistencias referentes un alto porcentaje de nombres de urbanizaciones que únicamente se encuentran en fase de construcción y no

de funcionamiento, y dado que la consideración de estas urbanizaciones puede afectar al cálculo de los valores para la prueba de la hipótesis y obtención de la muestra, se ha decidido trabajar con el último listado de urbanizaciones que cuentan con todos los servicios y se encuentran funcionales.

Para determinar el tamaño de la muestra utilizaremos la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Así tenemos que los datos a utilizar son:

$n$  = El tamaño de la muestra o número de encuestas.

$N$  = Tamaño de la población, que corresponde a 46 urbanizaciones.

$\sigma$  = Desviación estándar de la población que, al no existir precedente de estudios similares se le asignará un valor recomendado de 0,5.

$Z$  = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Se le asignará el valor de 95% de confianza equivale a 1,96.

$e$  = Límite aceptable de error muestral que, generalmente está entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), para el presente estudio se le asignará un valor del 5% es decir 0,05.

$$n = \frac{46 (0.5)^2 (1.96)^2}{(46 - 1)0.5^2 + (0.5)^2 (1.96)^2}$$

$$n = 41$$

## 5.2.2 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla V XXI Datos Obtenidos

TEORÍA / DESEMPEÑO	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO	TOTAL
CONOCIMIENTO DEL TEMA	28	13	41
ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA	27	14	41
IMPLANTACIÓN DE TECNOLOGÍA	33	8	41
MEJOR CALIDAD DE VIDA	37	4	41
<b>TOTAL</b>	139	25	164

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

Los grados de libertad corresponden a la siguiente fórmula:

$$gl = (fila - 1)(columna - 1)$$

$$gl = (4 - 1)(2 - 1)$$

$$gl = 3$$

Con un nivel de significancia de 0.05 o del 5% y grados de libertad con valor de 3, en la tabla de distribución Chi cuadrado obtenemos un valor teórico de 7.8147.

Calculamos la frecuencia esperada.

Tabla V XXII Datos esperados

TEORÍA / DESEMPEÑO	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO	TOTAL
CONOCIMIENTO DEL TEMA	31.25	9.75	41
ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA	31.25	9.75	41
IMPLANTACIÓN DE TECNOLOGÍA	31.25	9.75	41
MEJOR CALIDAD DE VIDA	31.25	9.75	41
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>39</b>	<b>164</b>

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

Con los datos esperados y los datos obtenidos aplicamos la fórmula de Chi Cuadrado para comprobar la validez de la hipótesis:

$$X_c^2 = \frac{\sum(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Tabla V XXIII Valor de Chi cuadrado

	FREC. OBSERVADA	FREC. ESPERADA	((fo-fe)^2)/fe
CONOCIMIENTO DEL TEMA	28	31.25	0.338
	13	9.75	1.083333333
ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA	27	31.25	0.578
	14	9.75	1.8525641
IMPLANTACIÓN DE TECNOLOGÍA	33	31.25	0.098
	8	9.75	0.31410256
MEJOR CALIDAD DE VIDA	37	31.25	1.058
	4	9.75	3.39102564
<b>Chi cuadrado</b>			<b>8.71302564</b>

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

Tomando en cuenta el nivel de significancia de 5%, el Chi cuadrado teórico será igual a 7,81.

Al haber obtenido un Chi cuadrado de 10.2411 y siendo mayor al Chi cuadrado teórico se anula la hipótesis nula y se acepta la hipótesis planteada: La realización de un estudio de aplicabilidad de sistemas domóticos orientados de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba determinará la factibilidad de implementar sistemas que mejoren el ambiente de las viviendas.

Esto quiere decir que la tecnología usada con el objetivo de mejorar las condiciones de vida, facilitando tareas que se pueden considerar triviales como la de ajustar el brillo de un foco, hasta tareas importantes como la seguridad de puertas, ventanas y la prevención de eventualidades como catástrofes en el hogar, se pueden confiar a sistemas de control domótico que se encargarán de automatizar toda la vivienda y mantenerla óptima para el desarrollo de las actividades cotidianas.

El presente estudio concluye también, que no solo los factores técnicos son importantes al momento de realizar la implantación de un diseño a gran escala, sino que también debe considerarse los factores humano, social y económico que pueden ser determinantes en la toma de decisiones. En el caso puntual del presente estudio debido a la estructura física, al factor económico y a la decisión de usuario, se ha tenido que descartar tecnología avanzada para el desarrollo de ambientes domóticos como es ZigBee y se ha preferido mantener un sistema cableado con posibilidades de expansión en medida de las capacidades económicas y físicas de los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba, seleccionando el protocolo KNX/EIB que es el que mejor se ajusta a las características técnicas y a las demandas de los usuarios.

## CONCLUSIONES

- Los sistemas domóticos son tecnología relativamente nueva en la ciudad de Riobamba, ya que un porcentaje muy pequeño de personas cuentan con dispositivos de automatización de tareas, los mismos que no se pueden considerar como un sistema domótico, ya que son de funcionamiento aislado (puertas eléctricas, alarmas, etc.). El mayor inconveniente al momento de realizar una instalación domótica es que en la ciudad de Riobamba las urbanizaciones cuentan con viviendas que no se encuentran adecuadas debidamente para la implantación de un sistema domótico, esto debido a la falta de previsión al momento de su construcción, cosa que se puede aceptar de edificaciones que se han construido en un rango de 10 a 15 años, como pasa con la mayoría de urbanizaciones que se levantan en zonas que pertenecen al perímetro urbano, no así en las urbanizaciones que son de construcción reciente, ya que estas deberían haber incorporado en sus planos las conexiones pertinentes para que una instalación domótica no tenga un costo elevado por causa de su instalación.
- Alrededor de todo el mundo existen un sin número de protocolos de domótica que utilizan una gran variedad de dispositivos y sistemas de transmisión de información para el desarrollo de sistemas domóticos, a pesar de ello, la gran mayoría de protocolos de domótica utiliza estándares como base para sobre ellos realizar las modificaciones que crean pertinentes, otorgándoles características únicas, esto hace que para el estudio se hayan podido considerar tres de las tecnologías que abarcan más mercado en el área de la domótica y cuyas características principales marcan su forma de trabajo y el ámbito en el que su desenvolvimiento sería óptimo. En el presente estudio se pudo comprobar que a pesar de contar con las mejores características técnicas, la aplicación de un sistema domótico está sujeta a otros factores importantes que son: el ambiente socio-económico, la adaptabilidad del sistema a diversos tipos de escenarios, y el criterio del usuario.
- Al existir una gran cantidad de sistemas domóticos fabricados por centenares de compañías de tecnología alrededor del planeta, por definición no es posible

obtener un conjunto de normativas o reglas que guíen el uso y la implantación de estos protocolos de forma generalizada, debido a ello, un óptimo funcionamiento se deberá al nivel de adaptabilidad del sistema y su instalación se deberá al manual adjunto. Por esta razón y por el tipo de protocolo seleccionado para las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba, la sugerencia para la correcta implementación del sistema domótico debe basarse en un conjunto de reglas normadas que funcionen perfectamente y que se puedan considerar un apoyo al momento de instalar los dispositivos, aquí se tomaran en cuenta las normas de las instalaciones de baja tensión.

- Un modelo de control construido sobre una maqueta no está sujeto a todos los factores ambientales a los que puede estar sometido un modelo real, es por eso que los problemas encontrados, tanto al momento de construir la maqueta como al hacer las pruebas de funcionamiento se asemejan al mundo real pero con la gran diferencia de que estos están desarrollados en un ambiente más pequeño en el cual se tiene un control visual del sistema completo, cosa que en un ambiente real no se da.
- No solo los factores técnicos son importantes al momento de realizar la implementación de un diseño a gran escala, sino que también debe considerarse los factores humanos, socioeconómicos, y la perspectiva de los usuarios ya que pueden ser determinantes en la toma de decisiones. Otros factores técnicos como la estructura física, las instalaciones eléctricas, y otras características propias de una construcción han influido para que se tengan que descartar tecnologías avanzadas para el desarrollo de ambientes domóticos como es ZigBee, y se ha preferido mantener un sistema cableado con posibilidades de expansión en medida de las capacidades económicas y físicas de los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba.

## RECOMENDACIONES

- La tecnología domótica crece cada vez más, y su aceptación en el mercado es cada vez más grande, ante esto se hace necesario que se implanten normativas que se apliquen desde los organismos de control de planificación y construcciones, que consistan en la inclusión de instalaciones específicas para el desarrollo de tecnología domótica en los planos de construcción, esto hará que el costo de una instalación se reduzca notablemente.
- Debería existir un organismo que controle la creación y construcción de tecnología domótica estandarizando los protocolos los dispositivos que intervengan en la creación de sistema domóticos, no solo para urbanizaciones, sino también para construcciones a mediana y gran escala.
- En vista de que la tecnología domótica es relativamente nueva en nuestro país, y las instalaciones actuales cuentan con una variedad de marcas y proveedores de dispositivos. Deberían existir empresas que se encarguen del soporte técnico de cualquier sistema domótico, garantizando escalabilidad, disponibilidad y flexibilidad.
- Generar tecnología nacional que se enfoque en el avance de dispositivos que cumplan de mejor manera las expectativas del usuario, y no esperar a que al país llegue tecnología extranjera que se encuentra en desuso en sus países de origen. Esto abaratará los costos de los dispositivos y permitirá que esta tecnología tenga un avance significativo.

## **RESUMEN**

Estudio de aplicabilidad de sistemas domóticos orientados a urbanizaciones de la ciudad de Riobamba con el propósito de conocer la situación actual respecto a la utilización e implementación de sistemas domóticos y, determinar, a través del análisis de tecnología domótica, los protocolos más apropiados que satisfagan las necesidades de los habitantes.

Se obtuvieron datos de la distribución física de los ambientes en los hogares y de las características de las instalaciones eléctricas. Se utilizó el método investigativo para determinar el protocolo que se ajuste a la situación física de las urbanizaciones. A través del análisis de toda la información recolectada se pudo apreciar que el 60% de la población tiene un conocimiento claro acerca de los sistemas domóticos y al menos un 5% tienen algún sistema domótico básico.

Se realizó estudio técnicos de las características de funcionamiento e instalación de los protocolos domóticos existentes en el país que se adapten a las condiciones de los hogares, observándose que el protocolo KNX/EIB, por sus características de utilización del mismo cableado eléctrico existente, accesibilidad de los dispositivos electrónicos y costos de instalación (\$750), responde a las necesidades de la población y de implementación de sistemas domóticos.

La implementación de sistemas domóticos aplicados en los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba, mejoraría las condiciones de habitabilidad de las viviendas.

## **SUMMARY**

Study of applicability of domotic systems aimed to urbanizations in the city of Riobamba in order to know the current situation regard to the use and implementation of domotic systems and determine, through the analysis of home automation technology, the most appropriate protocols that satisfy the needs of residents.

We obtained data of physical distribution of the rooms in homers and the characteristics of electrical installations. The research method was used to determine the protocol that fits the physical status of urbanizations. Through the analysis of all the data collected, it was observed that 60% of the population have a clear knowledge about domotic system and at least 5% have some basic domotic system.

Technical study was conducted of the performance characteristics and installation of domotic protocols existing in the country that fit in the conditions of households, showing that the KNX/EIB protocol, Their characteristics using the same existing electrical wiring, accessibility of electronic devices and installation cost (\$ 750), meets the needs of the population and implementation of domotic systems.

The implementation of domotic systems applied in the homes of the residential areas of the city of Riobamba, improve the living conditions of households.

## GLOSARIO

<b>ÁREA</b>	Es el conjunto de 15 líneas KNX/EIB.
<b>AUTÓMATA PROGRAMABLE (PLC)</b>	Es un dispositivo electrónico destinado a controlar las operaciones secuenciales de cualquier tipo de proceso. Es un sistema centralizado.
<b>BIT</b>	Es la unidad de información más pequeña del sistema binario. Puede tomar dos valores 0 o 1
<b>BYTE</b>	Conjunto de 8 Bits (00011011)
<b>CICLO</b>	En la ejecución cíclica de un autómata, el programa de aplicación se ejecuta en un bucle que va repitiéndose continuamente (ciclo).
<b>CONECTOR DE BUS</b>	Permite unir la CPU o un módulo de extensión al siguiente módulo enganchado en el soporte.
<b>CONTROLADOR PROGRAMABLE</b>	Es un sistema automatizado centralizado, pues para el control de la vivienda dispone de una sola CPU.
<b>CORRIENTES PORTADORAS</b>	Sistema domótico que utiliza la red como alimentación de los receptores y además transmite los impulsos generados por los emisores del sistema.
<b>DIMMER</b>	Regulador de intensidad luminosa.
<b>INTERFACE</b>	Elementos que convierten un tipo de señal en otra para conectar dos dispositivos de diferentes características, aunque con cierta compatibilidad gracias a este.
<b>LÍNEA</b>	Mínima parte en una instalación KNX/EIB. En una línea se pueden conectar hasta 64 mecanismos.

<b>MICROPROCESADOR</b>	Interpreta las operaciones a realizar con los datos y de producir señales adecuadas para que el resto de las unidades del sistema realicen en cada momento y de forma adecuada la misión que tienen asignada.
<b>MODEM</b>	Dispositivo electrónico que permite conectar una instalación automatizada con la línea telefónica.
<b>PALABRA</b>	Una palabra consta de 16 bits
<b>PALABRA DOBLE</b>	Consta de 32 bits
<b>SEGMENTO</b>	Consta de varias operaciones KOP que forman juntas una línea.
<b>SISTEMA CENTRALIZADO</b>	Se dice que un sistema domótico es centralizado cuando en el mismo solo existe un único punto de control, ya que, sólo hay una C.P.U.
<b>SISTEMA DESCENTRALIZADO</b>	Se dice que un sistema domótico es descentralizado cuando en el mismo existe más de un punto de control, ya que, para realizar una función pueden existir más de una C.P.U.
<b>SONDA DE TEMPERATURA</b>	Controlan la temperatura del inmueble, ya sea por zonas o para la totalidad de la vivienda.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**Información otorgada por el municipio de la ciudad de Riobamba.**



[www.gadmriobamba.gob.ec](http://www.gadmriobamba.gob.ec)

RECIBIDO 21 OCT 2014

Oficio Nro. GADMR-GOT-2014-0584-OF

Riobamba, 17 de octubre de 2014

**Asunto:** Listado de urbanizaciones del 2000 al 2014

Señor  
Paul Patricio Romero Riera  
**Secretario Académico de Grado EsPOCH**  
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO**  
En su Despacho

La Dirección de Gestión Ordenamiento Territorial del GADM de Riobamba, en atención a la petición mediante Documento No. GADMR-GA-BS-2014-18799-OF, en el que solicita la información correspondiente al número, nombre y ubicación de las Urbanizaciones y Conjuntos Habitacionales de la ciudad de Riobamba, remite lo requerido mediante Memorando No. GADMR-GPOT-ACS-2014-2016-M de octubre 15 de 2014 suscrito por el Ing. Luis Ubilluz.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Arq. Edwin Giovanni Cruz Toledo  
**DIRECTOR DE GESTIÓN ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

GADM DE RIOBAMBA  
DIRECCION DE PLANIFICACION

Referencias:  
- GADMR-GPOT-ACS-2014-2016-M

Anexos:  
- TRAMITE  
- listado de urbanizaciones 2000 hasta 2014.pdf

Copia:  
Señor Ingeniero  
Byron Napoleón Cadena Oleas  
**Alcalde del Cantón Riobamba**



Gobierno Autónomo  
Descentralizado Municipal  
**RIOBAMBA**

SECRETARÍA

16 OCT. 2014

USUARIO

[www.gadmriobamba.gob.ec](http://www.gadmriobamba.gob.ec)

**Memorando Nro. GADMR-GPOT-ACS-2014-2016-M**

**Riobamba, 15 de octubre de 2014**

**PARA:** Sr. Arq. Edwin Geovanni Cruz Toledo  
**Director de Gestión Ordenamiento Territorial**

**ASUNTO:** Listado de urbanizaciones del 2000 al 2014

De mi consideración:

En respuesta al Documento No. 02025-SAG-2014, anexo al presente, envío listado de urbanizaciones a partir del año 2000 al 2014,

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Ing. Luis Gonzalo Ubilluz Ortega  
**SERVIDOR PÚBLICO DE APOYO 4**

Referencias:

- GADMR-GA-GD-BS-2014-18799-OF

Anexos: 5 fojas

- TRAMITE

- listado de urbanizaciones 2000 hasta 2014.pdf

LC

	GAD MUNICIPAL RIOBAMBA	DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN
Recibido por: <i>Jubileo</i>		
Fecha: 15-10-2014		Hora: 10:29

S P O J A





ACIONES  
AD DE DOCUMENTOS  
RURA EN LO QUE

LOTES HIPOTECADOS					AREA VERDE/RECREACIONAL MUNICIPAL					AREA COMUNAL						
LOTES	MZ.	LOT.	MZ.	LOT.	AREA/ m2	FRENTE	FONDO	LAT. IZ	LAT.DER.	AREA/ m2	FRENTE	FONDO	LAT. IZ	LAT.DER.	OBSERVAC.	
Del 27 al 39					1702.77	44.50	61.89	32.10	56.05							
Lot. 6,7					1311.61	138.80	141.45	20.00								
Del 1 al 20	E	Del 1 al 30	J	Del 1 al 26						6697.00	185.75	174.90	126.50	74.50	MZ. J y N	
Del 37 al 41					1999.66	73.08	105.49	10.00	16.50							
Del 12 al 23	C	Del 24 al 37			2622.67	33.50	54.38	64.41	59.04							
Del 1 al 3	E	Del 4 al 23			1750.00	44.00	42.40	41.95	40.00	682.58	11.00	21.23	42.05	43.49		
Garantía se lo hizo a través de hipoteca de bienes raíces					1128.45	79.65	65.56	24.67	15.74							
Del 2 al 8					619.58	37.70	37.90	16.50	16.50							
Del 1 al 23					1675	21.66	28.56	60.47	64.77							
Del 22 al 25					625.44										Los Lot. 12,13 y 18 son de Prop. Munic.	
Del 8 al 13					446.91	32.00	32.00	14.85	13.10							
Del 1 al 5					489.79	52.50	31.19	24.00	20.00							
Todos los lotes					708.00	91.00	90.50	9.50	7.00	200.00	25.30	29.55		16.25		
Del 1 al 20					1256.01	36.27	47.79	34.13	23.89							
Todos los lotes					811.40	67.67		24.25	67.82							
Todos los lotes					4410.20	92.84	66.21	47.38	31.30							
Todos los lotes					4004.86	80.67	91.46	47.79	54.17							
Todos los lotes					1975.13											
					2675.22	51.65	37.61	59.74	61.85							
Del 1 al 8					528.02	20.75	19.88	26.02	25.99							
Lot. 1,8,9	D	Lot. 2,3			1686.75	59.30	62.50	32.35	15.25							
Todos los lotes					602.35	16.97	11.34	25.54	16.41							
					2331.50	108.38	108.38	39.87	31.81							
Del 1 al 23					3140.00											
Del 1 al 9					690.00	16.37	9.55	24.30	62.73							
Todos los lotes					158.07	6.06	15.33	14.37	18.54	491.82	25.79	21.76	24.00	15.77		
Del 1 al 7					2725.30	43.94	24.10	81.36	78.86	967.20	28.83	41.66	27.44	30.29		
Todos los lotes										459.61	22.62	22.35	20.47	21.36		
Todos los lotes										3279.07	65.30	47.00	87.60	61.95		
Todos los lotes					642.26	15.00	12.00	54.77	48.78	1098.94	23.50	26.50	42.00	43.00		
Todos los lotes					381.17	26.16	Triangular	30.70	40.29	264.13	11.62	30.72	Triangular	22.91		
Poliza-Garantía										253.41	27.36	27.34	9.79	8.75		
Todos los lotes					1215.70	56.34	57.81	25.40	14.50							
Todos los lotes					800.00	19.06	24.20	38.67	30.45							
Todos los lotes					1605.60	Varias Dimensiones										
Todos los lotes					1717.47	90.14	91.48	10.14	15.40	Area verde a reestructurarse con el colindante 568.26 m2						
Todos los lotes					610.66	Tres Lotes										
Todos los lotes					908	10	8.22	30.08	27.96						Escrituras individuales	

Del 1 al 03				7685.89	Varias Dimensiones										
Todos los lotes										1700.70	Varias Dimensiones				
Todos los lotes															
Del 1 al 20				1256	47.80	36.28	34.14	23.90							
Todos los lotes				583.13	20.04	20.04	29.10	29.10							
Lote 3	D	Lote 4		231.17	12.42	13.35	18.82	17.45	108.14	4.95	4.95	22.36	22.30	Ordenanza de reconocimiento legal	

GADM DE RIOBAMBA  
  
 DIRECCION DE PLANIFICACION

**Listado de urbanizaciones actualizado hasta el 2014.**

No.	NOMBRE	PARROQUIA	LINDERO 1	LINDERO 2	LINDERO 3	LINDERO 4
1	URBANIZACIÓN LA FLORESTA	VELOZ	LONGITUDINAL A	TENNIS CLUB	TRASNVERSAL 2	MANZANA J LOTES 1 3 4 5
2	URBANIZACION ASOCIACION INDIGENA DE DESARROLLO INTEGRAL DE CHIMBORAZO	LIZARZABURU	LOTE 44 LOTE 42	VARIOS PROPIETARIOS	VÉRTICE	LOTE 42 Y RETORNO DEL PASAJE
3	URBANIZACION SAN LUIS DEL NORTE	VELASCO	CALLE ALFREDO PAREJA; MANZANA E DE LA	CALLE JOSÉ MARÍA EGAS	LOTE 19 DE LA MANZANA B	LOTE Nº 9 DE LA MANZANA D DE LA URBANIZACIÓN SAN
4	URBANIZACION DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO RIOBAMBA LTDA	VELOZ	COLINDA CON LA CALLE "A"	COLINDA CON LA CALLE "I"	COLINDA CON EL PROGRAMA LA PAZ (JNV)	CONSEJO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
5	URBANIZACION JOSE LASCANO	MALDONADO	CALLE EL CLARÍN	AV. RENOVACIÓN	BARRIO PERIMETRO DE LAS INDUSTRIAS	CALLE TRUJILLO
6	URBANIZACION CIFUENTES	VELOZ	VARIOS PROPIETARIOS	AV. MADRID	CALLE GUAYAQUIL	VARIOS PROPIETARIOS PARTICULARES
7	URBANIZACION JAIME GUERRERO	MALDONADO	LOTES 6-7-8-1 DE LA MANZANA A	LOTES 2-3-4-5 DE LA MANZANA A	COOPERATIVA CHIMBORAZO	CALLE RANGÚN
8	URBANIZACION NUEVOS HORIZONTES	VELASCO	PROPIEDAD PARTICULAR	CALLE MARINO SUÁREZ	LOTE NO. 24	CALLE OTTO ARROSEMENA
9	URBANIZACION DE LA COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS MAGNOLIAS	VELASCO	CAMINO PÚBLICO	CALLE VICENTE SOLANO	CALLE DEMETRIO AGUILERA MALTA	CAMINO PÚBLICO
10	URBANIZACION COMITÉ PRO MEJORAS DEL BARRIO LOS LAURELES	MALDONADO	CALLE BELO HORIZONTE	CALLE SIMÓN BOLÍVAR	CALLE POTOSÍ	CALLE CARTAGENA
11	URBANIZACION ROSA BLANCA	VELOZ	CALLE 1	LOTE 6	LOTE11	LOTE 13
12	URBANIZACION SAN AGUSTIN	LIZARZABURU	CALLE INNOMINADA	LOTE 13	LOTE 24	LOTE23
13	URBANIZACION OLEAS	SAN LUIS	CIUDADELA LA PAZ Y PASAJE S/N	LOTE NO. 6 Y 7	CALLE VENEZUELA	LOTE 1, 2 Y 3 DE LA MANZANA C
14	BARRIO RINCON DE ESPAÑA	MALDONADO	GUILLERMO JANETA	CALLE B	N. LAMIÑA	LOTE 15
15	URBANIZACION HIDALGO BONILLA	LIZARZABURU	LOTE 4	CALLE C	LOTES 10	AREA MUNICIPAL DE COOP. 25 DE NOVIEMBRE
16	URBANIZACIÓN LOS GERANIOS	LICAN	ESCUELA SAN FELIPE	CALLE B	CALLE A	AV. SAINT A. MONTROND
17	URBANIZACION EL ROSARIO	LIZARZABURU	ALBERTO VALENCIA	LOTES 20 -21 Y 24 DE LA MANZANA C	HUMBERTO HERMIDA	LOTE 25 DE LA MANZANA D Y CALLE MACHINAZA
18	URBANIZACION EL CISNE	MALDONADO	AV. CIRCUNVALACIÓN	COLEGIO JUAN DE VELASCO	COLEGIO JUAN DE VELASCO	
19	URBANIZACION NUEVA ROMA		VARIOS PROPIETARIOS	VARIOS PROPIETARIOS	CALLE ESTOCOLMO	CALLE BUCAREST Y BERNA
20	URBANIZACION DEL COMITÉ DE DESARROLLO EL PROGRESO	VELOZ	CALLE SUECIA	PROPIEDAD PARTICULAR	CALLE YUGOSLAVIA	
21	URBANIZACION Y VIVIENDA DE INTERES SOCIAL PROGRESIVO UNECH	VELOZ				
22	URBANIZACION SANTIAGO	VELASCO	TERRENO PARTICULAR	CALLE SIN NOMBRE	FRENTE VIVIENDISTICO MUJERES DE	LOTE 1 Y 2 DE LA MZ D
23	URBANIZACIÓN SAN FRANCISCO DEL LAGO	VELASCO	CALLE 21 DE ABRIL (ROCAFUERTE )	MANZANA D	CALLE OTTO AROSEMENA GÓMEZ	PASAJE B

24	URBANIZACION PURUHA	VELOZ	PROPIEDAD DE HÉCTOR OLEAS	PASAJE "A" DE LA URBANIZACIÓN PURUHA	CALLE 24 DE MAYO	LOTE NO.10
25	URBANIZACION DE INTERES SOCIAL EL ROSARIO	LIZARZABURU	PROPIEDAD PARTICULAR	MZ. B, LOTES 4, 5, 6, 7, Y 8	MZ B, LOTES 12, 13, 14, 15, Y 16	MZ B, LOTE 1 Y PROPIEDAD PARTICULAR
26	URBANIZACION VALLE DEL SOL	VELOZ	LOTE 16	LOTE NO. 7, 8 Y 9	UNIDAD EDUCATIVA MERCEDES MOLINA Y	
27	URBANIZACION Y VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y PROGRESIVO SAN RAFAEL	VELOZ				
28	URBANIZACIÓN CUNA DE LA NACIONALIDAD PURUHA	LIZARZABURU	CALLE S/N	HEREDEROS MARTÍNEZ	CALLE S/N	MANZANA G LOTES 48 Y 52
29	URBANIZACION DE LA COOPERATIVA DE VIVIENDA MODESTO ARRIETA	LIZARZABURU	ING. MARIO ARCOS.	CALLE C.	CALLE I.	CALLE G.
30	URBANIZACION SILVA ABARCA	LIZARZABURU	PASAJE	PROPIEDAD PARTICULAR	LOTE 12	LOTE 10 Y 11.
31	LOTIZACIÓN "ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNITARIO LIRIBAMBA II TRÉBOLES DEL	LIZARZABURU	LOTE 3 MANZANA C			
32	COOPERATIVA DE VIVIENDA "SANTA ANITA"	LIZARZABURU				
33	URBANIZACIÓN DE LA COOPERATIVA DE VIVIENDA CORAZÓN DE LA PATRIA, CUARTA Y	LIZARZABURU				
34	URBANIZACION PLAN DE VIVIENDA CÁMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE RIOBAMBA	VELASCO	MANZANA D	LOTE 39	CALLE RIO ORO	SEGUNDO GUAMAN Y GUSTAVO LLANGA
35	URBANIZACION SEÑOR DE LA AGONÍA	VELOZ	SR. WILFRIDO COSTALES	CALLE PORTUGAL	AVDA 9 DE OCTUBRE	PASAJE L
36	URBANIZACION Y VIVIENDA DE INTERES SOCIAL PROGRESIVO JOSE MARTI	LIZARZABURU				
37	URBANIZACION DENOMINADA MARIA ESTHER	LIZARZABURU	LOTES 30,31,32,33,34,35,36 DE LA MANZANA C			
38	URBANIZACION REINA DEL CISNE	VELOZ	LOTES 36,37,38	CALLE RUMANIA	PROPIEDAD PARTICULAR	
39	URBANIZACION SAN ANTONIO	VELASCO	AREA DE PROTECCIÓN A LA QUEBRADA LAS ABRAS	VIA PROPUESTA	ALBERTO HOWITT	CAMINO PUBLICO Y VARIOS PROPIETARIOS
40	URBANIZACION HIDALGO ABARCA	LIZARZABURU				
41	URBANIZACIÓN LA LIBERTAD	VELOZ	URBANIZACION UNECH	LOTE 9 MANAZANA B	LOTE 5,6,7,Y 8 MANZANA B	PASAJE 1
42	LOTIZACION EL ARENAL	LIZARZABURU				
43	URBANIZACION CERRADA CORDOVA ABRAS SAN ANTONIO	VELASCO	CALLE LAS BEGONIAS	AVENIDA PRINCIPAL	LOTES 1 Y 3 MZA	LOTES 4 MZ D
44	PROGRAMA DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL PROGRESIVO BILBAO RENACER	MALDONADO	CALLE HERMANOS LEVI	PASAJE Y LOTE 24	LOTES 25,27,28 Y 29 MZ B	LOTES 19 Y 20

45	URBANIZACIÓN Y VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y PROGRESIVO LEONOR CABRERA DEL CASTILLO	SAN LUIS	CALLE EL SALVADOR	LOTES 1,2 Y 3	CALLE INNOMINADA	PASAJE S/N
46	URBANIZACION Y VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y PROGRESIVO MARÍA INMACULADA	VELASCO	CALLE INNOMINADA	CALLE PACIFICO ARÉVALO	CALLE INNOMINADA	
47	URBANIZACION COMITÉ PROMEJORAS DEL BARRIO LA ALBORADA	VELOZ	LOTE 26	CALLE RUSIA Y LETONIA	MARTHA GUEVARA	CALLE A
48	COMITÉ PROMEJORAS DEL PROGRAMA DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y PROGRESIVO	MALDONADO	CALLE CORDOVA	PASAJE 3		
49	URBANIZACION DENOMINADA "EL JARDIN DE LOS ANDES	LIZARZABURU	CANAL DE RIEGO Y AREA DE PROTECCIÓN	LOTES DE LA URBANIZACIÓN	LOTE 70	CANAL DE RIEGO Y AREA DE PROTECCIÓN
50	URBANIZACION CAMPO REAL LAS RETAMAS	LIZARZABURU	263,77-3636,97-122,46-363,10-1246,62-161,95			
51	URBANIZACION DENOMINADA ALBORADA DEL SUR II ETAPA	LIZARZABURU	224,57 - 10,67 - 316,11			
52	URBANIZACION LA CORONA	LIZARZABURU	CALLE BOLIVAR	PASAJE PRIVADO Y LOTE 15	LOTE 24 Y 25	LOTES 7,8 Y 9
53	URBANIZACIÓN PEQUEÑOS EMPRENDEDORES	MALDONADO	GASOLINERA	CALLE HONDURAS	TRASNVERSAL D	GASOLINERA
54	PROGRAMA DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL PROGRESIVO BILBAO RENACER	MALDONADO	CALLE HERMANOS LEVI	PASAJE Y LOTE 24	LOTE 25, 27, 28 Y 29 DE LA MANZANA B	LOTE 19 Y 20 DE LA MZ B
55	URBANIZACION DENOMINADA TU NUEVA VIDA	LICAN	PROPIEDAD PRIVADA	LOTE 61 Y 62	PASAJE 4	PROPIEDAD PRIVADA
56	URBANIZACION SAN MIGUEL	MALDONADO	LUIS ENRIQUE MANCHENO	LOTE 16, PASAJE VEHICULAR, LOTE 22	LOTE 1 Y 2	VICENTE CABALLERO
57	URBANIZACIÓN DENOMINADA RIOBAMBA BUSINESS CENTER	VELASCO	VIA ANILLO VIAL PROYECTADA	AVDA. LAS BEGONIAS	ERPE	LOTE 7
58	URBANIZACIÓN DENOMINADA SAN FERNANDO DEL BATÁN	YARUQUIES	2007,67 Y 3667,09			
59	URBANIZACIÓN ORQUÍDEAS DEL VALLE	MALDONADO	LOTE 11 DE LA MANZANA B	LOTE 9 MANAZANA B	LOTE 12	CALLE BAGDAD
60	URBANIZACION DENOMINADA AVALON PARK	VELASCO	VIA ANILLO VIAL PROYECTADA	AVDA. LAS BEGONIAS	ERPE	LOTE 7
61	URBANIZACION MIRADOR DEL VALLE	MALDONADO	VARIOS PROPIETARIOS	LOTE 8	CALLE INNOMINADA	LOTE 8
62	URBANIZACION DENOMINADA EL EDEN	VELOZ	MARIA ESTHER ECHEVERRIA	CALLE A	LOTE 1	CALLE B
63	URBANIZACION LA PAMPA	MALDONADO				
64	AURORA DEL SUR	VELOZ				
65	URBANIZACIÓN LA TRINIDAD	MALDONADO	VARIOS PROPIETARIOS	LOTE 7 MANZANA B Y C	SRA. JUDITH CASTELO	HEREDEROS PACIFICO PONTÓN

66	URBANIZACIÓN HUASITIAN					
67	LA URBANIZACIÓN TAMBO LAS RIELES					
68	LOTIZACION QUINTAS AGRO-TURISTICAS EL BATAN					
69	URBANIZACION ABARCA ECHEVERRIA					
70	COOPERATIVA DE VIVIENDA POPULAR UNION DE MUJERES CHIMBORACENSES					
71	COOPERATIVA DE VIVIENDA LA ALBORADA DEL SUR					
72	ASOCIACIÓN DE QUIMIANOS RESIDENTES EN RIOBAMBA					
73	URBANIZACION COOPERATIVA DE VIVIENDA "MONSEÑOR LEONIDAS PROAÑO					
74	URBANIZACIÓN Y LOTIZACIÓN VISTA HERMOSA					
75	URBANIZACION Y LOTIZACION LOS EUCALIPTOS					
76	URBANIZACION SAN FRANCISCO DE ASIS					
77	URBANIZACION MAESTROS 13 DE ABRIL					
78	COOPERATIVA DE VIVIENDA RIOBAMBA NORTE III ETAPA.					
79	URBANIZACIÓN DEL CENTRO SOCIAL Y CULTURAL DE EMPLEADOS Y TRABAJADORES DEL					
80	URBANIZACIONES DE LA CIUDADELA LOS EUCALIPTOS					
81	LOTIZACIÓN DENOMINADA ALDAZ					
82	COOPERATIVA DE VIVIENDA CORAZON DE RIOBAMBA					
83	URBANIZACIÓN SAN CARLOS					
84	COOPERATIVA DE VIVIENDA CORAZON DE RIOBAMBA					
85	COOPERATIVA DE VIVIENDA MANUELITA SAENZ					
86	URBANIZACION CORAZON DE LA PATRIA.					
87	COOPERATIVA DE VIVIENDA JARDINES DEL NORTE					

## ANEXO 2

### Diseño y construcción de la maqueta.

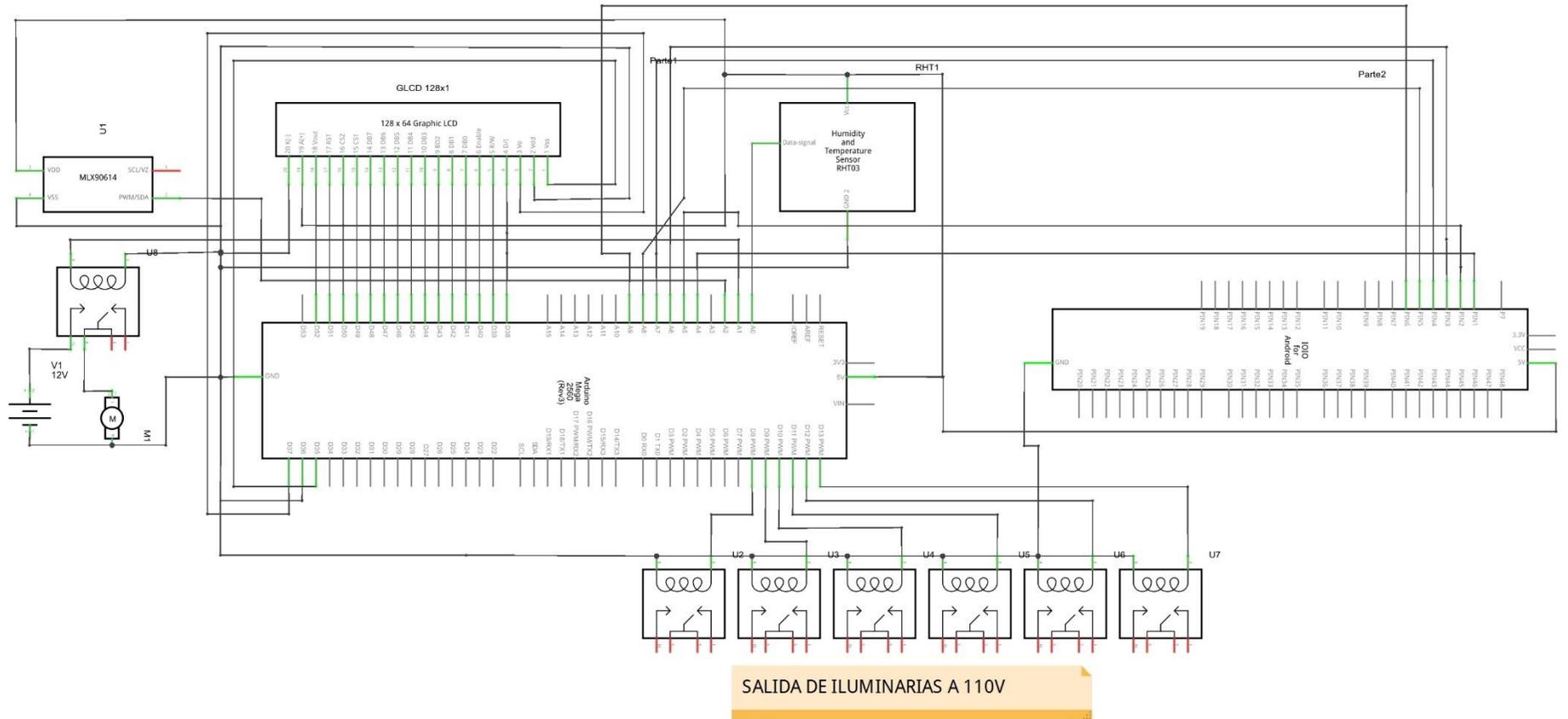


Figura 68 Diagrama electrónico del sistema de control de la maqueta.

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

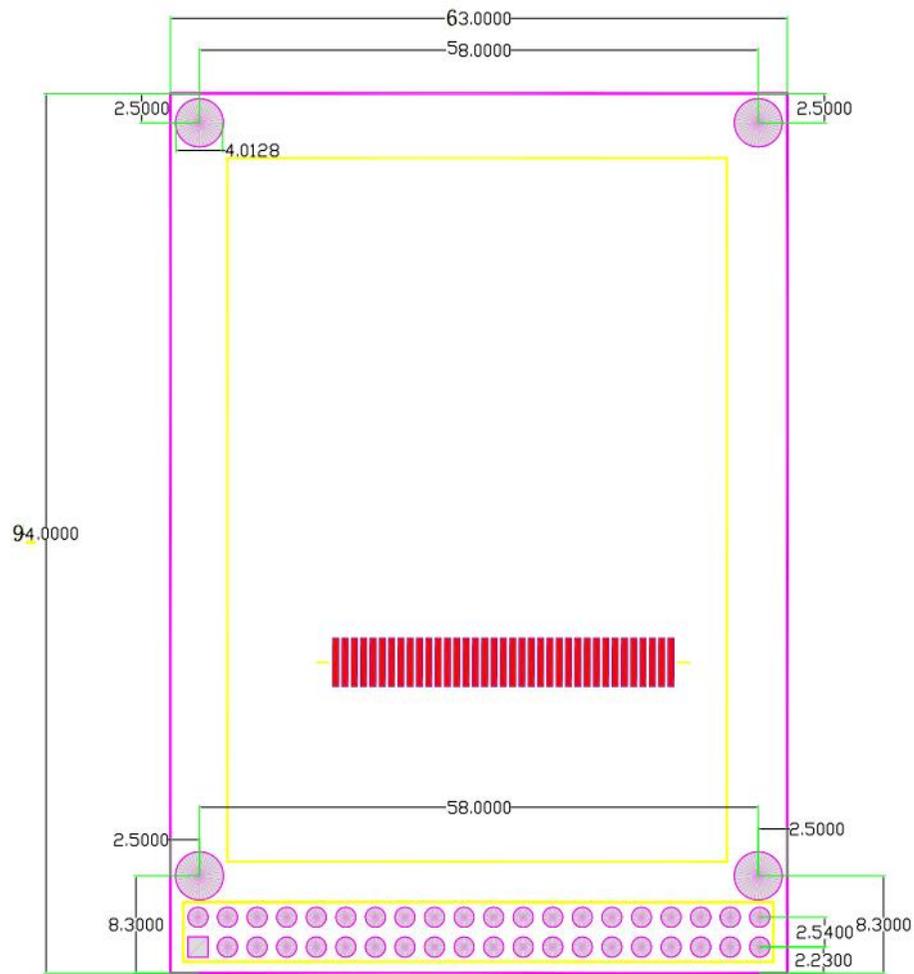


Figura 69 Estructura de la pantalla táctil

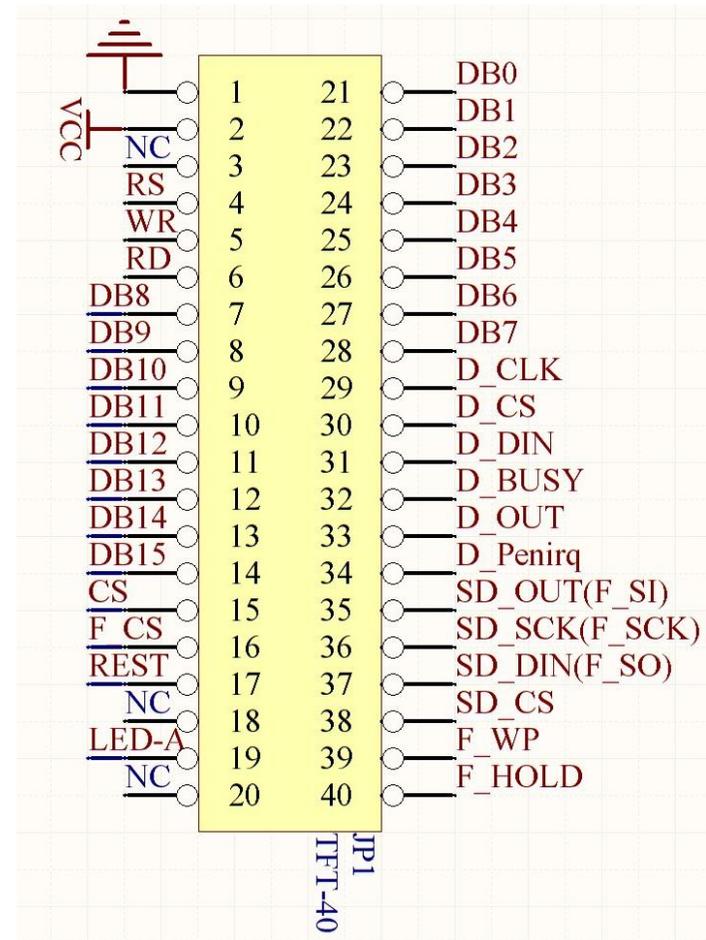


Figura 70 Distribución de los pines

## Dispositivos usados en la construcción de la maqueta.



Figura 69 Arduino Due.

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

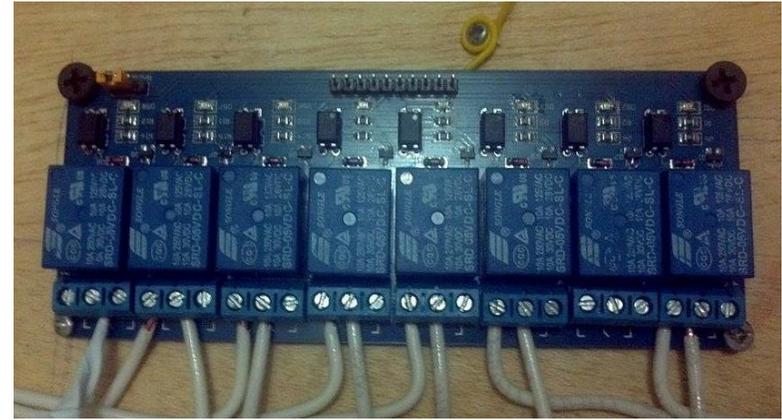


Figura 71 Relés.

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)



Figura 71 Pantalla Táctil de 3,2"

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)



Figura 72 Puente H.

Fuente: Diego D. Guacho R, Luis F. Muñoz B. (Autores)

## ANEXO 3

### Encuesta



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES  
INDUSTRIALES



Estimado(a) Usuario(a), la presente encuesta es anónima (tampoco hay respuestas erradas o correctas) y tiene como único fin, el de recopilar datos sobre los Sistemas Domóticos, su instalación, el conocimiento, la aceptación y los beneficios que estos traerían al desarrollo de la vida en los hogares de las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba. Datos que serán utilizados para la prueba de la Hipótesis y el desarrollo de un sistema adecuado a las necesidades actuales de los habitantes de las urbanizaciones. Para ello le solicitamos responda la siguiente encuesta, **marcando con una X**, la alternativa que mejor le represente.

Debe seleccionar solo una alternativa por cada pregunta. La información que nos proporcione es de vital importancia para nuestra investigación, por eso le agradecemos de ante mano.

**Encuesta:** Sistemas Domóticos en Urbanizaciones de la ciudad de Riobamba.

**Objetivo:** Determinar la aplicabilidad de sistemas domóticos en las urbanizaciones de la ciudad de Riobamba.

**¿HA ESCUCHADO HABLAR DEL TÉRMINO DOMÓTICA?**

Si

No

**¿CONOCE LAS VENTAJAS DE UN SISTEMA DOMÓTICO EN EL HOGAR?**

Si

No

**¿ESTARÍA DISPUESTO A INSTALAR EN SU HOGAR UN SISTEMA DOMÓTICO?**

Si

No

**¿QUE NIVEL AUTOMATIZACIÓN ESTARÍA DISPUESTO A INSTALAR EN SU HOGAR?**

Básico (control de luminarias).

Medio (control de luminarias, climatización, seguridad).

Avanzado (control de luminarias, climatización, seguridad y multimedia).

**¿CUANTO ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR POR UN SISTEMA DOMÓTICO QUE MEJORE LAS CONDICIONES EN SU HOGAR?**

Hasta 500 \$

Hasta 750 \$

Hasta 1000 \$

Más de 1000 \$

**¿DESDE QUE DISPOSITIVO LE GUSTARÍA TENER EL CONTROL DE SU HOGAR?**

Celular.

Pantalla Táctil.

Computador.

**¿QUÉ CREE QUE ES MAS IMPORTANTE AL MOMENTO DE AUTOMATIZAR SU HOGAR?**

( ) *Seguridad* (Control de intrusión, Alarmas de seguridad y de incendio, Simulación de presencia, Monitorización remota, Captura de video, Visualización en tiempo real).

( ) *Confort* (Enchufes inteligentes, Calefacción Gestión lumínica Programación de equipos Mandos a distancia).

( ) *Ahorro De Energía* (Zonificación, Iluminación, Uso de acumuladores, Gestión de tarifas).

( ) *Comunicaciones* (Avisos mediante llamadas, Telecontrol vía teléfono, Telecontrol vía SMS, Telecontrol a través de Internet).

**CON EL GRAN AVANCE DE TODAS LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES, ¿CREE QUE LA DOMÓTICA SE DEBERÍA DE INCLUIR EN TODAS LAS VIVIENDAS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN?**

( ) Si

( ) No

**¿EN QUE ÁREAS DE SU VIVIENDA DESEARÍA INSTALAR UN SISTEMA DOMOTICO?**

( ) Perímetro externo (puertas y ventanas)

( ) Área interna

( ) Ambas opciones

**¿CREE UD QUE UN SISTEMA DOMÓTICO FACILITARÍA EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DEL HOGAR?**

( ) Si

( ) No

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) **ARCHUNDIA, F. M.** (2003). *Wireless Personal Area Network (WPAN) & Home Networking*. Mexico - Puebla:,(sin editorial)., pp 12-130.
- (2) **BARNEDA, F. I.** (2008). *Zigbee aplicado a la Trasnmisión de datos*. (sin lugar) Bellaterra., pp 55-75
- (3) **BERLEMANN, L., MANGOLD, S., & WALKE, B.** (2007). *IEEE 802, Wireless Systems Protocols, Multi-hop Mesh-Relaying, Performance and Spectrum Coexistence*. (sin lugar):, Jhon Wiley & Sons., pp 17-55.
- (4) **GASCÓN GONZÁLES, A.** (2010). *Zigbee y el estándar IEEE 802.15.4*. Madrid.
- (5) **HUIDOBRO, M. J.** (2007). *La Domótica Como Solución De Futuro*. ESPAÑA:., (sin editorial)., pp 12-66
- (6) **PACHECO ROCAMORA, E.** (2008). *Diseño y Simulación de un Sistema Domótico para una*. Colombia - Cartagena:., (sin editorial)., pp 5-33
- (7) **RODRÍGUEZ ARENAS, A., & CASA VILASECA, M.** (2011). *Instalaciones Domóticas*. España - Barcelona:., Altamar., pp 6-36
- (8) **ROMERO, C., VÁSQUEZ, F., & DE CASTRO, C.** (2011). *Domótica e Innótica Viviendas y edificios inteligentes*. Mexico - Mexico D.F.:., Alfaomega Grupo Editor, de C.V., pp 10-50

## 9. INSTALACIONES ELECTRICAS

<http://trabajosdecasa.blogspot.com/2012/12/los-21-errores-mas-comunes-de-las.html>

2014/06/10

[http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC\\_BT\\_18.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC_BT_18.pdf)

2014/06/05

[http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC\\_BT\\_21.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC_BT_21.pdf)

2014/05/12

Recuperado de [http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC\\_BT\\_22.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/ITC_BT_22.pdf)

2014/05/17

[http://www.tuelectricista.es/NORMAS/guia/guia\\_bt\\_25\\_sep03R1.pdf](http://www.tuelectricista.es/NORMAS/guia/guia_bt_25_sep03R1.pdf)

2014/06/11

[http://www.upv.es/electrica/rbt\\_modif/itc-bt-26.pdf](http://www.upv.es/electrica/rbt_modif/itc-bt-26.pdf)

2014/06/11

## **10. PROTOCOLOS Y DISPOSITIVOS**

<http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/552-plc-power-line-communications>

2014/06/18

[http://www.domodesk.com/modulos-x10.htm#%21\\_\\_SID=U&dir=asc&l=0&limit=48&mode=grid&order=position&p=1](http://www.domodesk.com/modulos-x10.htm#%21__SID=U&dir=asc&l=0&limit=48&mode=grid&order=position&p=1)

2014/06/18

[http://www.domodesk.com/zigbee.htm#%21\\_\\_SID=U&limit=48](http://www.domodesk.com/zigbee.htm#%21__SID=U&limit=48)

2014/06/18

<http://sx-de-tx.wikispaces.com/ZIGBEE>

2014/06/18

[https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.15.4](https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4)

2014/06/18