



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**TEMA:**

---

**“APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA ZIGBEE EN INMUEBLES  
RESIDENCIALES Y SU INCIDENCIA EN LA SEGURIDAD EN EL CASERÍO  
TANGAICHE DEL CANTÓN AMBATO.”**

---

Proyecto de Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**Sublínea de Investigación:** Comunicaciones Inalámbricas.

**AUTOR: CRIOLLO PAREDES WALTER IVAN**

**TUTOR: Ing. M.Sc MARCO JURADO LOZADA**

Ambato - Ecuador

2014

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA ZIGBEE EN INMUEBLES RESIDENCIALES Y SU INCIDENCIA EN LA SEGURIDAD EN EL CASERÍO TANGAICHE DEL CANTÓN AMBATO**”, desarrollada por el señor Walter Iván Criollo Paredes, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Julio, 2014

EL TUTOR

---

Ing. Marco Jurado Lozada. M. Sc.

## **AUTORÍA**

El presente trabajo de investigación titulado: **“APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA ZIGBEE EN INMUEBLES RESIDENCIALES Y SU INCIDENCIA EN LA SEGURIDAD EN EL CASERÍO TANGAICHE DEL CANTÓN AMBATO”**. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Julio, 2014

---

Criollo Paredes Walter Iván

C.C: 1803696424

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes: Ing. Vicente Morales Presidente y los señores Miembros Ing. Juan Pablo Pallo Noroña e Ing. Robalino Peña Edgar Freddy, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado: **“APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA ZIGBEE EN INMUEBLES RESIDENCIALES Y SU INCIDENCIA EN LA SEGURIDAD EN EL CASERÍO TANGAICHE DEL CANTÓN AMBATO.”**, presentado por el señor Criollo Paredes Walter Iván, de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

---

Ing. Vicente José Morales Lozada. Mg  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, Mg  
DOCENTE CALIFICADOR

---

Ing. Robalino Peña Edgar Freddy.  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA:**

Dedico esta tesis a mi querido abuelito Pedro Paredes, quien es el artífice principal para culminar mis estudios, ha guiado mis pasos a través de su bondad, comprensión, sabiduría y sacrificio por el camino correcto, dándome fortaleza en los momentos más difíciles a lo largo de mi vida.

A mí querida Madre: Sra. Marina Paredes con todo mi cariño y mi amor, por todo su sacrificio, comprensión y su lucha incondicional por guiarme con verdaderos valores en aquellos momentos difíciles de mi vida.

**CRIOLLO WALTER**

## **AGRADECIMIENTO:**

Un agradecimiento sincero y especial al Ing. Marco Jurado por brindarme su confianza, comprensión, afecto, amistad, disponibilidad, paciencia, por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis bajo su dirección y por la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia técnico-científica.

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial y a mis maestros quienes contribuyeron a mi engrandecimiento personal y profesional, y hacerme comprender el mundo y sus devenires con valentía, respeto y ardua dedicación para ser mejores día tras día.

Agradezco a mis familiares y amigos que siempre me brindaron su apoyo para seguir y no darme por vencido, ayudándome a conseguir todo lo que me proponía durante el transcurso de mi vida.

**CRIOLLO WALTER**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvi
RESUMEN .....	xix
INTRODUCCIÓN .....	xx
CAPÍTULO I.....	1
1.1.Tema de Investigación .....	1
1.2.Planteamiento del Problema .....	1
1.2.1 Contextualización .....	1
Árbol del Problema.....	3
1.2.2 Análisis Crítico .....	4
1.2.3 Prognosis.....	4
1.2.4 Formulación del Problema.....	5
1.2.5 Preguntas Directrices .....	5
1.3.Delimitación del objeto de investigación.....	5
1.3.1 Delimitación de contenido .....	5
1.3.2 Delimitación Espacial .....	5
1.3.3 Delimitación Temporal .....	5
1.4.Justificación .....	6
1.5.Objetivos .....	7
1.5.1 Objetivo General.....	7
1.5.2 Objetivos Específicos .....	7

<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 Antecedentes Investigativos .....	8
2.2 Fundamentación Legal.....	9
2.3 Categorías Fundamentales .....	10
2.3.1 Red de inclusiones conceptuales .....	10
2.3.2 Constelación de Ideas .....	11
2.4 Marco conceptual de la variable independiente.....	13
2.4.1 Electrónica .....	13
Clasificación de la Electrónica .....	13
Electrónica Digital .....	13
Electrónica Analógica.....	13
2.4.2 Inmuebles.....	13
Tipos de inmuebles .....	14
2.4.3 Hogar Digital .....	14
2.4.4 Control Inteligente .....	14
2.4.5 Domótica.....	14
Campos de Aplicación de la Domótica.....	15
1. Gestión de energía .....	15
2. Aumento de confort .....	15
3. Sistemas de seguridad.....	16
4. Sistemas de Comunicaciones.....	16
Arquitecturas Domóticas .....	17
a) Arquitectura centralizada.....	17
b) Arquitectura descentralizada.....	18
c) Arquitectura distribuida .....	18
d) Arquitectura mixta .....	19
Sistema domótico abierto y propietarios .....	19
Tecnologías aplicables en la domótica .....	20
1. Tecnología de corrientes portadoras .....	20
2. Tecnología de bus .....	19
3. Tecnología basada en autómatas programables.....	21

4. Tecnología Inalámbrica .....	21
2.4.6 Telecomunicaciones.....	22
2.4.7 Redes Inalámbricas .....	22
Clasificación de las redes inalámbricas	
WPAN.....	22
WLAN .....	22
WMAN .....	22
WWAN .....	23
Topologías de las redes inalámbricas .....	23
Tipos de topologías de redes inalámbricas .....	23
a) Topología de estrella.....	23
b) Topología de anillo .....	23
c) Topología bus .....	23
d) Topología en malla .....	24
Clasificación de las tecnologías inalámbricas .....	24
a) Wi-Max.....	24
b) WI-FI .....	25
c) Bluetooth.....	25
d) ZigBee.....	25
2.4.8 Tecnología ZigBee.....	26
Estándar IEEE 802.15.4.....	26
Dispositivos ZigBee en la red.....	28
1. Coordinador ZigBee (ZC).....	28
2. Router ZigBee (ZR).....	28
3. Dispositivo final (ZigBee End Device, ZED).....	28
Funcionalidad de dispositivos ZigBee .....	29
1. Dispositivos de Funcionalidad Completa (FFD) .....	29
2. Dispositivo de funcionalidad reducida (RFD) .....	29
Topologías soportadas por red.....	29
Las capas del protocolo ZigBee.....	30
La capa física (PHY).....	31
Canales.....	31

Técnicas de modulación.....	32
1.Modulación BPSK .....	32
2.Modulación O-QPSK.....	32
3.Modulación ASK .....	33
Funciones de la capa física en ZigBee.....	33
1. Detección de energía.....	33
2. Sensado de portadora .....	33
3. Evaluación de canal libre .....	33
4. Indicador de canal libre.....	34
Paquetes de la capa física.....	34
La capa MAC de 802.15.4 .....	35
Modo de funcionamiento .....	35
1.Modo balizado .....	35
2.Modo no balizado .....	37
Algoritmo CSMA-CA.....	38
Empaquetamiento y direccionamiento.....	40
Espacio entre tramas .....	43
Seguridad en la capa MAC .....	44
Capa de RED .....	44
Formato de Trama.....	45
Seguridad de capa de red .....	46
Modo CCM* .....	46
Capa de soporte de aplicación .....	47
Capa de aplicación .....	47
Subcapas de la capa de aplicación .....	48
1.Subcapa de soporte de aplicación .....	48
2.Subcapa marco de aplicación.....	48
3.Subcapa de Objeto de dispositivo ZigBee .....	49
Formato de trama de la capa de aplicación.....	49
Seguridad en la capa de aplicación .....	50
Seguridad en ZigBee.....	51
2.4.9 Áreas de aplicación.....	53

2.4.10 Comparación Básica de ZigBee con Otras Tecnologías.....	55
2.5 Marco conceptual de la variable dependiente.....	56
2.5.1Seguridad .....	56
Tipos de seguridad .....	56
2.5.2Normas.....	56
2.5.3Medidas De Prevención .....	57
2.6 Hipótesis .....	59
2.7 Señalamiento de variables .....	59
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>60</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>60</b>
3.1 Enfoque de la Investigación.....	60
3.2 Modalidad de la Investigación.....	60
3.2.1 Investigación de campo .....	60
3.2.2 Bibliográfica o documental.....	60
3.2.3 Investigación Experimental .....	61
3.3 Tipos de Investigación.....	61
3.4 Población y Muestra .....	61
3.5 Operacionalización de las Variables.....	62
3.6 Recolección de Información .....	64
3.7 Procesamiento y Análisis.....	64
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>65</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>65</b>
4.1 Análisis de resultados .....	65
4.1.1 Introducción .....	66
4.1.2 Análisis de la encuesta realizada .....	63
4.2 Análisis e interpretación .....	75
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>

5.1 Conclusiones .....	76
5.2 Recomendaciones .....	77
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>78</b>
<b>PROPUESTA .....</b>	<b>78</b>
6.1 Datos Informativos.....	78
a. Tema de la propuesta .....	78
b. Institución Ejecutora .....	78
c. Beneficiarios .....	78
d. Ubicación .....	78
e. Responsables .....	78
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	79
6.3 Justificación .....	79
6.4 Objetivos .....	81
6.4.1 General.....	81
6.4.2 Especifico.....	81
6.5 Análisis de factibilidad.....	81
a. Factibilidad técnica .....	81
b. Factibilidad operativa .....	82
c. Factibilidad económica .....	82
d. Factibilidad científica .....	82
6.6 Estudio técnico .....	82
6.7 Fundamentación .....	83
6.7.1 Sistemas inteligentes.....	83
Beneficios de los sistemas inteligentes .....	84
Tipos de sistemas inteligentes.....	84
a. Sistema inmótico.....	84
b. Sistema domótico.....	85
6.7.2 Seguridad .....	85
6.7.3 Sensores .....	86
Clasificación de los sensores .....	87
Por su funcionamiento .....	87
Por las señales que proporcionan.....	87

Por su naturaleza.....	88
6.7.4 Modos de operación de módulos ZigBee .....	88
1. Modo transmisión/recepción.....	88
2. Modo bajo consumo.....	89
3. Modo de comando .....	89
4. Modo transparente .....	89
5. Modo API .....	90
Tráfico que soporta ZigBee .....	91
6.7.5 Microcontroladores .....	91
Lenguajes De Programación.....	93
6.8 Solución Planteada.....	94
6.8.1 Descripción funcional del sistema .....	97
6.9 Diseño de sistema.....	98
6.10 Etapas de proyecto .....	99
6.10.1 Estación de control.....	100
Módulo ZigBee Tx/Rx .....	101
Microcontrolador .....	104
Fuente de alimentación .....	106
6.10.2 Etapa de visualización.....	107
Microcontrolador .....	107
Reloj calendario .....	109
Teclado.....	109
Fuente de alimentación .....	110
Módulo LCD .....	110
6.10.3 Dispositivos Remotos .....	111
Microcontrolador.....	111
Sensor .....	113
Circuito de potencia .....	113
Control sensores .....	114
Control luces .....	115
Fuente de alimentación.....	115
6.11 Red ZigBee .....	116

6.12 Estructura general de Hardware.....	119
6.13 Estructura general de software.....	124
6.14 Implementación de prototipo .....	129
6.15 Pruebas de prototipo .....	133
6.16 Estudio Económico .....	137
6.16.1 Análisis económico del proyecto.....	137
6.16.2 Presupuesto económico.....	137
<b>CAPÍTULO VII .....</b>	<b>141</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>141</b>
7.1 Conclusiones.....	141
7.2 Recomendaciones .....	142
<b>Glosario de términos.....</b>	<b>143</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>149</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>152</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO II

Tabla 1: Asignación de variables..... 32

Tabla 2: Comparativa de ZigBee vs Bluetooth y Wi-Fi. .... 55

### CAPÍTULO III

#### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3: Variable Independiente..... 62

Tabla 4: Variable Dependiente ..... 63

### CAPÍTULO IV

Tabla 5: Análisis de resultados Pregunta 1 ..... 66

Tabla 6: Análisis de resultados pregunta 2 ..... 67

Tabla 7: Análisis de resultados pregunta 3 ..... 68

Tabla 8: Análisis de resultados pregunta 4 ..... 69

Tabla 9: Análisis de resultados pregunta 5 ..... 71

Tabla 10: Análisis de resultados pregunta 6 ..... 72

Tabla 11: Análisis de resultados pregunta 7 ..... 73

Tabla 12: Análisis de resultados pregunta 8 ..... 74

### CAPÍTULO VI

Tabla 13: Comparativa entre diferentes módulos ZigBee ..... 102

Tabla 14: Requerimientos de Entrada y Salida para el PIC etapa control..... 105

Tabla 15: Requerimientos Entrada y Salida para el PIC etapa visualización. 108

Tabla 16: Descripción de pines del LCD..... 110

Tabla 17: Requerimientos de Entrada y Salida para el PIC Dispositivo Final112

Tabla 18: Costos de Materiales de la estación de control..... 137

Tabla 19: Costos de materiales estación de visualización... ..... 138

Tabla 20: Costos de materiales estación remota... ..... 139

Tabla 21: costo de diseño, detalles y protección... ..... 139

Tabla 22: Mano de obra empleado... ..... 140

Tabla 23: Costos Final... ..... 140

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1: Árbol de problemas .....	3
------------------------------------	---

### CAPÍTULO II

#### CATEGORIAS FUNDAMENTALES:

Figura 2: Variable Independiente .....	10
--	----

Figura 3: Variable Dependiente .....	10
--------------------------------------	----

#### CONSTELACIÓN DE IDEAS:

Figura 4: Constelación de Ideas de la Variable Independiente.....	11
---	----

Figura 5: Constelación de Ideas de la Variable Dependiente .....	12
--	----

#### MARCO CONCEPTUAL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:

Figura 6: Arquitectura centralizada .....	17
---	----

Figura 7: Arquitectura descentralizada .....	18
--	----

Figura 8: Arquitectura distribuida.....	19
---	----

Figura 9: Arquitectura Mixta .....	19
------------------------------------	----

Figura 10: Dispositivos ZigBee en una red. ....	29
---	----

Figura 11: Topologías de red en ZigBee .....	30
--	----

Figura 12: Capas protocolo ZigBee .....	30
---	----

Figura 13: Formato de trama PPDU .....	35
--	----

Figura 14: Estructura de Supertrama .....	36
---	----

Figura 15: Problema de colisión de balizas. ....	37
--	----

Figura 16: Campos de los cuatro tipos de paquetes básicos de ZigBee .....	40
---	----

Figura 17: Estructura general de Trama MAC .....	40
--	----

Figura 18: Tramas capa MAC. Empaquetamiento por trama de datos.....	41
---	----

Figura 19: Tramas capa MAC. Empaquetamiento por trama de ACK.....	41
---	----

Figura 20: Tramas capa MAC. Empaquetamiento por trama de comandos. ....	42
---	----

Figura 21: Tramas capa MAC. Empaquetamiento por trama de baliza.....	42
--	----

Figura 22: Espacio entre tramas.....	44
--------------------------------------	----

Figura 23: Trama con seguridad en capa MAC.....	44
---	----

Figura 24: Formato de trama de la capa de red.....	45
--	----

Figura 25: Trama ZigBee con seguridad a nivel de capa de red.....	46
Figura 26: Capa de aplicación (APL) .....	47
Figura 27: Formato de trama de Aplicación .....	49
Figura 28: Trama ZigBee con seguridad a nivel de capa de aplicación. ....	51
Figura 29: ZigBee frente a otras tecnologías Inalámbricas. ....	54

#### **CAPÍTULO IV**

Figura 30: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 1 .....	66
Figura 31: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 2 .....	67
Figura 32: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 3 .....	68
Figura 33: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 4 .....	70
Figura 34: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 5 .....	71
Figura 35: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 6 .....	72
Figura 36: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 7 .....	73
Figura 37: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 8 .....	74

#### **CAPÍTULO VI**

Figura 38: Esquema general de un sensor. ....	87
Figura 39: Diagrama de Comando AT .....	89
Figura 40: Trama general API .....	90
Figura 41: Esquema básico del Microcontrolador.....	92
Figura 42: Etapas y criterios para un proyecto domótico de Seguridad. ....	95
Figura 43: Esquema de seguridad Vivienda. ....	97
Figura 44: Diagrama para un Sistema de Seguridad.....	97
Figura 45: Automatización Modelo Funcional.....	98
Figura 46: Solución Planteada: Red ZigBee.....	100
Figura 47: Componentes Estación de control .....	101
Figura 48: Distribución de pines y conexión mínima. ....	104
Figura 49: Regulador de voltaje de 5V y 3.3V.....	106
Figura 50: Componentes etapa Visualización. ....	107
Figura 51: Distribución de pines del Integrado DS1307. ....	109
Figura 52: Dispositivo remotos Componentes.....	111
Figura 53: Diagrama básico circuito de potencia. ....	114
Figura 54: Regulador de voltaje dispositivos remotos.....	115

Figura 55: Modelo Vivienda.....	116
Figura 56: Sistema electrónico acoplado a vivienda .....	118
Figura 57: Diagrama general estación de control. ....	120
Figura 58: Diagrama general estación de control etapa visualización.....	121
Figura 59: Diagrama acondicionador de voltajes. ....	121
Figura 60: Diagrama general dispositivo final. ....	123
Figura 61: Diagrama de flujo estación de control.....	126
Figura 62: Diagrama de flujo estación de visualización.....	128
Figura 63: Diagrama de flujo estación remotas. ....	128
Figura 64: Diseño de placa estación de control. ....	129
Figura 65: Placa final de la estación de control. ....	130
Figura 66: Diseño de placa para la visualización. ....	130
Figura 67: Placa final de la estación de visualización. ....	131
Figura 68: Diseño de placa estación final. ....	131
Figura 69: Placa final de la estación remota. ....	132
Figura 70: Protección para las placas. ....	132
Figura 71: Componentes del sistema de seguridad.....	133
Figura 72: Inicio de sistema, (a) desactivado (b) Activado .....	134
Figura 73: Activación de sistema, (a) Zonas (b) Relé respectivo a cada zona	134
Figura 74: Activación de sistema, configuración hora. ....	135
Figura 75: Activación de sistema, configuración clave.....	135
Figura 76: Activación de sistema, intrusos en el hogar. ....	136
Figura 77: Activación de sistema, falla de zonas.....	136

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La presente investigación es un proyecto de carácter social, el cual tiene como finalidad la aplicación de tecnología inalámbrica zigbee en inmuebles residenciales en el Caserío Tangaiche del cantón Ambato, esta iniciativa surgió con el objetivo de desarrollar una aplicación que permita brindar seguridad debido a los altos índices delictivos que aquejan al sector, mediante la automatización del hogar. Por lo que el trabajo consta del diseño e implementación de un sistema electrónico para la vivienda, dicho sistema está constituido por una serie de dispositivos electrónicos con sensores conectados a la misma, los cuales con la ayuda de la tecnología Zigbee permite la comunicación de forma inalámbrica dentro de la red a implementar, el cual proveerán de información ante cualquier anomalía o eventos inesperados, permitiendo el accionamiento de alarmas acoplados en el hogar.

Los sistemas de alarmas electrónicos en el mercado local han dado lugar al surgimiento de una gama de sistemas y diseños con diferentes protocolos de comunicación inalámbrica, las cuales proveen de las seguridades de las áreas y bienes dentro de una infraestructura, los cuales han permitido alertar al usuario de diferentes maneras en caso de que se haya violado la seguridad. Por lo que se ha tomado en cuenta los diferentes sistemas existentes y de las ventajas que estos proporcionan para elaborar la presente investigación. Se ha optado por la tecnología Zigbee por que permite realizar tareas dentro de las cuales se destacan la supervisión, control, entrega de información en tiempo real aptas para sistemas domóticos, además trabaja con un bajo consumo de energía eléctrica alargando la vida de sus baterías.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico en la actualidad desafortunadamente, es limitada por parte de las personas en el Caserío Tangaiche del cantón Ambato, los sistemas de seguridad que poseen en el sector no cuentan con los medios necesarios para realizar un control adecuado del hogar, por lo cual el investigador ve la necesidad de colaborar con la comunidad frente a posibles riesgos que amenazan al sector y a todos aquellos quienes se vean en la necesidad de tener un óptimo nivel de seguridad en su vivienda, frente a la delincuencia. Es necesario recalcar que los propietarios de las viviendas son los vigilantes constantes y colaboradores con las demás familias que habitan a su alrededor. Los avances y el desarrollo de la tecnología ya sean estos alámbricos o inalámbricos han permitido desarrollar sistemas de comunicación que permiten una rápida y eficaz transmisión de datos en tiempo real para un control continuo de la vivienda a través de sensores y aplicación de métodos no cableados que optimicen el nivel de seguridad en los hogares.

Es por ello que el presente trabajo busca automatizar el hogar con la aplicación de la tecnología inalámbrica ZigBee, se ha aplicado este novedoso sistema de comunicación por el poco conocimiento de las ventajas que presentan frente al control del hogar y por su fácil manejo lo que lo convierte en un novedoso e interesante módulo de control para seguridad.

La actual investigación pretende brindar al público en general el conocimiento de la tecnología de punta para aplicación en el hogar, es por ello que a través de este documento se busca informar acerca de la tecnología ZigBee que se aplicara para el diseño e implementación de un sistema electrónico el cual ayudara a manipular dispositivos de seguridad en el hogar.

El presente trabajo consta de siete capítulos, los cuales se detallan a continuación:

**Capítulo I:** Se describe la investigación partiendo del problema sus causas y efectos, el cual ha permitido realizar la contextualización mediante un análisis crítico, así como también se indica los objetivos de la investigación.

**Capítulo II:** De aquí parte la investigación bibliográfica, abordando temas acerca de la electrónica, inmuebles, hogar digital, control inteligente, domótica, telecomunicaciones,

redes inalámbricas, tecnología ZigBee, áreas de aplicación, comparación de tecnologías, todos estos temas puntuales acerca de la variable independiente. Los temas relacionados con la variable dependiente tenemos la seguridad, normas, medidas de prevención. Además contiene la hipótesis y el señalamiento de variables.

**Capítulo III:** Este capítulo permite tener una referencia a la metodología que se aplicó en la actual investigación, el enfoque que se dio al proceso de investigación, además los niveles de investigación que se siguió aclarando el tipo de investigación y procesamiento de la información para análisis posterior.

**Capítulo IV:** Se detalla el análisis e interpretación de resultados obtenidos en la investigación realizada en el sector de estudio para un conocimiento de las necesidades que afronta y dar una solución frente a la delincuencia.

**Capítulo V:** Se define las conclusiones a las cuales se llegaron a partir del análisis de resultados de la investigación, así como las recomendaciones para mejorar el nivel de seguridad en los hogares del sector.

**Capítulo VI:** Se centra en la propuesta, en este caso en particular el diseño de un Sistema Electrónico con Tecnología ZigBee para control y manipulación de dispositivos de seguridad en el hogar, se detalla el diseño de hardware y software necesarios para la elaboración del presente proyecto, así como el detalle de todos los elementos empleados, sus costos y lo primordial se analizó el funcionamiento del sistema.

**Capítulo VII:** En este capítulo se tomó como base el prototipo elaborado permitiendo obtener conclusiones y recomendaciones sobre el funcionamiento y bondades del sistema electrónico implementado.

Finalmente se ha elaborado un glosario de términos el cual ayude a comprender términos inentendibles con mayor facilidad empleados a lo largo del presente documento, se detalla la bibliografía empleada, la sección de anexos constituida de la información necesaria de los dispositivos empleados en el prototipo, como ayuda adicional del presente trabajo.

# CAPÍTULO I

## **1.1. Tema de Investigación**

“Aplicación de tecnología inalámbrica ZigBee en inmuebles residenciales y su incidencia en la seguridad en el Caserío Tangaiche del Cantón Ambato.”

## **1.2. Planteamiento del problema**

### **1.2.1. Contextualización**

Toda persona ha sido fiel testigo del crecimiento inevitable y acelerado de las tecnologías en las áreas de la electrónica y las comunicaciones que se ha tenido en las últimas décadas, ya que se interactúa con ellas a diario como por ejemplo; el uso del teléfono móvil (celular), televisores inteligentes, computadoras portátiles, microondas, alarmas, sensores inalámbricos, etc. que cada vez se hacen más pequeños, complejos y muy atractivo a la vista del usuario, este evidente triunfo tecnológico así como sus aplicaciones en actividades científico técnica, social y económica han permitido obtener sistemas de seguridad principalmente para industrias, edificios comerciales, instituciones públicas y lo más primordial llegando a los hogares, permitiendo obtener lo que se denomina hogares automáticos u hogares digitales que pueden ser controladas de forma inalámbrica.

El desarrollo tecnológico en la automatización de hogares a nivel mundial, se ha visto o escuchado principalmente en los países desarrollados e industrializados, los mismos que

poseen gran número de hogares que ostentan sistemas domóticos, estos además de brindar ahorro energético, confort, ha brindado en definitiva la seguridad personal y patrimonial de los bienes.

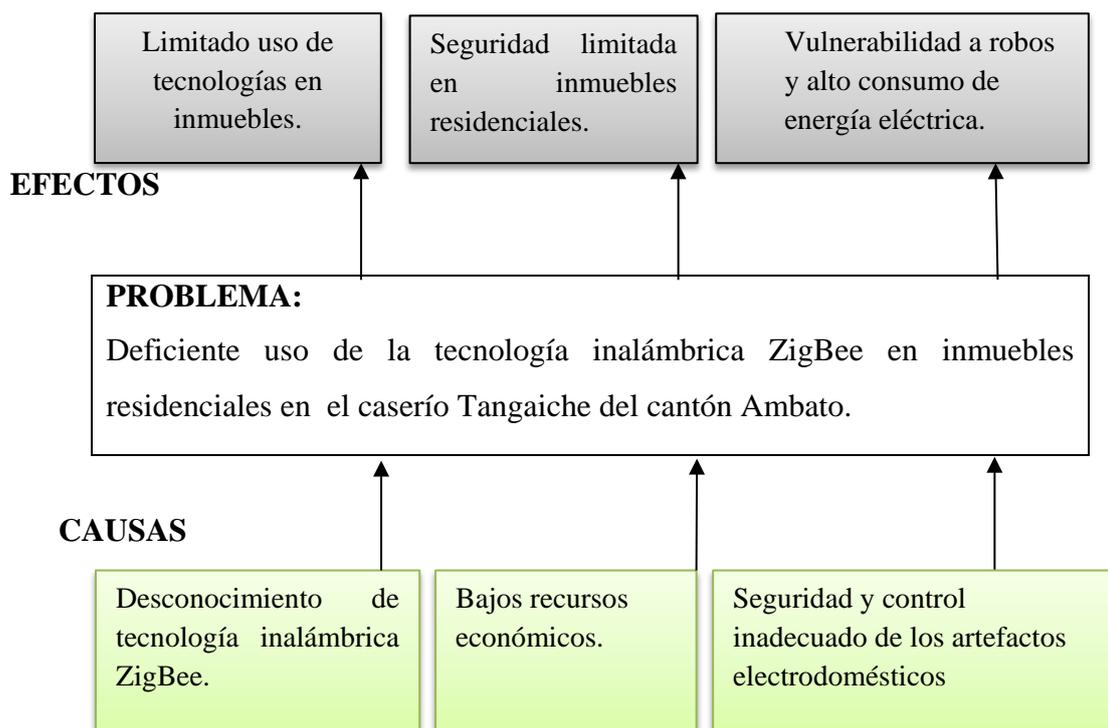
A diferencia de los países industrializados en donde el término domótica se ha dado a conocer desde la década de los 80 del siglo pasado, en los cuales se ha ido desarrollándose de manera considerable, los países subdesarrollados no industrializados, este término se ha dado a conocer y tomar auge en los últimos años, los países latinos en su gran mayoría no cuentan con el conocimiento necesario para aplicación de tecnologías actuales en sistemas domóticos por varios factores entre ellos: poco interés, economía limitada, poca investigación, entre otras.

En el Ecuador con el surgimiento de nuevas tecnologías en las áreas de la electrónica, las comunicaciones entre otras, trata de mantener un nivel competitivo, adquiriendo equipos y sistemas de última generación el cual ha generado mucho interés en las empresas quienes se dedican a la comercialización y distribución de las mismas, estas han sido enfocadas para distintas áreas hacia el público en general, entre estas tenemos equipos de automatización para industrias, centros comerciales, entidades financieras entre otros quienes han sido beneficiados con el avance tecnológico principalmente de las comunicaciones inalámbricas, pero la aplicación de la tecnología inalámbrica para inmuebles se ha visto opacada por el poco conocimiento, inaccesible por costos y el miedo a la tecnología inalámbrica que se puede utilizar en el hogar, pero a pesar de este paradigma a nivel nacional existen edificaciones que si poseen algún grado de automatización con tecnología inalámbrica que se ha visto en industrias, centros comerciales, entidades financieras entre otros, pero la automatización en inmuebles tiene un carácter de casi nula.

En lo que concierne a la ciudad de Ambato el desconocimiento de sistemas domóticos con tecnología inalámbrica es grande, ya que la mayoría de las personas excluyen acerca de este sistema y de los principales beneficios que brindan, las cuales pueden ayudar a inmuebles que no posean un sistema adecuado para la seguridad personal y patrimonial.

En el Caserío Tangaiche del cantón Ambato, los altos índices de inseguridad, los robos y aumento de la delincuencia ha generado un gran malestar y en la necesidad de adquirir sistemas de seguridad, pero factores económicos, así como el desconocimiento del uso de la tecnología electrónica y sus principales beneficios, han generado un retraso tecnológico y lo más primordial no poseer Vigilancia Tecnológica, esta última herramienta de vital importancia para la toma de decisiones estratégicas las cuales puedan brindar seguridad ante los robos a domicilios, las medidas que se deben adoptar no son sencillas pero los sistemas de seguridad deben contribuir de forma importante a la protección personal y patrimonial de los bienes. Para lo cual se ha visto en la necesidad de mejorar en lo que concierne a seguridades mediante la tecnología inalámbrica aplicada a inmuebles, para así reducir el índice delictivo del sector.

**ÁRBOL DE PROBLEMAS:** La Figura 1 muestra la realidad del problema, analizando sus principales causas y efectos.



**Figura 1: Árbol de Problemas.**  
**Realizado por Investigador**

### **1.2.2. Análisis crítico**

El principal motivo de la limitada aplicación de tecnologías en inmuebles en nuestra provincia es el desconocimiento de tecnologías inalámbricas adecuadas que se puede implementarse en las mismas, es decir que los ciudadanos no están en la capacidad de adquirir sistemas de seguridad para inmuebles con mira hacia el futuro por factores económicos, lo cual ha dado un desinterés en la automatización y por ende en la nulidad tecnológica en inmuebles.

La delincuencia afecta a la sociedad en general por lo cual se busca formas de salvaguardar los bienes a través de la tecnología actual, pero los bajos recursos económicos afecta a las personas que en general quieren sistemas de seguridad adecuados que garanticen la seguridad del hogar pero no son capaces de tenerlos, este tipo de problema es lo que crea una limitada seguridad para inmuebles.

El deficiente control de aparatos electrónicos u electrodomésticos que se poseen en el hogar genera un consumo excesivo de la energía eléctrica, esto incide de una o de otra forma en gastos de recursos innecesarios sea personal o patrimonial de bienes que hoy en día es de suma importancia, además el ahorro de la misma contribuye al medio ambiente ya que se contribuye a la reducción del calentamiento global.

### **1.2.3. Prognosis**

La presente propuesta planteada es de vital importancia para las personas quienes habitan en el sector de Tangaiche del cantón Ambato, ya que por pasar más tiempo de lo previsto fuera del hogar por varios motivos sea este el estudio, trabajo, etc. Se ven afectadas por la inseguridad en sus inmuebles que no poseen un sistema adecuado que garantice la seguridad de las mismas.

Sin la toma de decisiones adecuadas, no se podrá mejorar los sistemas de seguridad a hogares, por tal motivo el sector en mención quedara vulnerable a eventos como son los robos que ocasionan pérdidas materiales, económicos y lo que es de mayor importancia afectando la seguridad personal de quienes la habitan, por tal motivo se debe tomar acciones apropiadas en lo que concierne a la seguridad a implementarse en inmuebles,

que permita reducir el índice delictivo. Por tal razón si no se culmina este proyecto de investigación el problema persistirá para el sector en mención.

#### **1.2.4. Formulación del problema**

¿Cómo afecta el deficiente uso de tecnologías inalámbricas en inmuebles residenciales unifamiliares y su incidencia en la seguridad limitada en el Caserío Tangaiche del Cantón Ambato?

#### **1.2.5. Preguntas directrices**

- ❖ ¿Qué tipo de seguridad tienen los inmuebles residenciales?
- ❖ ¿Qué características posee la tecnología inalámbrica ZigBee y su aplicabilidad en inmuebles residenciales?
- ❖ ¿Se puede implementar un prototipo de sistema domótico con tecnología ZigBee que promueva la seguridad en inmuebles residenciales?

### **1.3 Delimitación del objeto de la investigación**

#### **1.3.1 Delimitación del Contenido**

- ❖ **Área:** Comunicaciones.
- ❖ **Línea de Investigación:** Tecnologías de Comunicación.
- ❖ **Sublínea de Investigación:** Comunicaciones Inalámbricas.
- ❖ **Campo:** Ingeniería Electrónica y Comunicaciones.
- ❖ **Aspecto:** Sistema Electrónico con Tecnología ZigBee.

#### **1.3.2 Delimitación Espacial**

La presente investigación se lo realizo en el Caserío Tangaiche de la Parroquia Picaihua del cantón Ambato.

#### **1.3.3 Delimitación Temporal**

La presente investigación se realizó en el período de nueve meses a partir de la aprobación del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial.

#### **1.4 Justificación.**

En el Ecuador el incremento de la delincuencia se ha visto que de manera notable a través de los principales medios de comunicación, quiénes a diario dan a conocer algún tipo de delito que en la mayoría de los casos no son denunciados ante las autoridades locales, siendo uno de los principales delitos el robo a domicilios, qué cada vez va en crecimiento. La ciudad de Ambato se ha visto afectada por esta gran problemática que a diario va en aumento. Los robos en los hogares constituyen un tema sumamente preocupante para quienes en ellos habitan pues frecuentemente el intento, o la violación de un domicilio con fines de robo culmina en algún hecho de sangre así como la pérdida de los bienes materiales.

La vigente investigación es un aporte para los habitantes del Caserío Tangaiche del Cantón Ambato, los mismos que buscan reducir el índice de inseguridad debido a los robos que se ha suscitado en el sector, primordialmente en los hogares. El alto índice delictivo se da para quienes habitan y no cuentan con sistemas de seguridad adecuados y si las poseen estas son empíricas, debido a que la población no conoce los beneficios de tecnologías actuales a implementarse en sus hogares.

Por lo cual la presente investigación tiene como finalidad la seguridad de inmuebles en el sector antes mencionado con el propósito de proteger la integridad personal y patrimonial, con la utilización de tecnologías que en la actualidad existen, mediante la automatización con la ayuda de la electrónica y sistemas de comunicaciones inalámbricas, creando sistemas inteligentes las cuales permitan mejorar el nivel de seguridad y estilo de vida de aquellas personas quienes la habitan.

Los inmuebles con un diseño domótico enfocado a la seguridad se lo realizara con la ayuda de los conocimientos adquiridos de la electrónica y comunicaciones por parte del investigador, el cual ve la necesidad de mejorar los sistemas de seguridad del sector con la aplicación de técnicas e instrumentos que en la actualidad existen, la cual facilite un control adecuado del hogar en ausencia de quienes la habitan y así reducir el índice de inseguridad para el sector en estudio, por lo cual la presente investigación está encaminada a beneficiar a personas que por varios motivos no pueden proteger su hogar de manera personal en el caserío Tangaiche del Cantón Ambato.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 General:**

- ❖ Diseñar un sistema domótico con tecnología ZigBee que permita brindar seguridad mediante la automatización orientada a inmuebles residenciales unifamiliares.

### **1.5.2 Específico:**

- ❖ Determinar el tipo de seguridad que tienen los inmuebles residenciales.
- ❖ Analizar las características de la tecnología inalámbrica ZigBee y su aplicabilidad en inmuebles residenciales.
- ❖ Proponer un prototipo de sistema domótico con tecnología ZigBee que promueva la seguridad en inmuebles residenciales unifamiliares.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

Revisando los archivos de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato no existen trabajos de tesis que relacionen la tecnología Zigbee en el campo de la seguridad enfocados a inmuebles.

Además para la presente investigación se ha realizado un cuidadoso estudio de proyectos antes realizados sobre este tema, obteniendo experiencias que se relacionan con el problema objeto de investigación. Así tenemos:

**Título:** “SISTEMA DOMÓTICO CON TECNOLOGÍA EIBKONNEX PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE SERVICIOS, CONFORT Y SEGURIDAD EN LA EMPRESA SISTELDATA S.A” Modalidad: TEMI – UTA-FISEI Año: 2012. Autor: Gustavo Israel Valle Medina; el cual concluye que otorgar a la vivienda de un adecuado sistema domótico es de vital importancia ya que esta es un proceso con miras hacia el futuro, esta se da a través de la automatización, el cual mejore la calidad de vida, el confort, la seguridad y la tecnología en busca del bienestar personal y patrimonial de bienes dentro del hogar. [1]

**Título:** “ZIGBEE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SALA DE CONFERENCIAS INTELIGENTES EN LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.” Modalidad: TEMI – ESPOCH Año: 2010. Autor: Mercedes Cristina Naranjo Ordóñez y Diego Marcelo Chiliquinga Chiliquinga; los cuales concluyen que los módulos Zigbee es un estándar de comunicación Inalámbrico valido para la domótica, pues trabajan de manera excelente en aquellas situaciones en las que no se tengan flujos de información grandes, sino más bien en aquellas situaciones en las cuales se envíen o reciban datos muy puntuales cada cierto tiempo. [2]

**Título:** “DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA NO CONVENCIONAL BASADO EN REDES ZIGBEE (802.15.4) PARA REALIZAR UN CONTROL SOBRE EQUIPOS DE VIDEO E INTEGRACIÓN A SISTEMAS DE SUPERVISIÓN DE MAYOR JERARQUÍA” Modalidad: TEMI – ESPE Año: 2009. Autor: Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo; el cual concluye que el entorno ZigBee en aplicaciones de video vigilancia es limitado debido a la baja velocidad de transmisión de datos, por eso su orientación principal es la detección de eventos muy puntuales que es muy aplicable para la domótica. [3]

## **2.2 Fundamentación legal**

El presente trabajo de investigación se ha basado en normas fundamentales y artículos que determinaron la aplicación de la tecnología ZigBee establecidas por la IEEE, además se aplicó normas de seguridad esenciales para seguridad anti-delictiva en el hogar y en los reglamentos de graduación para tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

## 2.3 Categorías fundamentales

### 2.3.1 Red de inclusiones conceptuales

La red de inclusiones conceptuales se puede observar en las Figura 2 y Figura 3 tanto para la variable independiente como para la variable dependiente respectivamente.

#### CATEGORIAS FUNDAMENTALES

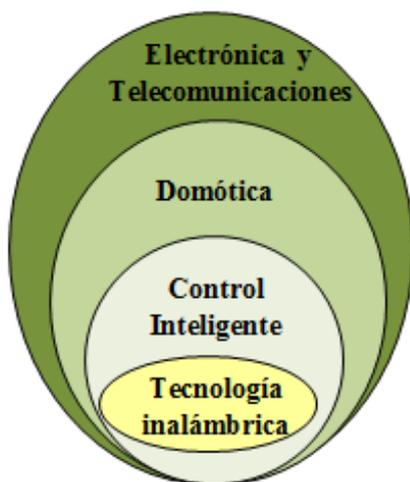


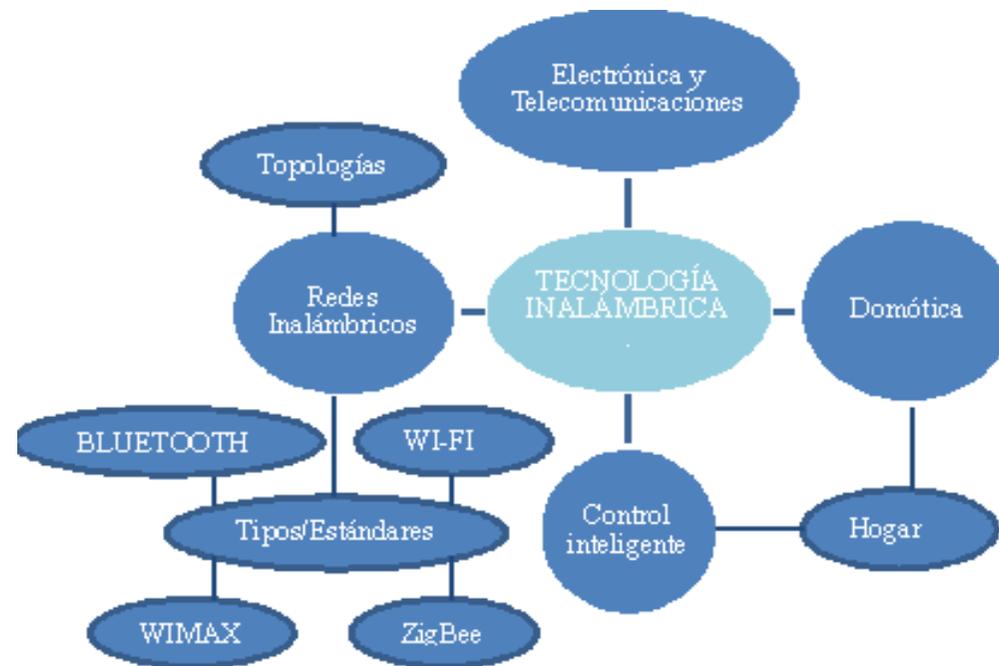
Fig.2 Variable Independiente



Fig. 3 Variable Dependiente

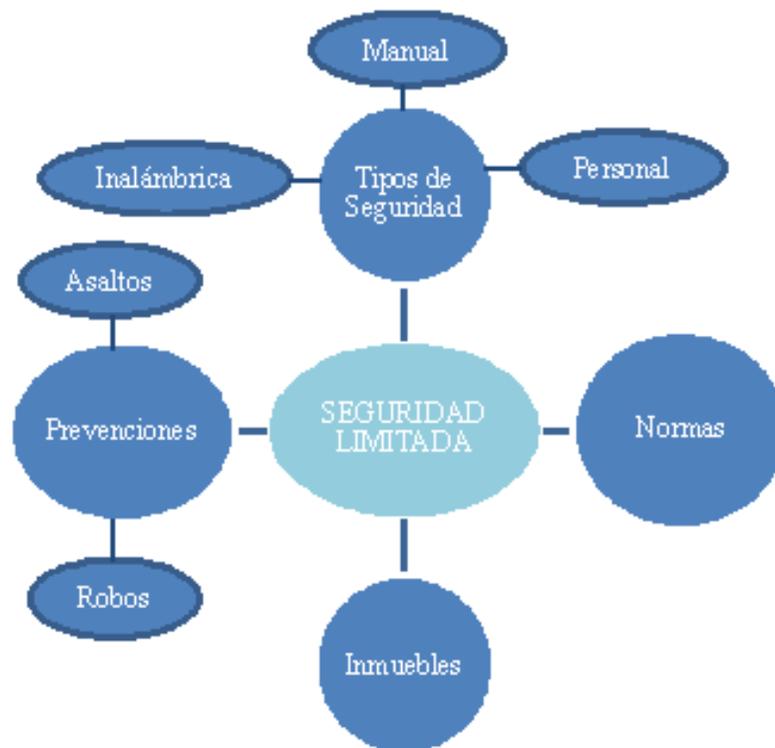
Elaborado por: Investigador

**2.3.2 Constelación de ideas:** La constelación de ideas se puede observar en las Figura 4 y Figura 5 tanto para la variable independiente como para la variable dependiente respectivamente.



**Fig.4 Constelación de Ideas de la Variable Independiente**

**Elaborado por: Investigador.**



**Fig.5 Constelación de Ideas de la Variable Dependiente**

**Elaborado por: Investigador**

## **2.4 MARCO CONCEPTUAL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**

### **2.4.1 ELECTRÓNICA**

La electrónica es la rama de la física y la ingeniería, que se encarga del estudio y desarrollo de los sistemas cuyo funcionamiento se basa en el análisis de los electrones y a la aplicación de sus principios en diferentes áreas.

La electrónica se aplica para el diseño y funcionamiento de circuitos electrónicos que posibilitan la conversión y la distribución de la energía eléctrica, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción, almacenamiento de información, entre otros. Por lo que se puede emplear en el procesamiento, control de información, amplificación de señales débiles, etc. [4]

#### **Clasificación de la Electrónica.**

La electrónica generalmente tiene la siguiente clasificación:

##### **a) Electrónica analógica**

La electrónica analógica es una parte de la electrónica que estudia los sistemas cuyas variables sean de tensión, corriente, entre otros, varían de una forma continua en el tiempo, por lo que la cantidad de valores que pueden tomar es infinita. [4]

##### **b) Electrónica Digital**

La electrónica digital es una parte de la electrónica que se encarga de sistemas electrónicos en los cuales la información esta codificada en dos únicos estados bien diferenciados, llamados niveles lógicos altos o bajos y representados por unos (1) y ceros (0), estas varían a intervalos (escalones) en los cuales no toman valores intermedios. [4]

### **2.4.2 INMUEBLES**

El inmueble es un bien propio de cada persona que está unido al terreno de modo inseparable tanto física como jurídicamente, los edificios, casas y parcelas son inmuebles, por lo cual estas son inamovibles a diferencia de un bienes muebles que si se lo pueden trasladar. [5]

## **Tipos de inmuebles.**

- ❖ **Vivienda:** La vivienda se le denomina a cualquier recinto, separado e independiente, construido o adaptado para que vivan las personas. Las viviendas se clasifican en particulares o colectivas, teniendo en cuenta el tipo de hogar que las ocupa.
- ❖ **Vivienda Familiar:** La vivienda familiar es un local destinado para la morada o domicilio de una o más familias u otro grupo de personas, con o sin vínculos familiares.
- ❖ **Vivienda Colectiva:** La vivienda colectiva es un conjunto de locales destinados para que vivan un grupo de personas, con o sin vínculos familiares.
- ❖ **Casa:** La casa es un local utilizado como vivienda construido con materiales, tales como: bloque, ladrillo, concreto, madera, adobe, tapia o bahareque en las paredes; tejas, láminas metálicas en el techo; tabla, baldosa o cemento en el piso.

### **2.4.3 HOGAR DIGITAL**

El Hogar Digital es una casa donde las necesidades de los habitantes referentes a la seguridad, confort, gestión y control, ocio y entretenimiento, telecomunicaciones, ahorro de energía, tiempo y recursos son atendidas mediante la integración de sistemas, productos, nuevas tecnologías y servicios de áreas como la Seguridad, Multimedia, Informática y Telecomunicación. [6]

### **2.4.4 CONTROL INTELIGENTE.**

El control inteligente es la capacidad de controlar o tener un control automático de dispositivos eléctricos y electrónicos, que mejoren la calidad de vida de las personas quienes la manipulen. [7]

### **2.4.5 DOMÓTICA.**

La domótica es la tecnología que permite un mayor confort y seguridad de los habitantes y de los bienes a través de sistemas electrónicos, así como una racionalización en el consumo de energía, mediante la automatización de equipos, que disponen de la capacidad para comunicarse interactivamente entre ellas a través de un medio físico que las integra. [8]

## **Campos de aplicación de la domótica.**

Los campos de aplicación de la domótica dentro y alrededor de la vivienda actúan entorno a cuatro campos determinantes dentro de una edificación.

### **1.- Gestión de energía:**

La gestión de energía es la capacidad de reducir considerablemente el consumo energético de una vivienda, oficina, institución, industria, etc. Los sistemas energéticos de una vivienda se concentran especialmente en área del consumo eléctrico y el consumo térmico como la calefacción, ventilación entre otras.

Las aplicaciones para la gestión de energía se destacan:

- ❖ Control de encendido y labor de electrodomésticos para disminuir el consumo máximo de potencia.
- ❖ Adaptar el funcionamiento de electrodomésticos y aparatos de calefacción en horarios de bajo coste.
- ❖ Utilización eficiente de luces.
- ❖ Eficiencia en el sistema de calefacción.
- ❖ Regulación y automatización del sistema eléctrico.

### **2.- Aumento de confort:**

El aumento de confort es aquello que el hombre siempre ha buscado como es el bienestar y la comodidad a través de los años. Con la aparición de la electricidad, se aumentó la confortabilidad de estas y con la llegada de la domótica, la vivienda ha adquirido una mejora considerable en relación a la mejora de servicios y prestaciones que mejoran la calidad de vida de las personas quienes la habitan.

Entre las aplicaciones para el aumento de confort se destacan:

- ❖ Creación de ambientes en cada una de las estancias. Con control automático e individualizado de luminosidad y temperatura.
- ❖ Control individual o centralizado de dispositivos. Control de persianas, toldos, alarmas, tomas de corriente, iluminación etc.
- ❖ Riego exterior automático.

- ❖ Red de aspiración centralizada con toma individual distribuidas.
- ❖ Distribución de señales de Audio y vídeo.

### **3.- Sistemas de seguridad:**

Los sistemas de seguridad son sistemas inteligentes, no el principal, pero si el de mayor importancia, ya que brindan protección tanto para las personas como para los bienes. Es por ello que en las viviendas y edificios se suelen instalar sistemas de seguridad. Estos sistemas, con la domótica, ya no son sistemas independientes sino que están integrados dentro del sistema de automatización de la vivienda o edificio.

En la domótica la tarea de la seguridad se puede dividir en varios bloques así como sus respectivas aplicaciones:

- ❖ Alarmas de intrusión
  - Simulación de presencia aleatoria.
  - Detección de presencia y control de acceso.
  - Actuación sobre elementos acústicos y ópticos, llamadas de aviso.
- ❖ Alarmas técnicas
  - Detección de escape de agua y gas, con corte automático del suministro.
  - Detección de incendio y humo
- ❖ Alarmas de asistencia.
  - Llamada de socorro (Teleasistencia).
  - Aviso de incidencias

### **4.- Sistemas Comunicaciones:**

Los sistemas de comunicación son el conjunto de componentes que permiten la transferencia e intercambio de la información de manera eficiente y fiable. Mediante las cuales se pueden hacer muchas cosas dentro de un edificio o vivienda, y de hecho, hoy en día es casi imposible concebir una vivienda en la que no exista un ordenador, un teléfono, una televisión etc. La domótica se sirve de todas estas tecnologías y dispositivos de telecomunicación para aumentar la eficacia, la seguridad y la confortabilidad de las viviendas.

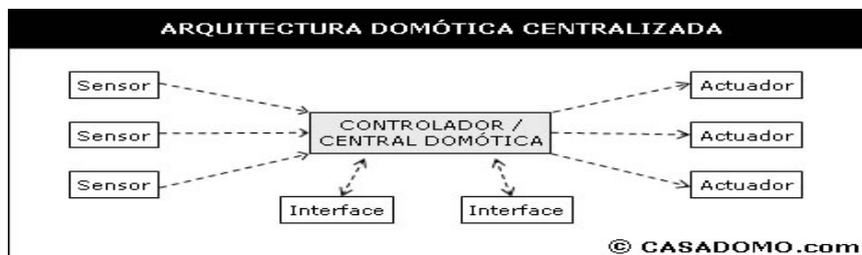
Las aplicaciones dentro de los sistemas de comunicación son:

- ❖ Pasarelas residenciales
- ❖ Diagnóstico y supervisión externo.
- ❖ Envío de información al exterior.
- ❖ Control de dispositivos de audio y vídeo.
- ❖ Control de sistemas informáticos.
- ❖ Actuación sobre los sistemas domésticos a distancia. [9]

### Arquitecturas Domóticas.

El sistema domótico se puede clasificar por la forma como se conectan sus dispositivos, es decir conforme a la estructura de la red, entre estas tenemos:

- a) **Arquitectura centralizada:** la arquitectura centralizada es un sistema en el cual todos los componentes de entrada y salida se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando, la Fig.6 detalla de manera gráfica lo antes expuesto.



**Fig. 6:** Arquitectura centralizada.

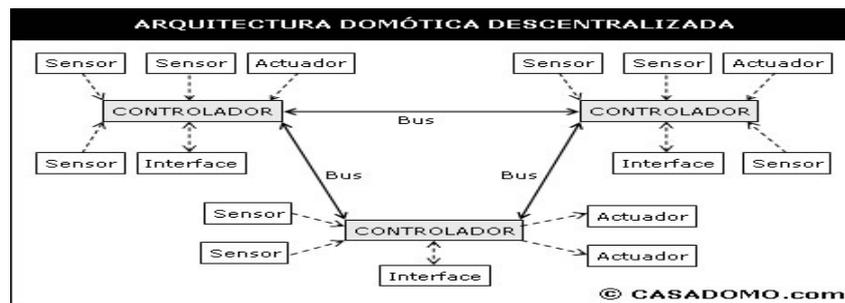
Fuente: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14>

Las características de la arquitectura centralizada son las siguientes:

- ❖ Todo el control y mando dependen de un solo componente de tal manera que si este se rompe la instalación domótica queda fuera de servicio.
- ❖ La instalación es más compleja ya que tenemos que llevar cables de cada uno de los componentes de entrada y salida al elemento de control.

- ❖ Los elementos de entrada y salida son comunes, por tanto más baratos lo que hace que este tipo de instalación sea mucho más barata.

b) **Arquitectura descentralizada:** La arquitectura descentralizada es un sistema en la que todos sus componentes de entrada y salida comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando, como se especifica en la Fig.7.



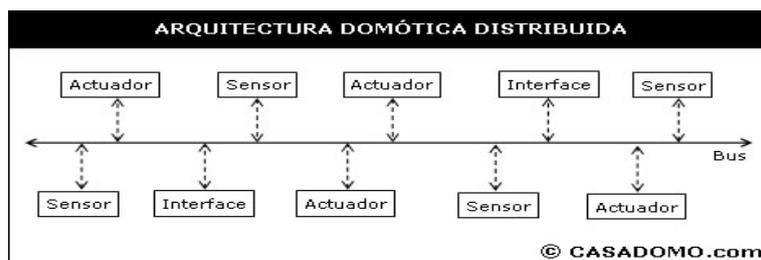
**Fig. 7:** Arquitectura descentralizada.

**Fuente:** <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14>

Las características de la arquitectura descentralizada son las siguientes:

- ❖ Todos los elementos de entrada y salida disponen de un dispositivo de control de manera que si uno de ellos se rompe, la instalación sigue funcionando.
- ❖ La instalación es más fácil de hacer ya que el cableado de los componentes es el mismo para todos y los va recorriendo a todos.
- ❖ Los elementos de entrada y salida son más complejos y costosos por incluir elementos de control y mando, por tanto este tipo de instalación es mucho más cara.

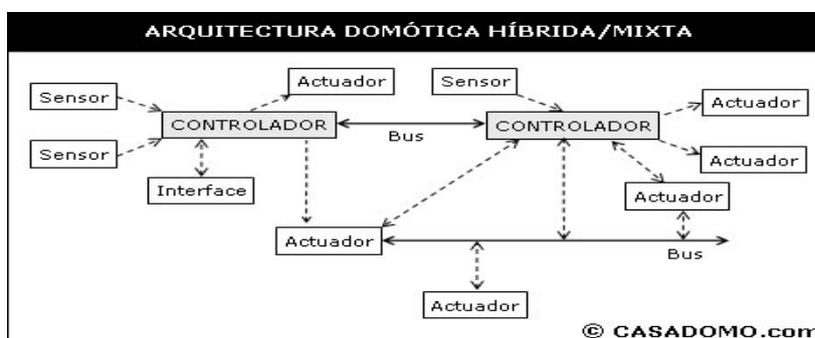
c) **Arquitectura Distribuida:** En la arquitectura distribuida toda la red posee la inteligencia del sistema, es decir está ubicado en cada sensor y actuador, un controlador es capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa, la configuración, la información (como se muestra en la Fig.8) que capta por sí mismo y la que recibe de los otros dispositivos del sistema.



**Fig.8:** Arquitectura distribuida.

**Fuente:** <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14>

- d) **Arquitectura Mixta:** La arquitectura mixta es un sistema en la cual se combinan las arquitecturas de los sistemas centralizadas, descentralizadas y distribuidas, como se muestra en la Figura 9. Estos a la vez pueden disponer de un controlador central o varios controladores descentralizados, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores pueden también ser controladores y procesar la información según el programa, la configuración. [9]



**Fig. 9:** Arquitectura mixta.

**Fuente:** <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14>

### Sistemas domóticos abiertos y propietarios

Los sistemas domóticos son sistemas que permiten o no utilizar componentes tecnológicos de distintos fabricantes. Cuando el sistema domótico permite incluir componentes de diferentes fabricantes y funcionando todos ellos bajo el mismo estándar se dice que el sistema es abierto. Cuando el sistema domótico está compuesto por componentes del mismo fabricante y su funcionamiento corresponde solo al protocolo

creado por este, se dice que el sistema es cerrado o propietario, y no admite componentes de otros fabricantes. [10]

### **Tecnologías aplicables en domótica.**

Se destacan cuatro tipos de tecnologías aplicados dentro de un sistema domótico:

#### **1.- Tecnologías de corrientes portadoras**

La tecnología de corrientes portadoras es aquella tecnología que usa la red eléctrica de interior como canal de comunicación entre los dispositivos que componen la instalación dentro de una vivienda.

Características de la tecnología de corrientes portadoras.

- ❖ Aplicable en sistemas descentralizados
- ❖ Específicos para dispositivos conectados a la red eléctrica.
- ❖ Instalación sencilla, modificable y ampliable
- ❖ Aplicable en instalaciones concluidas en las que no se quiera realizar modificaciones significativas
- ❖ Sistema que permite una instalación mínima de bajo costo.
- ❖ Permite integrar dispositivos inalámbricos.

#### **2.- Tecnología de bus**

La tecnología de bus es aquella tecnología que utiliza un bus de varios hilos para interconectar los dispositivos de la instalación dentro de la vivienda.

Características de la tecnología de bus.

- ❖ Aplicable en sistemas descentralizados.
- ❖ Dispositivos específicos que deben cumplir con el estándar de BUS.
- ❖ Instalación sencilla ya que es un cable que recorre toda la instalación y no se necesita grandes modificaciones de la instalación original.
- ❖ Recomendado en instalaciones nuevas donde aún no se ha realizado la instalación eléctrica.
- ❖ Sistema con una inversión inicial elevada.
- ❖ Reúne mejores prestaciones y posibilidades que ningún otro sistema.

### **3.- Tecnología basada en autómatas programables.**

La tecnología de autómatas programables es la tecnología que posee un sistema totalmente centralizado cuyo componente central es el controlador programable.

Características de la tecnología basada en autómatas programables.

- ❖ Aplicable para sistemas centralizados.
- ❖ Dispositivos no específicos y por tanto sistema abierto.
- ❖ Menos funcionalidad de control integral de vivienda.
- ❖ Sistema basado en la automatización industrial.
- ❖ Instalación compleja los dispositivos deben cablearse hacia el controlador.
- ❖ Sistema ideal para controlar puertas de garaje, piscinas, etc.
- ❖ No excesivamente caro pero con limitaciones de ampliación.

### **4.- Tecnología Inalámbrica**

La tecnología inalámbrica es la aplicación de tecnología que no requiere un medio físico de interconexión, es decir, sin cables, la cual permita obtener conexión de varios equipos entre sí, permitiendo obtener mayor comodidad y seguridad, así como el ahorro de consumo energético. [11]

La tecnología inalámbrica depende para su funcionamiento de ondas de radio, de microondas y pulsos de luz infrarroja, para que sus componentes se comuniquen entre sí, muy utilizados en la actualidad.

Características de la tecnología inalámbrica:

- ❖ Sistemas descentralizados.
- ❖ La tecnología inalámbrica está disponible para todos los sistemas comentados anteriormente.
- ❖ Dispositivos específicos.
- ❖ Instalación sencilla ya que no se requiere cableado alguno.
- ❖ Limitaciones en la alimentación de los dispositivos.
- ❖ Ideal en instalaciones donde no cabe la posibilidad de instalación mediante cableado.

#### **2.4.6 TELECOMUNICACIONES.**

Se denomina telecomunicaciones a la técnica de transmisión, emisión o recepción de imágenes, sonidos o información a distancia de cualquier naturaleza, mediante procedimientos electromagnéticos, ópticos e inalámbricos desde un punto a otro, normalmente con la particularidad adicional de ser bidireccional. [12]

#### **2.4.7 REDES INALÁMBRICAS.**

Las redes inalámbricas son aquellas que se comunican por un medio de transmisión no guiado (sin cables) mediante ondas electromagnéticas. Con una red cableada, un dispositivo tiene que estar en un punto fijo para mantenerse conectado y formar parte de ella. Con un dispositivo inalámbrico, sin embargo, al usuario le basta con estar dentro del radio de cobertura de la red para mantenerse conectado. [11]

##### **Clasificación de las redes inalámbricas.**

En la actualidad no existe una clasificación universal que diferencie de forma uniforme a todas estas tecnologías, por lo cual se ha optado por dividir según su cobertura geográfica. Las cuales se detallan a continuación:

**WPAN:** (Wireless Personal Area Networks, Red Inalámbrica de Área Personal) es una red para la comunicación entre distintos dispositivos, tanto ordenadores, puntos de acceso a internet, teléfonos móviles, dispositivos de audio, impresoras, etc. cercanos al punto de acceso. Estas redes normalmente son de unos pocos metros y para uso personal. Entre las diferentes tecnologías de WPAN destacan Bluetooth y Zigbee.

**WLAN:** (Wireless Local Area Network, Red Inalámbrica de Área Local) es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. La tecnología asociada a esta forma de red es Wi-Fi.

**WMAN:** (Wireless Metropolitan Area Network o Red Inalámbrica de Área Metropolitana) es una red de alta velocidad que dando cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión inalámbricos. Destacadas tecnologías asociadas son WiMax.

**WWAN:** (Wireless Wide Área Network) son típicamente redes celulares para telefonía móvil y transmisión de datos. Destacadas tecnologías asociadas son GSM (telefonía móvil 2G) y UMTS (telefonía móvil 3G). [11]

### **Topologías de las redes inalámbricas.**

Se denomina topología a la forma en que se conectan los diferentes sistemas y equipos a la red. El diseño y funcionamiento topológico de las redes de comunicación y la de control varían dependiendo de distintos factores como el económico, la modularidad, la flexibilidad, la rapidez en la comunicación, entre otros. [13]

### **Tipos de topologías de redes inalámbricas.**

Los tipos de topologías de redes inalámbricas tenemos los siguientes:

#### **a) Topología en estrella:**

La topología en estrella es aquella que mantiene los equipos unidos a un núcleo central en el que normalmente reside la capacidad de control de la red, proporcionando una comunicación bidireccional del núcleo a los terminales y viceversa. La comunicación siempre está obligada a pasar por el nodo central y si esta falla se pierde la comunicación en la red. Es una topología costosa ya que requiere más cable.

#### **b) Topología en Anillo:**

La topología en anillo es una topología en la cual los equipos se conectan formando un anillo, los elementos que la conforman tendrán al menos dos puntos de entrada/salida de información. Una característica de esta red, es que la información circulará por todos los equipos de la red en su viaje desde el origen hacia su destino; una desventaja importante es que presenta retardos variables en función de los puntos conectados en un itinerario y la más grande de ellas es que el tráfico se ve cortado cuando uno de los equipos falla.

#### **c) Topología en Bus:**

La topología en bus es aquella en la cual la red posee un único canal de comunicaciones a la que se conectan todos y cada uno de los elementos del sistema, los mismos que envían y reciben todos los mensajes a través del bus. Esta topología es de fácil

implementación y crecimiento en la red, posee una arquitectura simple. La dificultad que posee es que su desempeño disminuye a medida que la red crece, un problema perjudica a toda la red, pérdidas de datos por colisiones, red que ocupa mucho espacio.

#### **d) Topología en Malla:**

La topología en malla es aquella en que todos los equipos integrantes de una red se conectan a todos los demás. El coste en medios de comunicación depende del número de conexiones y suele ser elevado, ganado sin embargo en fiabilidad frente a fallos y en posibilidades de reconfiguración. [13]

### **Clasificación de las Tecnologías Inalámbricas.**

Entre la clasificación de la tecnología Inalámbrica se han considerado las más relevantes, considerando su área de cobertura, aplicaciones que soporta y el desarrollo en la industria de las telecomunicaciones en la última década, entre estas tenemos:

#### **a) Wi-Max.**

Es una tecnología inalámbrica de transmisión de datos, la cual norma la transmisión de datos usando ondas de radio y la recepción a través de microondas, esta trabaja con el estándar 802.16 más conocido como Wi-Max. Esta permite reducir los costes de acceso a abonado, posibilita acceder a un gran número de clientes con un reducido número de repetidores, de forma que los costes se reducen, pudiendo atender múltiples comunicaciones de voz con una calidad aceptable gracias a su ancho de banda.

Las características principales de las redes Wi-MAX son:

- ❖ Distancia de cobertura hasta 50 kilómetros (teóricamente).
- ❖ Velocidades de hasta 70 Mbps.
- ❖ Facilidades para añadir más canales.
- ❖ Anchos de banda configurables y no cerrados.
- ❖ Soporte nativo para calidad de servicio (QoS)
- ❖ Alta seguridad y bajo costos de adquisición e implementación.

### **b) WI-FI**

Es una tecnología inalámbrica de área local inalámbrica (WLAN) es una red de tamaño medio que utiliza la frecuencia de radio 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n en lugar de cables y permite realizar diversas conexiones inalámbricas a Internet. Se trata de una tecnología con una amplia gama de productos y sistemas fiables y asequibles en el mercado y con un grado de implantación elevado y en aumento.

### **c) Bluetooth**

Bluetooth es una frecuencia de radio de disponibilidad universal que conecta entre sí los dispositivos habilitados para Bluetooth situados a una distancia de hasta 10 metros. Permite conectar una por ejemplo: una notebook o un teléfono celular con otras máquinas, teléfonos móviles, cámaras, impresoras, teclados, altavoces y otros dispositivos del ordenador.

### **d) ZigBee**

Se le denomina ZigBee al estándar que define la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para armados de redes de corta distancia y baja velocidad de datos, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal. Su objetivo son las aplicaciones para redes Wireless que requieran comunicaciones seguras y fiables con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías. [14]

Como se ha explicado en el inciso anterior las tecnologías inalámbricas son muchas, pero ZigBee constituye como el eje principal en el presente proyecto pues este es el encargado de la transmisión de datos, a continuación se trata de forma amplia y específica el funcionamiento del estándar antes mencionado, así mismo se debe tener en cuenta de por qué se ha elegido esta tecnología cuando se tiene otras posibilidades, es por eso que se realizara una comparativa con otros medios de transmisión, a partir de esto poder entender y asimilar de forma clara que para el presente proyecto que un medio ZigBee es la más adecuada.

## **2.4.8 TECNOLOGÍA ZIGBEE.**

La palabra ZigBee o zumbido de abejas procede de patrones comunicativos que realizan las abejas entre las flores durante la recogida de polen. ZigBee se ha desarrollado para satisfacer la creciente demanda de capacidad de red inalámbrica entre varios dispositivos de bajo costo y potencia que no eran satisfechas por las tecnologías tradicionales como Wi-Fi y Bluetooth, a partir de esta necesidad el desarrollo de ZigBee arranca en el año de 1998 y la aprobación del estándar IEEE 802.15.4 en mayo de 2003 y ratificado el 14 de diciembre de 2004, cabe recalcar que en diciembre de 2006 se publicó la última revisión del estándar.

Para llevar a cabo este estándar, un grupo de trabajo llamado Alianza ZigBee (ZigBee Alliance) formado por varias industrias como Invensys, Mitsubishi, Philips y Motorola, sin ánimo de lucro, la mayoría de ellas fabricantes de semiconductores, ha desarrollado el estándar. La alianza de estas empresas han y están trabajando codo a codo con IEEE para asegurar una integración completa y operativa.

Esta nueva aplicación, definida por la propia ZigBee Alliance como el nuevo estándar global inalámbrico para redes de tipo Área Personal o WPAN para la automatización del hogar, permite que las aplicaciones domóticas desarrolladas por los fabricantes sean completamente interoperables entre sí, garantizando así al cliente final fiabilidad, control, seguridad y comodidad del hogar.

### **Estándar IEEE 802.15.4**

El estándar IEEE 802.15.4 define a ZigBee, este añade un nivel de red, de seguridad y un marco de trabajo para las aplicaciones, quedando las aplicaciones y perfiles de usuario fuera del estándar es por eso que define hardware y software en términos de conexión de redes en las capas de nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal. La alianza ZigBee añade especificaciones en la capa de red y aplicación para completar la denominada pila o stack ZigBee.

Las características de la tecnología ZigBee son las siguientes:

- ❖ Bandas de frecuencia: 2,4 GHz (Mundial), 915 MHz (EEUU) y 868 MHz (Europa).
- ❖ Tasas de transferencia: 250 kbps (2,4GHz), 40 kbps (915 MHz) y 20 kbps (868 MHz).
- ❖ Los rangos básicos de alcance son de 10 m a 75 m.
- ❖ Una red ZigBee puede estar formada por hasta 255 nodos.
- ❖ Canales: 16 (2,4 GHz), 10 (915 MHz) y 1 (868 MHz).
- ❖ Un sensor más un módulo ZigBee pueda ser alimentado con pilas AA durante al menos 6 meses y hasta 2 años.
- ❖ La fabricación de un transmisor ZigBee consta de menos circuitos analógicos de los que se necesitan habitualmente.
- ❖ Se adapta a diferentes tipos de topologías como estrella, punto a punto, malla, árbol.
- ❖ Escalabilidad de red para un mejor soporte de redes más grandes, ofreciendo más opciones de gestión, flexibilidad y desempeño.
- ❖ Fragmentación el cual tiene la capacidad para dividir mensajes más largos y permitir la interacción con otros protocolos y sistemas.
- ❖ Agilidad de frecuencia para cuando las redes cambien los canales en forma dinámica en caso que ocurran interferencias. [15]

Las ventajas de la tecnología ZigBee son las siguientes:

- ❖ Ideal para conexiones punto a punto y punto a multipunto
- ❖ Diseñado para el direccionamiento de información y el refrescamiento de la red.
- ❖ Opera en la banda libre de ISM 2.4 GHz para conexiones inalámbricas.
- ❖ Óptimo para redes de baja tasa de transferencia de datos.
- ❖ Alojamiento de 16 bits a 64 bits de dirección extendida.
- ❖ Reduce tiempos de espera en el envío y recepción de paquetes.
- ❖ Detección de Energía.
- ❖ Baja ciclo de trabajo por ello proporciona larga duración de baterías.
- ❖ Soporte para múltiples topologías de red: dinámica, estrella y malla.
- ❖ Hasta 65.000 nodos en una red.
- ❖ Son más baratos y de construcción más sencilla.

Las desventajas de la tecnología ZigBee son las siguientes:

- ❖ La tasa de transferencia es muy baja.
  - ❖ Solo manipula textos pequeños comparados con otras tecnologías.
  - ❖ ZigBee trabaja de manera que no puede ser compatible con bluetooth.
  - ❖ Tiene menor cobertura porque pertenece a redes inalámbricas de tipo WPAN.
- [15]

### **Dispositivos ZigBee en la red.**

El estándar IEEE 802.15.4 define tres tipos distintos de nodos de dispositivos ZigBee según su papel en la red:

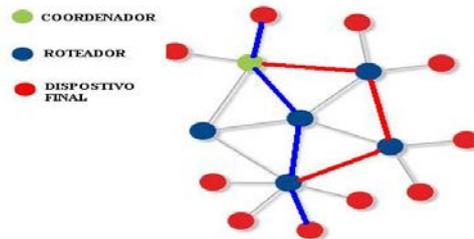
**1.- Coordinador ZigBee (ZC):** El coordinador ZigBee es el dispositivo más completo dentro de una red. Debe hallarse uno por red obligatoriamente el cual controle y dirija los caminos a seguir de los dispositivos para conectarse entre ellos, por ello actúa como nodo raíz y es responsable de:

- Arranque de la red
- Configuración de parámetros de red
- Admisión de nodos a la red
- Asignar direcciones de red

**2.- Router ZigBee (ZR):** El router ZigBee es un dispositivo o dispositivos que ofrecen un nivel de aplicación para ejecutar el código establecido por el usuario, a más de interconectar dispositivos separados en la topología de la red, para extender la cobertura de la misma.

**3.- Dispositivo final (ZigBee End Device, ZED):** En este tipo de dispositivos, su función principal es la de comunicarse con su nodo principal ya sea el coordinador o el router, pero no puede transmitir información destinada a otros dispositivos. De esta forma, este tipo de nodo puede estar dormido la mayor parte del tiempo, aumentando la vida media de sus baterías. Un ZED posee requisitos mínimos de memoria y es por tanto significativamente más barato. [15]

En la figura 10 se muestra de manera gráfica los tipos de dispositivos ZigBee antes mencionado para una mayor comprensión y asimilación de la misma.



**Fig.10** Dispositivos ZigBee en una red.

**Fuente:** <http://handcorp.blogspot.com/2011/02/o-zigbee-e-una-tecnologia-para-envio-de.html>

### **Funcionalidad de dispositivos ZigBee**

Los dispositivos ZigBee según su funcionalidad se clasifican en:

#### **1.- Dispositivos de Funcionalidad Completa (FFD).**

Este tipo de dispositivos es capaz de recibir mensajes en formato 802.15.4. Conocidos como nodo activo. Gracias a la memoria adicional y a la capacidad de procesar, puede funcionar como Coordinador o Router ZigBee, o puede ser usado en dispositivos de red que actúen de interface con los usuarios.

#### **2.- Dispositivo de funcionalidad reducida (RFD):**

Este dispositivo es conocido como nodo pasivo, la cual posee capacidad y funcionalidad limitadas con el propósito de conseguir un bajo costo y una gran simplicidad. Su funcionalidad es aplicable en una ZED. [16]

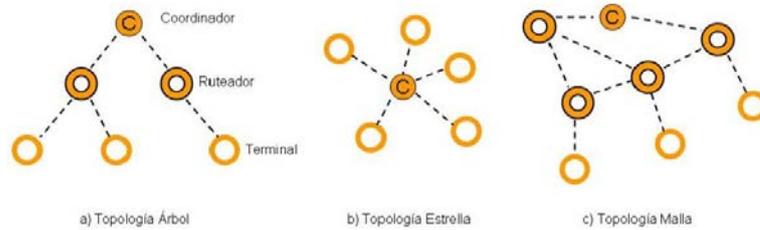
### **Topologías Soportadas por red.**

En ZigBee existen tres tipos de topologías la de estrella, árbol y la red de tipo malla, en toda la red siempre hay un nodo que asume el papel de coordinador central quien se encarga de centralizar la adquisición y rutas de comunicación entre los dispositivos esta se encuentra determinadas por:

- Topología en estrella: el coordinador se sitúa en el centro
- Topología en árbol: el coordinador será la raíz del árbol.

- Topología malla: al menos unos de los nodos tendrá más de dos conexiones

La figura 11 muestra las topologías utilizadas en ZigBee antes mencionado.



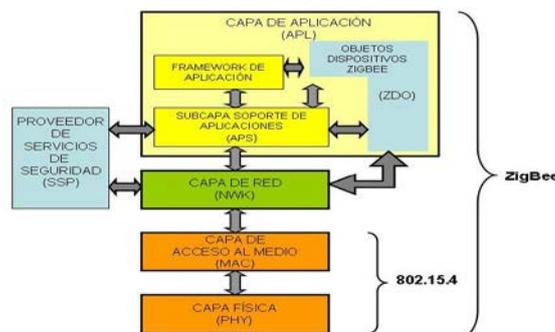
**Fig.11** Topologías de red en ZigBee

**Fuente:** [http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe\\_ZigBee.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf)

Dentro de las topologías que se mencionaron anteriormente la que más se adecua, y una de las causas por las que parece que puede triunfar ZigBee, es la topología de malla. Ésta permite que si, en un momento dado, un nodo del camino falla y se cae, pueda seguir la comunicación entre todos los demás nodos debido a que se rehacen todos los caminos, la administración de los caminos es tarea del coordinador.

### Las capas del protocolo ZigBee

ZigBee es una pila de protocolos muy similar a la del modelo OSI, las cuales están constituidos por diferentes capas independientes unas de otras, en la figura 12 se muestran las capas del protocolo ZigBee y su relación con el modelo OSI, pero a diferencia de esta que posee 7 capas, el modelo ZigBee solo utiliza 4 capas con el objeto de simplificar la arquitectura para el armado de una red de baja tasa de transmisión, simple y de bajo consumo eléctrico.



**Fig.12** Capas protocolo ZigBee

**Fuente:** <http://prezi.com/wwwpnuvmk-cf/zigbee/>

Como se puede observar en la figura 12 las capas inferiores tanto como la capa física y la capa de acceso al medio, están definidas en el Standard IEEE 802.15.4, estas 2 capas brindan servicios de transmisión de datos por aire, punto a punto. Las capas de red y de aplicación están definidas por ZigBee. Cada capa se conecta con las capas adyacentes por medio de un SAP (Service Access Point). Un SAP es un lugar por donde una capa superior requiere un servicio a una capa inferior. [16]

### **La capa física (PHY).**

El estándar IEEE 802.15.4 define a la capa física como la capa más baja el cual permite la transmisión de datos sobre un medio físico, considerada como la capa más cercana al Hardware quien controla la comunicación con el transceptor de radio, cumpliendo tareas como las de control en transmisión y recepción de datos, mantener la calidad de enlace, seleccionar el canal adecuado a usar, así como definir requisitos mínimos de hardware como las de sensibilidad de receptor y potencia de salida de transmisor.

### **Canales.**

En la aprobación de estándar 802.15.4 es decir en la primera revisión que se lo realizo en 2003 se definían canales y cada uno de ellos representaba una frecuencia. Aparecía un límite de 27 canales con 1 en la banda de 868MHz, 10 en la banda de 915MHz y 16 en la banda de 2.4GHz. En la última revisión del estándar IEEE 802.15.4 de 2006 se introduce el concepto de página para permitir la incorporación de nuevas formas de tecnologías a la capa física. En la Tabla 1 se muestra la asignación de canales y sus respectivos tipos de modulación utilizadas.

El estándar ZigBee especifica una sensibilidad en el receptor de -85dBm en la banda de los 2.4GHz. Y una sensibilidad de -92dBm en la banda 865/915 MHz.

Cave recalcar que la banda de 868 MHz se aplica para Europa, mientras que las bandas de 915 MHz se aplica en Norteamérica y 2,4 GHz utilizada en todo el mundo estas dos últimas partes de ISM bandas de frecuencia científica, industrial y médica. [16]

**Tabla 1: Asignación de canales**

Nº de Pagina	Nº de Canal	Descripción
0	0	868 MHz. (BPSK)
	1-10	915 MHz (BPSK)
	11-26	2.4 GHz (O-QPSK)
1	0	868 MHz (ASK)
	1-10	915 MHz (ASK)
	11-26	Reservado
2	0	868 MHz (O-QPSK)
	1-10	915 MHz (O-QPSK)
	11-26	Reservado
3-31	Reservado	Reservado

**Fuente:** <http://prezi.com/wwwpnuvmk-cf/zigbee/>

### **Técnicas de Modulación**

Se entiende por modulación cuando se modifica parámetros de una onda portadora que posee amplitud, frecuencia, fase, por una señal modulada que se quiere transmitir. El estándar IEEE 802.15.4 define dos técnicas de modulación en las cuales permite el uso de dos bandas de frecuencias: 868 a 915 MHz usando BPSK y a 2,4 GHz utilizando OQPSK, cada una de estas modulaciones se detallan a continuación:

#### **1. Modulación BPSK (Binary Phase Shift Keying).**

La modulación con desplazamiento de fase binaria tiene como resultado posible dos fases de salida para la portadora con una sola frecuencia. Una fase de salida representa un 1 lógico y la otra un 0 lógico, conforme la señal digital de entrada cambia de estado la fase de la portadora de salida se desplaza entre dos ángulos que están 180 ° fuera de fase. Este tipo de modulación es aplicada para transmisores de bajo costo y que no requieren altas velocidades de transmisión.

#### **2. Modulación O-QPSK (Offset Quadrature Phase Shift Keying).**

La modulación con desplazamiento de fase en cuadratura con desplazamiento temporal consiste en realizar una transición de fase en cada intervalo de señalización de bits, por portadora en cuadratura.

### **3. Modulación ASK (Amplitudes-Shift keying).**

La modulación por desplazamiento de amplitud es una modulación la cual consiste en establecer una variación de la amplitud de frecuencia portadora según los estados significativos que se obtengan de la señal de datos. Los dos valores a obtener serán binarios que se representan con dos amplitudes diferentes, que se determinara según la onda de entrada. [16]

#### **Funciones de la capa física en ZigBee.**

Entre las funciones que realiza la capa física se ha considerado las más relevantes teniendo en cuenta pasos fundamentales a la hora de trasmisión y recepción de datos:

**1.- Detección de energía(ED):** Para poder transmitir a través de un canal, el dispositivo receptor debe medir el nivel de energía, la medición de energía obtenida por el receptor es aplicada en la capa de red como parte del algoritmo de selección, por eso la capa física es la encargada de realizar tal medición sin decodificación alguna de la señal y obteniendo una estimación de la potencia recibida que se traduce a un valor de 8bits, cuyo rango es 0x00 hasta 0xFF, especificando en el primer rango una potencia menor a 10dB. Es por ello que el receptor encargado de la ED debe ser capaz de detectar y medir la energía de las señales bajas de 10 dB por encima de su nivel de sensibilidad requerida. Es por eso que la precisión de niveles de energía debe ser de 6 dB.

**2.- Sensado de portadora (carrier sense; CS):** El sensado de portadora a diferencia ED realiza la demodulación correspondiente de la señal recibida en el receptor, mediante esta poder determinar si es compatible o no con el estándar, es por eso que se considera ocupado un canal cuando una señal es compatible con el estándar IEEE 802.15.4.

**3.- Evaluación de canal libre (CCA; Clear Channel Assessment):** Para poder determinar si un canal se encuentra libre se utiliza tres modos, a través del mecanismo CSMA-CA la cual ordena a la MAC que le solicite a la capa Física que haga una evaluación del canal para ver si está libre. Los modos a aplicar son las siguientes:

- ❖ Modo 1: Este modo se basa en ED el cual avisará de la ocupación de un medio si detecta cualquier tipo de energía por encima de un umbral predeterminado.
- ❖ Modo 2: Este modo se basa en CS para determinar la ocupación del canal. El cual notificará sobre la ocupación de un medio si detecta una señal con la

modulación y características de propagación propias de una señal IEEE 802.15.4. Esta señal puede recibirse con independencia del umbral.

- ❖ Modo 3: Este modo se basa en las anteriores, mediante una combinación AND/OR.

AND: La energía pasa de un umbral y la señal cumple con el estándar

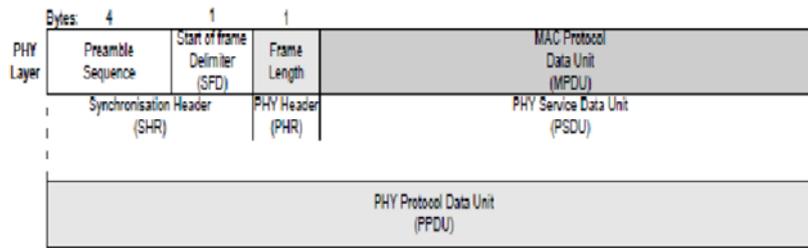
OR: La energía supera a un umbral o es censada una señal que cumple con el estándar.

**4.- Indicador de calidad del enlace (LQI) (Link Quality Indicator):** Esta es una función de indicación de calidad de los paquetes recibidos por el receptor, se puede aplicar la intensidad de señal de recepción o la relación señal ruido. Cuanta más alta sea última se considera que habrá más garantía de que el mensaje llegue a destino. El LQI puede ser usado en una red ZigBee como mecanismo de ruteo en una malla. Así se elegirían las rutas de LQI más alto. Pero hay que destacar que hay otros factores a tener en cuenta en el ruteo. Uno muy importante es el gasto de energía de las baterías. Los nodos que intervengan más frecuentemente en el paso de mensajes agotarán sus baterías antes. [16]

#### **Paquetes de la Capa Física (PHY)**

En esta capa el protocolo definido en el estándar IEEE 802.15.4 proporciona dos servicios: servicio de datos (PHY data service) y servicio de gestión (PHY management service) ejerciendo de interfaz entre la capa MAC y el medio físico, el servicio de datos para la transmisión y recepción de paquetes es conocido como PPDU (PHY Protocol Data Unit), establece un paquete como una unidad. El PPDU se encarga de encapsular todos los datos de los niveles superiores. La figura 13 muestra el formato PPDU así como sus respectivos campos que se detallan a continuación.

- ❖ SHR (Preámbulo de sincronización): cuya función es la que sincronizar al dispositivo transmisor y el receptor.
- ❖ PHR (Cabecera de nivel físico): con la longitud de la trama.
- ❖ PSDU: campo variable con la trama de la capa MAC (carga útil).



**Fig. 13** Formato de trama PPDU

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.15.html>

### La capa MAC de 802.15.4.

La capa MAC (Control de Acceso al Medio) provee una interface entre la capa física y la próxima capa sobre la de MAC que en el caso de ZigBee es la de red. También es responsable de coordinar las siguientes tareas:

- ❖ Generación de balizas (beacons) si el dispositivo es un coordinador.
- ❖ Sincronización de los beacons de la red.
- ❖ Gestión de las asociaciones y desvinculaciones de los dispositivos a la red.
- ❖ Empleo del algoritmo CSMA-CA (Carrier Sense Multiple Access-Collision Avoidance) para acceso al canal.
- ❖ Gestión de la técnica GTS (Guaranteed Time Slot).
- ❖ Gestión de un enlace fiable entre las capas MAC de los nodos contiguos.

### Modo de funcionamiento

En la capa MAC encontramos dos modos de funcionamiento, la elección de uno u otro modo se realiza al configurar los dispositivos, aunque es el coordinador el encargado de informar a la red qué modo se utilizará en la nueva red creada.

**1.- Modo balizado (beacon-enabled network):** En este modo de funcionamiento consigue un importante ahorro energético. Basado en la utilización por parte de los dispositivos FFD de balizas con las que marcan los tiempos en los que es posible la recepción y transmisión de información. Los tiempos pueden variar de 15ms hasta 4 minutos fuera de estos tiempos, todos los dispositivos (incluido el coordinador) pueden estar en modo dormido, modo en el que se minimiza en consumo.

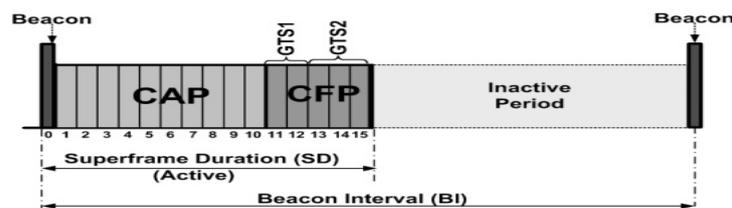
La baliza se genera periódicamente por el coordinador y se distribuye por toda la red a través de los routers. Estas balizas se encargan de sincronizar los dispositivos, de modo

que todos los dispositivos se despierten en un determinado instante en el cual se realiza la comunicación entre nodos.

En el modo balizado, se utiliza una estructura de trama conocida por supertrama (superframe), esta estructura es definida por el coordinador y construida en base a:

- ❖ Intervalo de baliza (BI): variable que define el tiempo entre dos balizas consecutivas.
- ❖ Duración de supertrama (SD): indica la parte activa de BI. Está subdividido en 16 slots de tiempo en los que se permiten las transmisiones.
- ❖ Periodo inactivo: se define un intervalo de tiempo cuando BI supera a SD en el cual todos los nodos entran en modo “dormido”, reduciendo así su consumo energético.

Los valores de BI y SD se definen mediante dos parámetros: BeaconOrder (BO) y SuperframeOrder (SO), de la siguiente manera:



**Fig. 14** Estructura de Supertrama

**Fuente:** <http://www.dei.isep.ipp.pt/~akoubaa/publications/ECRTS2007.pdf>

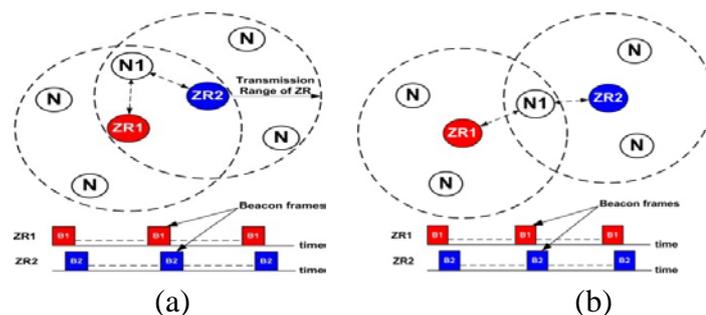
Como se ve en la Figura 14, la supertrama está compuesta por 16 slots temporales, el primero de ellos contiene la baliza y los siguientes se dividen en dos grupos:

- ❖ CAP (Contention Access Period), en el cual los dispositivos compiten por el acceso al medio utilizando CSMA ranurado.
- ❖ CFP (Contention-Free Period), esta etapa está pensada para aplicaciones en tiempo real, por lo que se reservan ciertos slots temporales para que aquellas aplicaciones que sean sensibles al tiempo tengan siempre la posibilidad de transmitir, sin necesidad de competir por el canal. Estos slots reservados toman el nombre de GTS (Guaranteed Time Slot).

La gran ventaja de la sincronización en modo baliza es que todos los dispositivos se despiertan y se duermen al mismo tiempo, sin embargo, posee problemas al utilizar este

modo de funcionamiento en topologías de árbol o malla, en la que varios dispositivos (coordinador y routers) envían balizas y por tanto puede aparecer el problema de las colisiones entre balizas, las colisiones se pueden observar de manera detallada en la figura 15. (Ortega Huembes, 2008)

- ❖ **Colisión directa:** Ocurre cuando dos o más dispositivos con capacidad de mandar balizas (coordinador y/o routers) se encuentran dentro del rango de transmisión uno del otro y mandan la baliza aproximadamente al mismo tiempo. El nodo que recibe ambas balizas pierde la sincronización con el primer nodo que mandó la baliza, al producirse colisión de balizas.
- ❖ **Colisión indirecta:** En este caso los dispositivos con capacidad de mandar balizas no se escuchan (no están dentro del rango de transmisión respectivamente) pero el nodo que debe recibir las balizas sí se encuentra dentro del radio de acción de ambos nodos. Este dispositivo perderá la sincronización con ambos nodos por colisión de balizas.



**Fig.15:** Problema de colisión de balizas:(a) Colisión directa. (b) Colisión indirecta.

**Fuente:** <http://www.dei.isep.ipp.pt/~akoubaa/publications/ECRTS2007.pdf>

## 2.- Modo no balizado.

El coordinador adopta este modo de funcionamiento si carga las variables BO y SO con el valor 15 como ya se ha comentado. En este caso no hay balizas, ni slots temporales, ni sincronización alguna entre nodos. Simplemente, cuando un dispositivo debe enviar algo aplica el algoritmo CSMA-CA y trata de hacerse con el canal. Sólo los mensajes de confirmación de recepción (mensajes ACK) son mandados sin necesidad de competir por el canal. En esta situación no existen por tanto, reserva de tiempo para la transmisión de información en tiempo real, es decir, no existe GTS (Guaranteed Time Slot) intervalo de tiempo garantizado.

En este caso, tanto el coordinador como los routers existentes en la red deben permanecer en modo despiertos todo el tiempo, ya que desconocen cuándo un dispositivo final conectado a éstos les mandará datos. El dispositivo final sí podrá pasar al modo dormido y sólo se despertará cuando necesite mandar información y/o periódicamente para ver si existen datos con éste como destino. Para ello manda un mensaje de petición de datos cada vez que despierta y el coordinador o router del que depende responde en el caso que tenga información para él. Como se puede observar, este modo tiene un funcionamiento muy sencillo, pero a cambio el consumo energético del coordinador y routers es mucho mayor, por lo que se pierde eficiencia. [15]

### **Algoritmo CSMA-CA**

El algoritmo CSMA-CA es un elemento de acceso a diferentes canales, para esto el dispositivo que desea transmitir, previamente verifica que el canal no esté en uso por otro dispositivo. Si está libre comienza a transmitir. Hay transmisiones que se hacen sin verificación previa. Estas son.

- ❖ Transmisión de balizas
- ❖ Transmisión durante el período CFP (Contention Free Period) contención de periodo libre.
- ❖ Transmisión después de haber dado ACK a un comando de pedido de datos.

El uso del CSMA-CA tiene en cuenta si se está trabajando con supertrama o no. Si es el primer caso, el tiempo activo se divide en 16 ranuras iguales, entonces el tiempo de back off debe ser alineado para que caiga en el CAP. Este caso se llama CSMA-CA ranurado. Cuando no se trabaja con supertrama, no se necesita sincronizar el back off. Este caso se denomina CSMA-CA no ranurado.

Si varios dispositivos encuentran el canal ocupado, cada nodo espera un tiempo aleatorio antes de volver a pedir el canal con el fin de evitar colisiones. Un dispositivo en posesión del canal no lo libera hasta recibir la confirmación de recepción de su trama enviada. Por tanto, el proceso que sigue CSMA-CA se puede resumir, básicamente, en cuatro pasos:

- ❖ El dispositivo con intención de enviar datos, escucha el canal para ver si éste está libre.

- ❖ En caso de estar libre, envía la información. Si no lo está, espera un tiempo aleatorio antes de intentarlo de nuevo.
- ❖ Una vez enviada la información, espera la llegada de una confirmación de recepción con la que asegurarse que la transmisión se ha realizado con éxito.
- ❖ Tras esa confirmación, da la transmisión por concluida.

Existen dos versiones de este algoritmo, según se esté operando en modo balizado o en modo no balizado. Para el modo balizado se utiliza el método CSMA-CA ranurado mientras que para el modo no balizado se usa el método CSMA-CA no ranurado. La diferencia entre ambos mecanismos reside en la sincronización o no del tiempo de backoff con el balizado, siendo este tiempo de backoff la variable que define la periodicidad con la que se intenta acceder al medio. En el caso de CSMA-CA no ranurado, como no existe baliza alguna con la que sincronizarse, este tiempo de backoff se define de forma independiente para cada dispositivo.

El algoritmo CSMA-CA se basa en una unidad básica de tiempo denominada Backoff Period (BP o periodo de backoff) que se corresponde con el valor de la variable a Unit Backoff Period, normalmente igual a 80 bits (suponiendo que se opera a 2.4 GHz y, por tanto, a 250 Kbps, corresponde a 0.32 ms). Este algoritmo depende principalmente de tres variables: [15]

- ❖ Backoff Exponent (BE): determina el número de periodos de backoff que hay que esperar antes de volver a intentar hacerse con el canal tras un intento fallido. Este número suele ser aleatorio entre 0 y  $2BE$  para que cada dispositivo que se encuentre en esta situación espere un intervalo de tiempo distinto y así reducir otro posible intento con fallo.
- ❖ Contention Window (CW): representa el número de periodos de backoff (BP) que el canal debe permanecer sin actividad para que se considere libre y por tanto se pueda competir por él.
- ❖ Number of Backoff (NB): muestra el número de intentos que un dispositivo lleva acumulados para acceder al canal.

## Empaquetamiento y direccionamiento

En ZigBee, el empaquetamiento se realiza en cuatro tipos diferentes de paquetes básicos, los cuales son: datos, ACK, MAC y baliza. En la figura 16 se muestran los campos de los cuatro tipos de paquetes básicos.



**Fig.16** Campos de los cuatro tipos de paquetes básicos de ZigBee.

**Fuente:** <http://www.domodesk.com/a-fondo-zigbee>

Todas estas tramas tienen una estructura común que se lo puede observar en la figura 17 la cual especifica la estructura general de la trama MAC la cual está compuesta por:

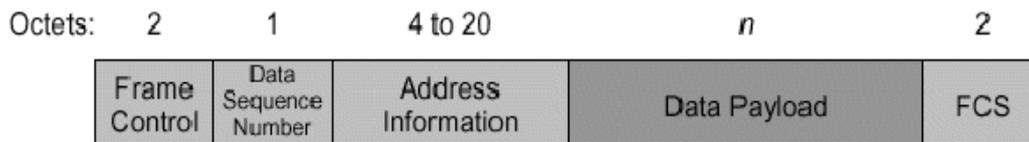
- ❖ MHR: Contiene información de control, número de secuencia, información de la dirección tanto de destino como de origen y un campo con datos sobre la seguridad utilizada.
- ❖ Carga útil: De tamaño variable con información específica del tipo de trama. Las tramas ACK no contienen este campo.
- ❖ MFR: Campo que contiene el FCS (Frame Check Sequence), código redundante para la detección de errores en la trama.

Octets: 2	1	0/2	0/2/8	0/2	0/2/8	0/5/6/10/ 14	variable	2
Frame Control	Sequence Number	Destination PAN Identifier	Destination Address	Source PAN Identifier	Source Address	Auxiliary Security Header	Frame Payload	FCS
							Addressing fields	
MHR							MAC Payload	MFR

**Fig.17:** Estructura general de Trama MAC

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>

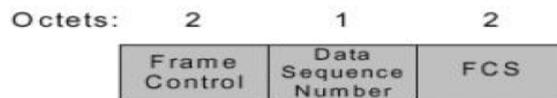
El paquete de datos como se muestra en la figura 18, tiene una carga de datos de hasta 104 bytes. La trama esta numerada para asegurar que todos los paquetes llegan a su destino. Un campo asegura que el paquete se ha recibido sin errores. Esta estructura aumenta la fiabilidad en condiciones complicadas de transmisión.



**Fig.18:** Tramas capa MAC. Empaquetamiento por trama de datos.

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>

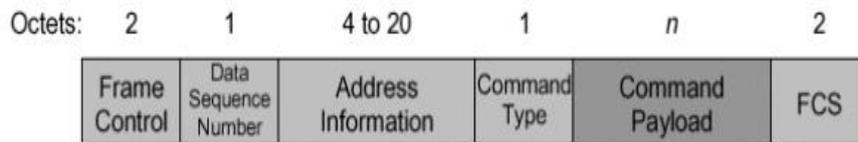
La estructura de los paquetes ACK, llamada también paquete de reconocimiento, es donde se realiza una realimentación desde el receptor al emisor, de esta manera se confirma que el paquete se ha recibido sin errores. Se puede incluir un tiempo de silencio entre tramas, para enviar un pequeño paquete después de la transmisión de cada paquete, en la figura 19 se indica el empaquetamiento a través de método de ACK.



**Fig.19:** Tramas capa MAC. Empaquetamiento por trama de ACK.

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>

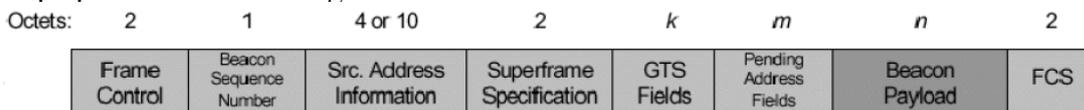
El paquete MAC, también denominado trama de comandos, se utiliza para el control remoto y la configuración de dispositivos/nodos. Una red centralizada utiliza este tipo de paquetes para configurar la red a distancia, en la figura 20 se aprecia lo antes expuesto.



**Fig.20:** Tramas capa MAC. Empaquetamiento por trama de comandos.

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>

El paquete baliza se encarga de “despertar” los dispositivos que “escuchan” y luego vuelven a “dormirse” si no reciben nada más. Estos paquetes son importantes para mantener todos los dispositivos y los nodos sincronizados, sin tener que gastar una gran cantidad de batería estando todo el tiempo encendidos. La figura 21 muestra los paquetes básicos de ZigBee en modo baliza.



**Fig.21:** Tramas capa MAC. Empaquetamiento por trama de baliza.

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>

Por otra parte, el direccionamiento es, a su vez, parte del nivel de aplicación. Un nodo está formado por un transceptor de radio compatible con el estándar 802.15.4 dónde se implementan dos mecanismos de acceso al canal y una o más descripciones de dispositivo que son colecciones de atributos que pueden consultarse o asignarse, o se pueden monitorear por medio de eventos. El transceptor es la base del direccionamiento, mientras que los dispositivos dentro de un nodo se identifican por medio de un end point (dispositivo final) numerado entre 1 y 240.

Los dispositivos se direccionan empleando 64-bits y un direccionamiento corto opcional de 16 bits. El campo de dirección incluido en MAC puede contener información de direccionamiento de ambos orígenes y destinos, necesarios para operar punto a punto. Este doble direccionamiento es usado para prevenir un fallo dentro de la red. Los dos mecanismos de acceso al canal que se implementan en Zigbee corresponden para redes con balizas y sin balizas. Para una red sin balizas, un estándar ALOHA CSMA-CA envía reconocimientos positivos para paquetes recibidos correctamente. En esta red, 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 escuchar la petición, o que el canal esté ocupado.

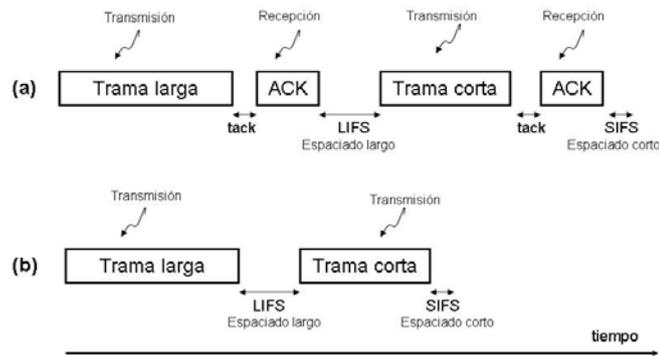
Este sistema se usa típicamente en los sistemas de seguridad, en los cuales sus dispositivos, sensores, detectores de movimiento o de rompimiento de cristales, duermen prácticamente todo el tiempo. Para que se les tenga en cuenta, estos elementos se "despiertan" de forma regular para anunciar que siguen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

En cambio, en una red con balizas, se usa una estructura de súper trama para controlar el acceso al canal, está súper trama es estudiada por el coordinador de red para transmitir tramas baliza cada ciertos intervalos, múltiples cada de 15.38 ms hasta cada 52 segundos. Esta estructura garantiza el ancho de banda dedicado y bajo consumo. El modo descrito es más recomendable cuando el coordinador de red trabaja con una batería. Los dispositivos que conforman la red, escuchan a dicho coordinador durante el denominado "balizamiento". 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.

### **Espaciado entre tramas**

El espacio entre tramas consiste en una espera que hace el transmisor entre tramas para que el receptor tenga tiempo de procesarlas. Se lo conoce como IFS (Interframe spacing). De acuerdo al largo del MPDU se realiza un IFS corto (SIFS: Short IFS) o largo (LIFS: Long IFS). Y existen dos formas de comunicación entre emisor y receptor del mensaje, esto es comunicación con confirmación (ACK: Acknowledge) o sin ella.

En la Figura 10 se ve un caso cuando se aplica ACK el IFS comienza luego de la recepción del ACK.

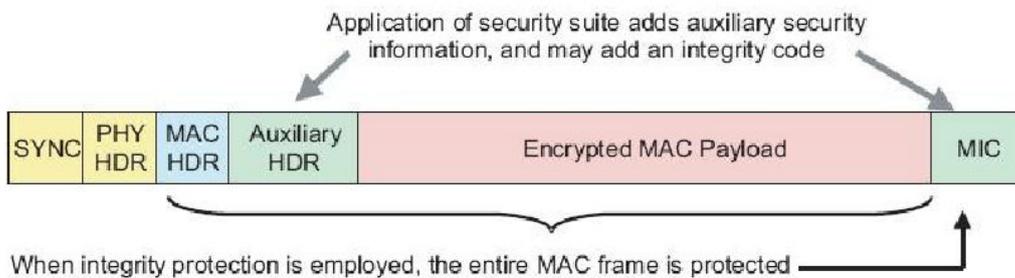


**Fig.22:** Espacio entre tramas: (a) trabajo con ACK, (b) trabajo sin ACK

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>

### Seguridad en la capa MAC

La capa MAC se encarga de la propia seguridad de sus tramas, aunque sean los niveles superiores los encargados de determinar el nivel de seguridad a utilizar. La figura 23 muestra los campos que tienen que ser incluidos en una trama MAC en los que se indica que se requiere seguridad:



**Fig.23:** Trama con seguridad en capa MAC.

**Fuente:** [http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe\\_ZigBee.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf)

### Capa de RED (NWK)

Esta capa actúa como interfaz entre la capa MAC y la capa aplicación, es la responsable de iniciar la red, unirse a la red, enrutar paquetes dirigidos a otros nodos en la red, proporcionar los medios para garantizar la entrega del paquete al destinatario final, filtrar paquetes recibidos, cifrarlos y autentificarlos. Por lo tanto, esta capa implementa seguridad y encamina tramas a sus respectivos destinos. Cabe destacar que la capa de

red del controlador de red es la responsable de crear una nueva red y asignar direcciones a los dispositivos de la misma.

### Formato de trama

Una trama de la capa de red sigue la siguiente estructura de trama como se observa en la figura 24 y a continuación se detalla sus componentes:

<b>Ocets: 2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0/8</b>	<b>0/8</b>	<b>0/1</b>	<b>Variable</b>	<b>Variable</b>
Frame control	Destination address	Source address	Radius	Sequence number	Destination IEEE Address	Source IEEE Address	Multicast control	Source route subframe	Frame payload
NWK Header									Payload

**Fig.24:** Formato de trama de la capa de red

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>

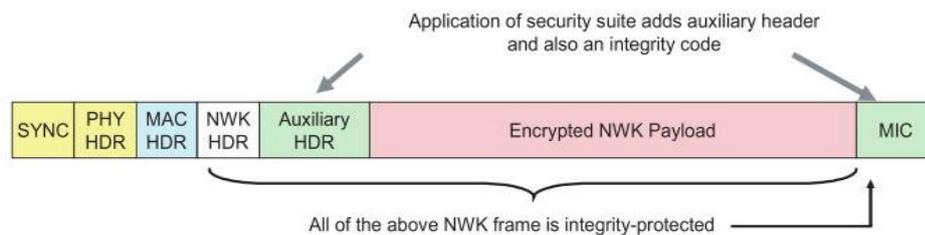
- ❖ Campo de control de trama (Frame Control): 16 bits que indican tipo de trama, versión de protocolo y si se emplea seguridad.
- ❖ Dirección destino y origen.
- ❖ Radio (Radius): cada vez que la trama pasa por un nodo se le resta uno al valor de este campo, la idea es limitar el número de saltos y por tanto evitar que una trama que no encuentra destino permanezca en la red indefinidamente.
- ❖ Número de secuencia (Sequence number): gracias al número de secuencia y a la dirección origen se puede identificar un trama de forma unívoca.
- ❖ Dirección IEEE destino y origen: campo opcional, su uso se indica en el campo de control de trama.
- ❖ Control de Multicasting (Multicast control): Define parámetros necesarios para la transmisión multicast. Uso opcional indicado en el campo control de trama.
- ❖ Subtrama de ruta origen (Source route subframe): campo opcional.
- ❖ Carga útil (Frame payload): con información de las capas superiores

En la capa de red existen dos tipos de direcciones, direcciones cortas 16 bits y direcciones largas de 64 bits. Cada dispositivo posee una única dirección IEEE que es asignada al dispositivo a la hora de fabricarlo y en la red se le asigna de forma dinámica

una dirección corta, única para dicha red, que se utilizará para todas las comunicaciones en las que forme parte el dispositivo. [16]

### Seguridad en la capa de red

Para dar seguridad a una trama originada en la capa de red, se hace uso del estándar de encriptación avanzada (AES, Advanced Encryption Standard) y se utiliza el modo CCM\*, variante del modo CCM (Counter with CBC-MAC). La capa de red es la responsable de realizar los pasos necesarios para asegurar la transmisión y recepción de tramas cuyo origen o destino sea esta capa. Las capas superiores controlan estas operaciones mediante la configuración de las claves apropiadas, contadores de tramas y establecimiento del nivel de seguridad a utilizar. En la figura 25 se puede observar en detalle el proceso que realiza la capa de red para asegurar tanto las tramas de transmisión como para certificar las tramas de recepción.



**Fig.25:** Trama ZigBee con seguridad a nivel de capa de red.

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>

### Modo CCM\* (Counter with CBC-MAC)

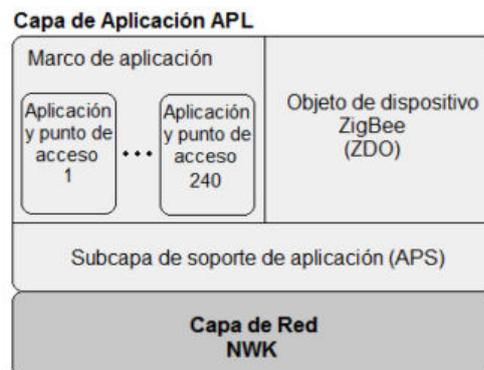
CCM\* es un modo de cifrado y autenticación de bloques. Usa bloques de encriptación de 128 bits basados en AES-128 (Advanced Encryption Standard). Es una variante de CCM en la que coincide en ofrecer autenticación y la posibilidad de encriptación, pero además soporta mensajes que sólo requieran encriptación. CCM\* se base en la combinación del modo contador para la encriptación con el modo de autenticación CBC-MAC. La idea principal es el uso de la misma clave para ambos modos, siempre que no exista colisión entre los valores utilizados en la codificación y los utilizados para la autenticación, es lo que se conoce como uso de claves simétricas por las que el destino y origen utilizan una misma clave para sus procesos de seguridad.

### Capa de soporte a la aplicación

La capa de soporte de aplicación es el siguiente nivel luego de la de red, se encarga de filtrar paquetes a nivel de aplicación, mantener la relación de grupos y dispositivos con los que la aplicación interactúa y simplificar el envío de datos a los diferentes nodos de la red. Las capas de red y de soporte a la aplicación son definidas por la ZigBee Alliance. [16]

### Capa de Aplicación

La capa de aplicación es determinada por los fabricantes, donde se encuentran los ZDO (ZigBee Device Objects) que se encargan de definir el papel del dispositivo en la red. Considerada como la capa de aplicación misma, esta se subdivide en la subcapa APS (Application Support), la subcapa ZDO (ZigBee Device Object) y los objetos de aplicación definidos por cada uno de los fabricantes, denominada AF (Application Framework), todas estas se observa en la figura 26.



**Fig.26:** Capa de aplicación (APL)

**Fuente:** [http://www.eccn.com/design\\_2013051710030484.htm](http://www.eccn.com/design_2013051710030484.htm)

A nivel de la capa de aplicación ZigBee se basa en la funcionalidad de perfil de aplicación en la cual crea para un grupo determinado de dispositivos que permite mandar y recibir comandos, pedir datos y lo más primordial procesar la información que recibe, con el clúster el cual indica la aplicación específica a la que se refiere los distintos comandos o acciones a ejecutar dentro de un determinada red.

## **Subcapas de la capa de aplicación.**

### **1.- Subcapa de soporte de aplicación (APS)**

La subcapa de soporte de aplicación es la que se encarga de encontrar a otros dispositivos que operen en el mismo espacio, proporcionando una interfaz entre la capa de red y la capa de aplicación a través de un conjunto de servicios para ser utilizados tanto por la subcapa ZDO como por AF. Además se caracteriza por los perfiles que posee para el intercambio de datos pudiendo ser estas:

- ❖ **Perfiles públicos:** Los perfiles públicos están especificados por el grupo Alianza ZigBee el cual determina la interoperabilidad entre dispositivos de distintos fabricantes.
- ❖ **Perfiles privados:** Los perfiles privados están especificados por un fabricante o un usuario en el cual sus aplicaciones específicas no pueden realizarse con un perfil público.

Entre las tareas que ejecutan los APS tenemos:

- ❖ Generación de PDU.
- ❖ Vinculación de dos o más dispositivos para el intercambio de mensajes.
- ❖ Habilidad para Filtrar direcciones el cual permite crear subgrupos dentro de la red.
- ❖ Segmentación y reensamblado de mensajes de longitud mayor a la carga útil de un mensaje simple de la capa de red conocido como fragmentación.
- ❖ Rechazar mensajes que entran por duplicado a la capa de aplicación.

### **2.- Subcapa marco de aplicación (AF)**

La subcapa de marco de aplicación es el entorno en sí, en el cual se gestionan las distintas aplicaciones definidas. El rango máximo de aplicaciones es de hasta 240 en un mismo dispositivo, que van desde los puntos de acceso 1 al 240. El punto de acceso 0 está reservado al nivel ZDO. Los puntos de acceso 241 al 254 se reservan para futuros usos y el 255 se utiliza para comunicaciones de tipo broadcast.

En esta subcapa también se definen los diferentes clusters que identificarán a cada una de las aplicaciones, denotados por el consiguiente ClusterID.

### 3.- Subcapa de Objeto de dispositivo ZigBee (ZDO)

La subcapa de objeto de dispositivo ZigBee es responsable de definir el rol específico de un dispositivo dentro de una red en concreto. Creados para simplificar el manejo de la red por las aplicaciones de los usuarios, que se ocupan del manejo de red y no del intercambio de datos específico de la aplicación.

Proveen de un conjunto de comandos y respuestas para:

- ❖ Realizar una exploración del canal.
- ❖ Descubrir dispositivos.
- ❖ Manejo de la potencia de transmisión.
- ❖ Inicialización de la subcapa APS, de la capa de red (NWK) y del proveedor de servicios de seguridad (SSP, Security Service Provider).
- ❖ Definición del tipo de dispositivo dentro de la red (coordinador, router o dispositivo final)
- ❖ Gestión de vínculos entre puntos de acceso.
- ❖ Asegurar conexiones seguras entre dispositivos.

#### Formato de trama de la capa de aplicación.

El formato de trama dentro de la capa de aplicación así como sus principales campos se puede observar en la figura 27, las cuales se detallaran a continuación:

Octets: 1	0/1	0/2	0/2	0/2	0/1	1	0/ Variable	Variable
Frame control	Destination endpoint	Group address	Cluster identifier	Profile identifier	Source endpoint	APS counter	Extended header	Frame payload
Addressing fields								
APS header								APS payload

**Fig. 27** Formato de trama de Aplicación

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.15.html>

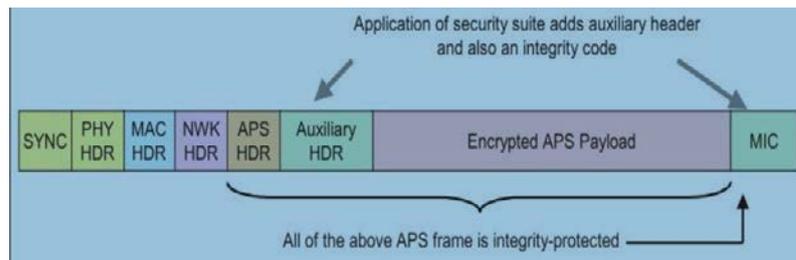
- ❖ **Campo de control de trama (Frame Control):** Campo formado por 8 bits que contiene información, este especifica si se utiliza seguridad, mensaje de confirmación ACK a nivel de aplicación y si se utiliza extensión de cabecera.
- ❖ **Dirección dispositivo destino (Destination end point):** En este campo contiene la dirección del dispositivo al que se dirige la trama.

- ❖ **Dirección de grupo (Group address):** Este campo indica la dirección del grupo de dispositivos al que se destina la trama. Si este campo tiene contenido, no tendrá el campo de punto de acceso destino ya que la trama se destinará a los puntos de acceso de los dispositivos pertenecientes al grupo señalado.
- ❖ **ClusterID (Cluster identifier):** Este campo indica el cluster y por tanto la aplicación a la que hace referencia el mensaje recibido.
- ❖ **PerfilID (Perfil identifier):** Campo que identifica el perfil de aplicación sobre el que se realiza la acción indicada en la trama.
- ❖ **Dirección dispositivo origen (Source endpoint):** Campo que define la dirección del dispositivo que manda la trama.
- ❖ **Contador APS (APS counter):** Campo que indica el número de trama enviada para evitar tramas duplicadas.
- ❖ **Extensión de cabecera (Extender header):** Este campo permite extender la funcionalidad de la cabecera.
- ❖ **Carga útil (Frame payload):** Campo que contiene la información de las capas inferiores.

### **Seguridad en la capa de aplicación.**

La capa de aplicación así como las capas inferiores necesita ser segura, este cuando recibe una trama quien se encarga de la seguridad de la misma es la subcapa APS quien realizara los procesos necesarios, dentro de los procesos es responsable de realizar los procedimientos de seguridad necesarios para transmitir y recibir tramas y de establecer y gestionar las claves encriptados. La capa APS permite basar la seguridad de las tramas en claves de red o claves de enlace, además provee de claves, el transporte de claves y la gestión de servicios a la ZDO y las aplicaciones.

En figura 28 se puede observar con detalle el procedimiento seguido por esta capa para realizar los procesos de seguridad, tanto en transmisión de tramas como en recepción de las mismas.



**Fig. 28** Trama ZigBee con seguridad a nivel de capa de aplicación.

**Fuente:** <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.15.html>

### Seguridad en ZigBee.

Al hablar de seguridad dentro de las redes inalámbricas en general estas son altamente vulnerables por una característica primordial conocido en el mundo de las redes, ya que estas no requieren un medio físico cableado para poder comunicarse entre sí. Como ya se ha mencionado estándar ZigBee está orientada hacia un mercado de bajo costo, es por eso que los sistemas de seguridad a implementar son más difíciles bajo este estándar, en ZigBee hay que tener en cuenta que no se conectan directamente a una base de datos es por eso que estos dispositivos deben ser capaces de gestionar los mecanismos de seguridad por sí mismos y no sobre pasar el tamaño de la cabecera.

La seguridad de los datos en una transmisión es el punto clave en el estándar ZigBee la seguridad de la subcapa MAC IEEE 802.15.4, la cual especifica 4 servicios de seguridad.

- ❖ Control de accesos: El dispositivo mantiene una lista de los dispositivos comprobados en la red.
- ❖ Datos Encriptados: Los cuales usan una encriptación con un código de 128 bits.
- ❖ Integración de tramas: Protegen los datos de ser modificados por otros.
- ❖ Secuencias de refresco: Comprueban que las tramas no han sido reemplazadas por otras. El controlador de red comprueba estas tramas de refresco y su valor, para ver si son las esperadas.

La red ZigBee debe tener particular cuidado, pues una red ad hoc puede ser accesible físicamente a cualquier dispositivo externo y el entorno de trabajo no se puede conocer de antemano. Para obtener mayor integridad y privacidad de la información que se está transmitiendo, es necesario poseer una encriptación en los mensajes, por lo cual ZigBee utiliza el algoritmo de encriptación AES (Advance Encryptin Standard) con claves de

16 bytes, a través de esta obtener un texto cifrado difícil de vulnerar. ZigBee utiliza un cifrado con una clave de código de 128 bits es decir  $2^{128}$  posibilidades de claves.

En el estándar ZigBee/802.15.4 usa tres tipos de claves las cuales se detallan a continuación:

- ❖ **Claves de enlace:** Las claves de enlace dotan de seguridad a las comunicaciones punto a punto a nivel de aplicación, la clave es conocida solo por dispositivos que interactúan en la comunicación.
- ❖ **Claves de red:** Las claves de red proveen de seguridad a nivel de red, todos los dispositivos dentro de una misma red deben compartir esta clave.
- ❖ **Claves maestro.** Esta clave es utilizada por dos dispositivos en el inicio de la comunicación para generar la clave de enlace. La clave maestro no se usa para encriptar tramas.

Para el estándar ZigBee se tiene dos modos de seguridad que se detalla a continuación:

- ❖ **Modo de seguridad estándar.** El modo estándar los dispositivos pertenecientes a la red y las diferentes claves pueden estar almacenadas dentro de cada uno de los distintos dispositivos, la seguridad no necesita una gran memoria para almacenar los datos relacionados con la seguridad de la red.
- ❖ **Modo de seguridad avanzado.** El modo avanzado el centro debe almacenar tanto las claves como el listado de dispositivos, así como de controlar las políticas de admisión. Conforme crezca el número de dispositivos asociados a la red, aumentarán los requerimientos de memoria del centro de seguridad. Solamente ZigBee PRO soporta este modo de seguridad.

La seguridad del estándar ZigBee también posee lo que es la autenticación de dispositivos así como la de datos.

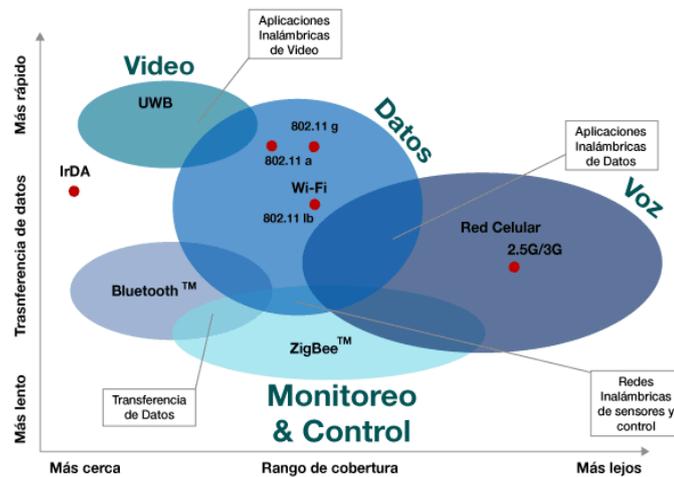
**Autenticación de Dispositivos:** La autenticación de dispositivos es la confirmación de un nuevo dispositivo en la red como auténtico. Al tener un nuevo dispositivo en la red esta tiene el estado de unido pero no auténtico en una red segura para esto el centro de la red deberá confirmar si el nuevo dispositivo es auténtico o no, si es el segundo caso se le pedirá que se retire de la red.

**Autenticación de Datos:** El propósito de autenticación de los datos es el proceso de asegurar las mismas y que no se altere durante la transmisión. Para esto el transmisor deberá usar una herramienta o código conocido como código de integridad de mensaje

MIC la cual genera métodos que solo conocen tanto en receptor como el transmisor, si otro dispositivo no posee la misma MIC los datos son considerados como no auténticos. El nivel de autenticidad de datos se incrementa al aumentar el número de bits en el MIC. La norma ZigBee y IEEE 802.15.4 soporte MIC de 32 bits, 64 bits y 128 bits. Dentro de la red cada dispositivo posee una dirección única capaz de relacionar con dos métodos de direccionamiento llamadas direccionamiento corto de 16 bits aplicable en una sola red su ventaja ahorrar memoria para almacenaje de direcciones y direccionamiento extendido de 64-bit este permite tener un rango de dispositivos en la red que es de  $2^{64}$ . La dirección corta se define en la capa de red y la dirección extendida se define en la capa MAC.

#### **2.4.9 ÁREAS DE APLICACIÓN.**

Al hablar del estándar ZigBee el grupo denominado ZigBee Alliance son quienes se encuentran desarrollando una infinidad de aplicaciones en las que se puede utilizar, como ya se mencionó con anterioridad ZigBee está diseñado para aplicaciones en las cuales se transmitan bytes esporádicamente, es por eso que el campo en el que predomina es en la domótica, ya que cubre las necesidades primordiales dentro del hogar. Pero con el desarrollo tecnológico que se tiene en la actualidad ZigBee está presente en otras aplicaciones en campos tan variados en el cual predomine el control y monitoreo como la medicina, agricultura, sistemas de seguridad, etc. Cabe recalcar que ZigBee compite con otras tecnologías inalámbricas que son más robustas ya consolidadas en el mercado, como Wi-Fi y Bluetooth, pero que no son completas es por eso que en la figura 29 se muestra los grupos de aplicaciones de algunos estándares, así mismo se puede observar en donde se fortalece la tecnología ZigBee.



**Fig. 29** ZigBee frente a otras tecnologías Inalámbricas.

**Fuente:** <http://sg.com.mx/content/view/310>

ZigBee resulta ser ideal para redes estáticas, escalables y con muchos dispositivos, con pocos requisitos de ancho de banda y uso infrecuente, y dónde se requiera una duración muy prolongada de la batería.

Dentro de los ambientes en donde predomina el estándar ZigBee podemos mencionar algunas entre las cuales tenemos:

❖ **ZigBee en la Salud:**

Uno de los ambientes en donde ZigBee predomina es en la salud, a través de esta permitirá nuevas formas de ayudar a las personas como en el seguimiento de enfermedades crónicas, supervisión personal, personal fitness. Todas estas permitirán llevar una vida más saludable e independiente. A través de estas aplicaciones se puede reducir los costos ofreciendo una variedad de servicios remotos de control de la salud promover el bienestar y la aptitud mientras que se reducen en los pacientes permanece sin afectar la comodidad o la movilidad de los pacientes.

❖ **ZigBee en la Agricultura**

Otro ambiente en donde ZigBee predomina es en la agricultura, ya que a través de esta se puede tener un control y monitoreo en grandes extensiones de terreno, galpones, jaulas de animales menores, criaderos de truchas, etc., en donde se pueden implementar cientos de nodos conectados para transmitir información, ya sea de temperatura, humedad, nivel de luz, radiación ultravioleta etc. Luego enviarlos a una central de

monitoreo para así transferir los datos hacia la internet para poder monitorear a distancia. [16]

#### 2.4.10 Comparación Básica de ZigBee con Otras Tecnologías.

Como ya se mencionó ZigBee opera en la banda libre ISM de 2.4 GHz, pero hay que recalcar que otros estándares comparten esta banda de frecuencia, es por eso que en la tabla 2 se puede observar algunas de las principales características de cada una de ellas:

**Tabla 2: Comparativa de ZigBee vs Bluetooth vs Wi-Fi.**

TECNOLOGÍA	ZigBee(WPAN)	Bluetooth(WLAN/WPAN)	Wi-Fi(WLAN)
Estándar	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11x
Aplicaciones	Monitoreo y control	Equipos móviles	Video, Web, Email
Alcance(metros)	1-100+	1-10+	1-100
Velocidad de Tx	20-250 Kbps	3Mbps	Hasta 54Mbps
Potencia Tx	Tx: 30mA	Tx: 40mA	Tx: >400Ma
Potencia Standby	Standby: 3µA	Standby: 0.2 mA	Standby: 20mA
Capacidad	Memoria 60kb	Memoria >100kb	Memoria >100kb
Soporte nodos/red	Nodos 65535	Nodos 8	Nodos 8

**Fuente:** <http://www.ekopl.net/tabla-comparativa/>

Bluetooth es un popular sistema de comunicación inalámbrico basado en el estándar IEEE 802.15.1. Este trabaja a una velocidad de transmisión de datos de 3 Mbps. Se puede percibir que Bluetooth y ZigBee tienen similares corrientes en transmisión, pero ZigBee tiene un recurso significativamente mejor, más baja corriente en standby. Esto es debido a que los dispositivos en redes Bluetooth deben dar información a la red frecuentemente para mantener la sincronización, así que no pueden pasarse fácilmente a modo "sleep". Wi-Fi requiere la actividad casi ininterrumpida de los dispositivos en la red. La ventaja de este estándar es la cantidad tremenda de datos que se pueden transferir, no obstante la corriente en transmisión y en standby es mucho mayor.

ZigBee brinda la flexibilidad de la conexión de redes en malla, la posibilidad de que los dispositivos se puedan dormir, un bajo consumo, bajo coste, etc. resultando idónea su implantación en redes de sensores inalámbricos.

## **2.5 MARCO CONCEPTUAL DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**

### **2.5.1 SEGURIDAD**

La seguridad se refiere a la ausencia de riesgos sea este personal o patrimonial, industrial, social, entre otras, la cual se ve limitada por varios factores que se vive a diario con la delincuencia, fallos de equipos entre otros que afectan de una o de otra forma según el campo de aplicación. [17]

#### **Tipos De Seguridad:**

El campo que abarca la seguridad es muy amplio no se tiene definido una clasificación fija, estas varían de acuerdo a las necesidades aquí algunos tipos de seguridades:

##### **a) Seguridad Manual**

Consiste en la aplicación de barreras físicas y procedimientos de control, como medidas de prevención y contramedidas ante amenazas a los recursos e información confidencial.

##### **b) Seguridad Inalámbrica.**

La seguridad inalámbrica es la protección en su propio medio contra robo o destrucción, con la aplicación de tecnologías Inalámbricas. La seguridad es lógica se basa, en gran medida, en la efectiva administración de los permisos y el control de acceso a los recursos informáticos, basados en la identificación, autenticación y autorización de accesos.

##### **c) Seguridad Personal**

La seguridad personal representa el saber cómo evitar ser víctima de un ataque individual o robo. [18]

### **2.5.2 NORMA**

Una norma son reglas que debe ser respetada que permiten ajustar ciertas conductas o actividades de acuerdo al área en la que se encuentre.

Las normas de seguridad en el hogar son las siguientes:

- ❖ Antes de poner en marcha un electrodoméstico nuevo, compruebe la potencia eléctrica contratada y lea las instrucciones del aparato.
- ❖ Si un aparato está derivado y da calambre, desenchúfelo inmediatamente y llame a un técnico.
- ❖ Si necesita manipular un electrodoméstico, desconéctelo previamente.
- ❖ No utilice nunca aparatos con cables pelados, clavijas rotas, bases de enchufe deterioradas o descolgadas de sus alveolos.
- ❖ Antes de desconectar un aparato eléctrico, compruebe que está bien seco.
- ❖ Para sustituir una bombilla fundida desconecte previamente el interruptor automático correspondiente.
- ❖ En la cocina procure utilizar los aparatos eléctricos lejos de la zona del fregadero.
- ❖ Evite hacer conexiones en enchufes múltiples.
- ❖ Como norma general de seguridad, tenga siempre bien iluminados los lugares de paso y zonas de trabajo. [19]

### **2.5.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN**

Las medidas de prevención son normas que se debe tener en diferentes áreas que garanticen el nivel de seguridad óptima dependiendo al lugar al que se enfoquen, adopte siempre que sea posible, cuantas medidas de seguridad sea necesario, aquí algunos casos de prevenciones:

Las medidas de prevención en el hogar son las siguientes:

- ❖ Evitar el ingreso de los niños a la cocina.
- ❖ Correctas instalaciones eléctricas.
- ❖ Instalación de manguera de conexión del cilindro de gas y la cocina para evitar fugas.
- ❖ No dejar velas encendidas ni colillas de tabacos.
- ❖ Desconectar sistemas de agua y electricidad si va a salir de casa por varios días.
- ❖ Poseer sistemas de seguridad que garanticen la misma, sea este personal o patrimonial.
- ❖ Poseer sistemas de seguridad que no sean llamativos.

- ❖ Alarmas.
- ❖ Cristales de seguridad.
- ❖ Verjas o rejas metálicas.
- ❖ Circuitos cerrados de TV.
- ❖ Control selectivo en puertas.
- ❖ Pulsadores antirrobo.
- ❖ Al ausentarse deje la radio puesta; si es de noche deje alguna luz encendida.
- ❖ No divulgue su ausencia.
- ❖ No deje señales visibles de que su vivienda está desocupada

Las medidas de prevención ante robos son las siguientes:

- ❖ Coloque apertura automática en la puerta de la calle con ello evitará intromisiones de personas que no le ofrezcan confianza.
- ❖ No usar la misma ruta de salida e ingreso de casa.
- ❖ Advertir a la Policía si va a salir de casa por varios días.
- ❖ Acudir a la policía si se va realizar depósitos de dinero para prevenir robos o asaltos.
- ❖ No caminar por sitios desolados ni estacionar los vehículos en sitios sospechosos.

Sin importar el tipo de delito, para poder prevenirlo debe adoptar tres medidas:

- ❖ Cambiar su forma de pensar.
- ❖ Dificultar el objetivo.
- ❖ Modificar sus conductas habituales. [20]

## **2.6 HIPÓTESIS**

El deficiente uso de la tecnología inalámbrica ZigBee, influye en la seguridad limitada de inmuebles residenciales unifamiliares del Caserío Tangaiche del cantón Ambato.

## **2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **Variable independiente:**

- ❖ Tecnología inalámbrica.

### **Variable dependiente:**

- ❖ Seguridad limitada.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 ENFOQUE**

La presente investigación se realizó bajo un enfoque cualitativo- cuantitativo, se dan estas dos modalidades porque es necesario conocer las necesidades de quienes habitan en el Caserío Tangaiche del cantón Ambato, acerca de las tecnologías aplicables en inmuebles, principalmente con un control inalámbrico que conlleve a obtener un nivel de seguridad adecuado, la cual permita reducir en algo la inseguridad del sector en estudio, a través de esta se tomó decisiones los cuales se analizaron y desarrollaron permitiendo obtener una solución adecuada ante los robos a inmuebles que se suscitan en el sector.

### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se desarrolló bajo las siguientes modalidades:

#### **3.2.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.**

Se realizó visitas al lugar de estudio para la recolección de datos e información que determine la realidad actual del sitio con respecto a la seguridad de la misma.

#### **3.2.2 BIBLIOGRÁFICA O DOCUMENTAL.**

Se realizó una búsqueda exhaustiva de documentación existente: estudios, especificaciones técnicas, perfiles del proyecto, informes, para comprender los antecedentes del sistema existente y compararlo con otros utilizados en temas similares, para la obtención de un trabajo óptimo, además se tomara en cuenta las investigaciones realizadas en internet.

### 3.2.3 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.

Con las muestras tomadas a más de los estudios bibliográficos desarrollados, se realizó las verificaciones pertinentes para el buen intercambio de información necesaria, que determinara las características técnicas de un adecuado sistema domótico con la aplicación de tecnología inalámbrica para reducir el índice de delincuencia en el Caserío Tangaiche, los mismos que fueron analizados utilizando métodos técnicos, formando juicios y tomando las medidas del caso para un óptimo trabajo.

### 3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación fue de tipo descriptiva, explicativa y exploratoria que permita determinar el problema actual del sitio a través de la observación, entrevista, etc. La cual conlleve a desarrollar aspectos primordiales como son:

- ❖ La realidad actual del sector.
- ❖ Niveles de inseguridad.
- ❖ Aceptación tecnológica.

### 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.

La investigación a desarrollarse está dirigida al Caserío Tangaiche de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato que fue efectuada con la participación de las familias quienes conforman el sector, motivo por el cual se considera una población enfocada a inmuebles de un total de 450. La muestra para la presente investigación se determinara mediante la ecuación 1 que se detalla a continuación.

$$n = \frac{m}{e^2(m-1)+1} \quad \text{Ecuación [1]}$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra.

m: Tamaño de la Población.

e: error admisible que es igual a 0.1.

El cálculo de la muestra es:  $N=81,96 \approx 82$

Es decir que 82 personas a las cuales se aplicó la encuesta para determinar la realidad del problema.

**3.5 Operacionalización de variables.** La operacionalización de variables se puede observar en las Tabla 3 y Tabla 4 tanto para la variable independiente como para la variable dependiente respectivamente.

**Tabla 3: Variable Independiente:** Tecnología inalámbrica.

CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS/ INSTRUMENTOS
La tecnología inalámbrica es la aplicación de tecnología que no requiere un medio físico de interconexión, es decir, sin cables, la cual permita obtener conexión de varios equipos entre sí, permitiendo obtener mayor comodidad y seguridad, así como el ahorro de consumo energético.	Tecnologías  Aplicaciones.  Inconvenientes	Espacio domótico.  Automatización.  Comodidad  Seguridad.  Ahorro energético.  Desconocimiento  Costos	¿Cree usted que la tecnología actual ayudaría a disminuir el índice delictivo en hogares?  ¿Conoce usted acerca de los beneficios que brindan un hogar digital?  ¿Ha escuchado hablar acerca de la tecnología enfocados a inmuebles residenciales?  ¿Le gustaría automatizar su hogar para la vigilancia de la misma?	Encuesta con un cuestionario a propietarios de inmuebles del Caserío Tangaiche del cantón Ambato.

**Desarrollado por:** Criollo Walter.

**Tabla 4: Variable Dependiente: Seguridad limitada.**

CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS/ INSTRUMENTOS
<p>La seguridad posee múltiples términos, su definición se refiere a la ausencia de riesgos sea este personal o patrimonial, la cual se ve limitada por varios factores que se vive a diario con la delincuencia, fallos de equipos entre otros.</p>	<p>Métodos de seguridad.</p> <p>Ausencia de riesgos.</p> <p>Condiciones de seguridad</p>	<p>Alcance</p> <p>Confiabilidad.</p> <p>Confort</p> <p>Seguridad</p> <p>Comunicación.</p> <p>Optima</p> <p>Deficiente</p> <p>Pésima</p>	<p>¿Cómo considera usted el nivel de seguridad en su barrio?</p> <p>¿Ha sido víctima de robo en su hogar?</p> <p>¿Considera usted que la seguridad actual de su hogar es óptima?</p> <p>¿Ha escuchado hablar o ha visto algún delito que involucre el robo a inmuebles en el sector donde vive?</p>	<p>Encuesta con un cuestionario a propietarios de inmuebles del Caserío Tangaiche del cantón Ambato.</p>

**Desarrollado por:** Criollo Walter

### **3.6 Recolección de información**

La recopilación de información se realizó aplicando métodos de observación y la realización de una encuesta de preguntas dirigida a los propietarios de los inmuebles ubicados en el sector de estudio, la misma fue realizada por el investigador.

### **3.7 Procesamiento y análisis**

Una vez que se ha obtenido la información apropiada para la investigación, esta formo parte de un proceso estadístico, el cual consistió en la tabulación de los datos, de forma ordenada y sistemática.

El análisis de los resultados se presentó en cuadros estadísticos destacando las tendencias o relaciones fundamentadas de acuerdo al objetivo y las variables de la hipótesis encontrada.

La revisión y la codificación de los resultados permitió detectar los errores, omisiones y eliminar respuestas contradictorias y organizando para facilitar la tabulación.

## **CAPÍTULO IV**

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

#### **4.1 Análisis de Resultados**

##### **4.1.1 Introducción.**

En la actualidad el Caserío Tangaiche del Cantón Ambato así como otros caseríos, parroquias, residenciales, empresas, hoteles y público en general dentro y fuera de la provincia, afrontan una gran problemática que es el índice delictivo que va en aumento a diario. Es por eso que adquirir sistemas de seguridad para protección se hace primordial, además es prioridad automatizar el hogar y mediante esta permita reducir en algo los índices de robos a viviendas.

En el presente trabajo de investigación para una correcta determinación del verdadero problema que afronta el sector en cuanto a la seguridad se ha considerado dos técnicas primordiales con el objetivo de adquirir la información necesaria, la cual permita identificar y determinar las necesidades del sector para una mayor seguridad en sus hogares. Estas técnicas son la encuesta y la observación directa.

La encuesta fue realizada a propietarios de inmuebles en el sector antes mencionado, los mismos que brindaron total apertura y colaboración para responder a las preguntas y proporcionar información de la situación actual del sector así como la de sus respectivos hogares.

#### 4.1.2 Análisis de la encuesta realizada.

La información recopilada en el sector se lo realizo a 82 personas, los datos que se obtuvieron fueron tabulada y analizada de manera sistemática de acuerdo a las interrogantes planteadas, los datos fueron interpretados estadísticamente para obtener resultados confiables. Para lo cual se utilizó el programa de Excel 2010, ya que es un programa en la cual se puede realizar cuadros y gráficos en el cual se puede distinguir de una forma clara y precisa las respuestas obtenidas en la encuesta.

#### Pregunta 1. ¿Considera usted que la seguridad actual de su hogar es óptima?

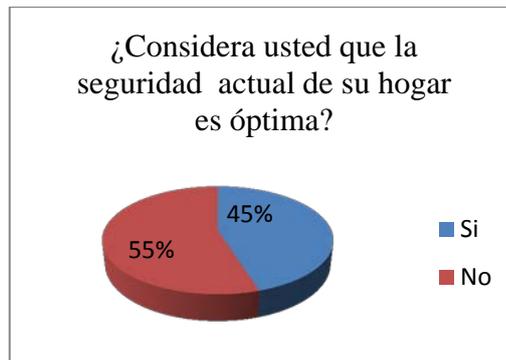
SI ( )

NO ( )

**Tabla 5:** Análisis de resultados Pregunta 1. ¿Considera usted que la seguridad actual de su hogar es óptima?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Si	37	45%
No	45	55%
Total	82	100%

**Elaborado por:** Criollo Walter



**Fig.30:** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 1. ¿Considera usted que la seguridad actual de su hogar es óptima?

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Criollo Walter

### Análisis.

En esta pregunta el 45 % de los encuestados indican que la seguridad en sus hogares es óptima, mientras que el 55 % de los encuestados manifiesta que el nivel de seguridad no es óptimo.

### Interpretación.

El caserío Tangaiche del cantón Ambato no cuenta con sistemas que garanticen la seguridad de las viviendas es por eso que es necesario mejorar los niveles de las mismas. Además con la observación directa se comprobó que la seguridad en sus hogares la mayor parte de las viviendas no posee óptimos niveles de seguridad y si las poseen estas son construidas de forma empírica.

### Pregunta 2. ¿Ha sido víctima de robo en su hogar?

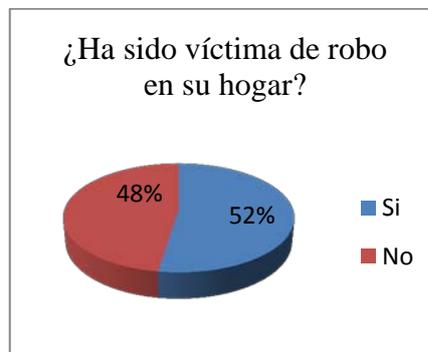
SI ( )

NO ( )

**Tabla 6:** Análisis de resultados Pregunta 2. ¿Ha sido víctima de robo en su hogar?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Si	43	52%
No	39	48%
Total	82	100%

**Elaborado por:** Criollo Walter



**Fig.31:** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 2. ¿Ha sido víctima de robo en su hogar?

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Criollo Walter

### Análisis.

En esta pregunta de los resultados obtenidos el 52% de los encuestados manifiesta que han sido víctima de robos en sus hogares y el 48% manifiestan que no ha sido víctimas de robos en sus hogares.

### Interpretación.

Se puede determinar que los robos a domicilios son elevados, además los encuestados que manifestaron que no fueron víctimas de sustracciones manifiestan que la inseguridad en sus hogares es cosa de todos los días, pero se podría reducir si se realizara sistemas adecuados para la seguridad en viviendas que contribuyan a reducir el índice de robos en el sector.

### Pregunta 3. ¿Cree usted que la tecnología actual ayudaría a disminuir el índice delictivo en hogares?

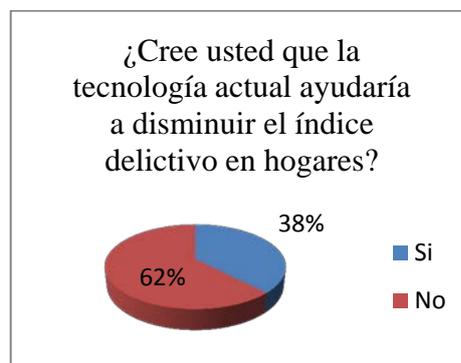
SI ( )

NO ( )

**Tabla 7:** Análisis de resultados Pregunta 3. ¿Cree usted que la tecnología actual ayudaría a disminuir el índice delictivo en hogares?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Si	31	38%
No	51	62%
Total	82	100%

**Elaborado por:** Criollo Walter



**Fig.32:** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 3. ¿Cree usted que la tecnología actual ayudaría a disminuir el índice delictivo en hogares?

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Criollo Walter

### **Análisis.**

En esta pregunta de los resultados obtenidos el 38% de los encuestados manifiestan que la tecnología actual es necesaria para la protección del hogar y el 62% manifiestan que no es necesaria la tecnología actual en sus hogares.

### **Interpretación.**

Como se puede observar de los datos obtenidos de la pregunta número 3, son pocas las personas que manifiestan que la tecnología que se tiene en la actualidad son necesarias para reducir el índice delictivo de sus hogares, otras personas del total no ven necesario la tecnología actual en sus hogares y no ven las ventajas que ofrecen en la seguridad a través de la automatización de sus viviendas.

### **Pregunta 4. ¿Cómo considera usted el nivel de seguridad en su barrio?**

BUENA ( )            MALA ( )            PÉSIMA ( )

**Tabla 8:** Análisis de resultados Pregunta 4. ¿Cómo considera usted el nivel de seguridad en su barrio?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Buena	42	51%
Mala	26	32%
Pésima	14	17%
Total	82	100%

**Elaborado por:** Criollo Walter



**Fig.33:** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 4. ¿Cómo considera usted el nivel de seguridad en su barrio?

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Criollo Walter

#### **Análisis.**

El 51% de los encuestados manifiestan que la seguridad en el sector es buena, mientras que el 32% indica que es mala y el 17% indica que es pésima.

#### **Interpretación.**

Existen un número de personas que creen que la seguridad en su barrio no es buena, el cual provoca la preocupación a la hora de dejar sus viviendas, es por eso que estas buscan en forma personal asegurar las mismas para que la delincuencia no haga de la suya en sus respectivos hogares y no haya pérdidas económicas ni personales.

**Pregunta 5. ¿Ha escuchado hablar o ha visto algún delito que involucre el robo a inmuebles en el sector donde vive?**

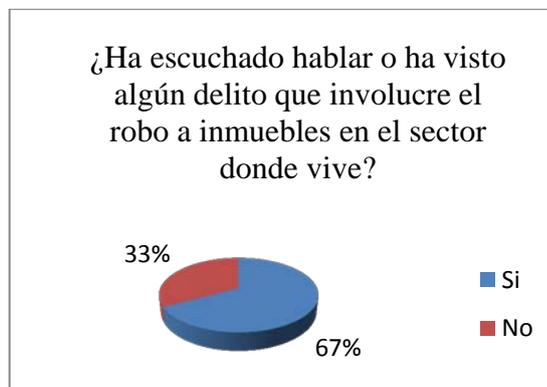
SI ( )

NO ( )

**Tabla 9:** Análisis de resultados Pregunta 5. ¿Ha escuchado hablar o ha visto algún delito que involucre el robo a inmuebles en el sector donde vive?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Si	55	67%
No	27	33%
Total	82	100%

**Elaborado por:** Criollo Walter



**Fig.34:** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 5. ¿Ha escuchado hablar o ha visto algún delito que involucre el robo a inmuebles en el sector donde vive?

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Criollo Walter

### **Análisis.**

En esta pregunta el 67% de los encuestados manifiesta que visto o ha escuchado el robo de viviendas en el sector, mientras que el 33% manifiestan no han presenciado o no han escuchado algún delito.

### Interpretación.

El no poseer sistemas adecuados que garanticen la seguridad de las viviendas provoca en las personas inseguridad a la hora de salir de sus hogares ya que el sector ha sido el escenario de varios delitos provocando pérdidas económicas.

### Pregunta 6. ¿Ha escuchado hablar acerca de la tecnología inalámbrica enfocados a inmuebles residenciales?

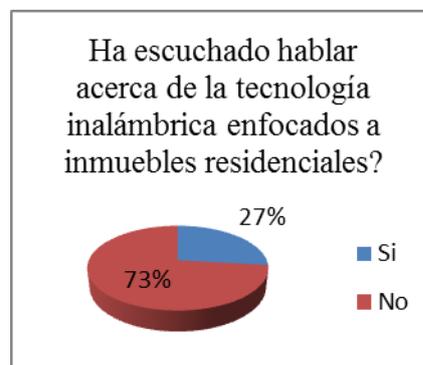
SI ( )

NO ( )

**Tabla 10:** Análisis de resultados Pregunta 6. ¿Ha escuchado hablar acerca de la tecnología inalámbrica enfocados a inmuebles residenciales?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Si	22	27%
No	60	73%
Total	82	100%

**Elaborado por:** Criollo Walter



**Fig.35:** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 6. ¿Ha escuchado hablar acerca de la tecnología inalámbrica enfocados a inmuebles residenciales?

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Criollo Walter

### Análisis.

De las personas encuestadas el 27% manifiestan haber escuchado la aplicación de tecnología inalámbrica para inmuebles, mientras que el 73% no tiene conocimiento de esta y las ventajas que proporcionan.

### Interpretación.

Se observó que la mayoría de las personas encuestadas no poseen conocimiento de la tecnología inalámbrica enfocada a hogares, es por eso infundir las ventajas que esta tecnología proporciona a la hora de proteger sus respectivas viviendas.

### Pregunta 7. ¿Conoce usted acerca de los beneficios que brindan un hogar digital?

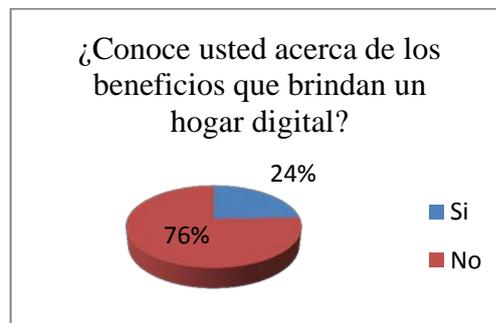
SI ( )

NO ( )

**Tabla 11:** Análisis de resultados Pregunta 7. ¿Conoce usted acerca de los beneficios que brindan un hogar digital?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Si	20	24%
No	62	76%
Total	82	100%

**Elaborado por:** Criollo Walter



**Fig.36:** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 7. ¿Conoce usted acerca de los beneficios que brindan un hogar digital?

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Criollo Walter

**Análisis.**

Del total de personas encuestadas el 76% manifiestan no conocer el termino de hogar digital y peor aún sus beneficios, mientras que el 24% revela conocer los beneficios del hogar digital.

**Interpretación.**

Se puede observar que existe un porcentaje elevado de personas que no conocen los beneficios del hogar digital y las ventajas que proporciona a la hora de proteger sus hogares

**Pregunta 8. ¿Le gustaría automatizar su hogar para la vigilancia de la misma?**

SI ( )

NO ( )

**Tabla 12:** Análisis de resultados Pregunta 8. ¿Le gustaría automatizar su hogar para la vigilancia de la misma?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Si	61	74%
No	21	26%
Total	82	100%

**Elaborado por:** Criollo Walter



**Fig.37:** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 8. ¿Le gustaría automatizar su hogar para la vigilancia de la misma?

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Criollo Walter

### **Análisis.**

El 74% de las personas encuestadas manifiesta que quieren automatizar sus hogares, mientras que el 26% no está de acuerdo en automatizar sus hogares.

### **Interpretación.**

Se puede observar en la encuesta que la mayor parte de las personas están de acuerdo en automatizar sus hogares y así poder incrementar la seguridad de las mismas para no ser víctimas de la delincuencia a futuro.

### **4.2 Análisis e Interpretación.**

En el Caserío Tangaiche del Cantón Ambato, en la actualidad el factor inseguridad ha crecido debido a los robos que se suscitan en el sector, principalmente en las viviendas que no cuentan con sistemas de seguridad adecuados para un control necesario del hogar, creando malestar en los propietarios de las mismas, por no poseer un sistema que garantice la seguridad debido a la falta de conocimiento de nuevas formas o soluciones que involucren la automatización mediante tecnologías que en la actualidad existen principalmente para el control y monitoreo del hogar a través de métodos físicos y electrónicos con la aplicación de sensores.

Poseer un sistema de seguridad es inevitable a la hora de proteger el hogar, más aun si esta garantiza una solución que involucre avances tecnológicos que ayuden a disminuir el índice delictivo en las viviendas, pero factores como desconocimiento, costos, cultura negativa, entre otros, la capacidad de aplicarlos se ha visto mermado principalmente para aquellas tecnologías en las cuales permiten automatizar el hogar.

En el Caserío Tangaiche, los inmuebles poseen sistemas de seguridad que en muchos de los casos son improvisados como: cerramientos bajos, ventanas y puertas sin protección entre otras que no proveen de un nivel de seguridad apropiado de la vivienda.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

De las encuestas realizadas se obtuvo las siguientes conclusiones.

- ❖ La seguridad de las viviendas en el caserío Tangaiche del cantón Ambato es limitada. Lo cual ha provocado una serie de delitos como los robos a domicilios en el sector provocando pérdidas económicas, la cual ha generado el malestar entre sus habitantes.
  
- ❖ De los datos obtenidos en la encuesta y de la observación directa se comprobó que la forma de protección de las viviendas no cuenta con las seguridades adecuadas para el efecto, siendo estas inestables y vulnerables a la hora de proteger el hogar, creando inseguridad para resguardar sus bienes y la integridad de su familia.
  
- ❖ La falta de conocimientos acerca de la tecnología actual enfocadas a inmuebles en el sector es grande, pero a pesar de este desconocimiento a través de la explicación de las ventajas que proporciona un sistema automático para el hogar, las personas han considerado una gran ventaja de estas a la hora de proteger sus viviendas y así poder reducir el índice de inseguridad en el sector.

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

- ❖ Para mejorar la seguridad de las viviendas en el sector se recomienda analizar nuevas formas de control dentro y fuera de la vivienda a través de la automatización, lo cual permita reducir la inseguridad en el sector.
  
- ❖ Se recomienda nuevas formas o sistemas adecuados de seguridad que permita realizar esta tarea de forma eficiente y así poder resguardar los bienes y la protección de la familia y que no influya en pérdidas económicas.
  
- ❖ Se recomienda automatizar el hogar a través de tecnologías de última generación en los cuales implique la aplicación de tecnología inalámbrica adecuada, en la cual se pueda monitorear y controlar sensores incorporados en lugares estratégicos dentro de la vivienda, de esta manera evitar el incremento de robos en el sector y que los propietarios de inmuebles en el sector no sigan sufriendo pérdidas económicas por no contar con un sistema adecuado de protección en sus hogares.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS.**

**a. Tema de la Propuesta.**

Aplicación de tecnología inalámbrica ZigBee en inmuebles residenciales y su incidencia en la seguridad en el Caserío Tangaiche del Cantón Ambato.

**b. Institución Ejecutora.**

- ❖ **Institución Educativa:** Universidad Técnica de Ambato
- ❖ **Nombre de la Institución:** Caserío Tangaiche del cantón Ambato
- ❖ **Tipo de Organización:** Privada
- ❖ **Departamento:** Automatización

**c. Beneficiarios**

Destinado a propietarios de inmuebles del caserío Tangaiche del Cantón Ambato.

**d. Ubicación**

- ❖ **Provincia:** Tungurahua
- ❖ **Cantón:** Ambato
- ❖ **Dirección:** Caserío Tangaiche

**e. Responsabilidad a cargo de:**

**Tutor:** Ing. Marco Jurado Lozada. M. Sc.

**Investigador:** Criollo Paredes Walter Ivan.

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.**

Una vez realizado la recolección de información en el caserío Tangaiche del cantón Ambato, para determinar el nivel de seguridad y la aplicación de tecnología actual a través de la automatización en los hogares del sector en mención, mediante una encuesta realizado con los propietarios de los inmuebles del sector y la observación directa, se comprobó que los sistemas actuales de seguridad son realizados de manera empírica o en peor de los casos no las poseen, las cuales son construidos sin tomar en cuenta las normas y prevenciones adecuadas, las cuales determinen un sistema de seguridad óptimos para el hogar así como para el sector. Además esto se puede determinar por los constantes robos hacia el sector la cual provocan pérdidas económicas.

Por lo cual el Investigador ha visto en la necesidad de implementar sistemas adecuados de seguridad que cumplan con las principales prevenciones y normas establecidas para el efecto.

Un sistema domótico con la aplicación de tecnología inalámbrica permitirá automatizar el hogar, el cual permita dar un sistema de seguridad que podrá ser controlada por el usuario o dueño de la vivienda con la finalidad de proteger su hogar y la del sector, mediante esta reducir el índice de robos en el sector.

## **6.3 JUSTIFICACIÓN:**

A través de la entrevista y la observación directa hacia el sector antes mencionado demuestran que se tiene un deficiente control y una inadecuada forma de vigilancia en los hogares, lo cual implica la inseguridad y en la necesidad de adquirir sistemas que garanticen la seguridad de los inmuebles, lo cual conlleva a la necesidad de diseñar sistemas óptimos que garanticen el control del hogar.

La presente propuesta de investigación garantizara una forma fácil y rápida de mejorar la seguridad del hogar de manera segura a través de un control ya sea esta de forma local o remota, mediante un sistema domótico con la aplicación de tecnología inalámbrica ZigBee que proporcionara grandes beneficios y ventajas frente a la vivienda habitual, por lo cual las razones principales de instalar un sistema electrónico

inteligente en la vivienda son por las características que ofrecen como son la seguridad, comodidad y el ahorro energético, entre otras.

La propuesta de diseñar un sistema de seguridad con la aplicación de la tecnología inalámbrica ZigBee para el mejoramiento en el control de hogares se puede justificar desde varios puntos de vista una de estas son los riesgos y amenazas que generan la delincuencia. La seguridad ciudadana y del hogar es un factor importante en la vida actual y cotidiana por tener un enemigo real y potencial como son el crimen organizado y la delincuencia común en todas sus modalidades, pandillaje, tráfico de drogas y otras que cada día va en aumento por causas del desempleo, la desocupación, la pobreza, las influencias negativas, así como en la pérdida de los principios éticos y morales en las personas, entre otras.

Otro punto de vista es el crecimiento actual del sector y en la necesidad de buscar el mejoramiento del nivel de seguridad y confort de las viviendas, los dueños de las viviendas enfrentan una alta probabilidad de intrusión teniendo una gran cantidad de personas que conviven a su alrededor.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

- ❖ Implementar un prototipo de sistema electrónico que permita controlar y manipular dispositivos de seguridad apropiados dentro y alrededor de la vivienda con la aplicación de la tecnología inalámbrica ZigBee.

### **ESPECÍFICO:**

- ❖ Analizar los principales parámetros de los módulos de transmisión y recepción ZigBee para la selección de la misma, que permita la transmisión de datos de diferentes dispositivos de seguridad acoplados en el sistema.
- ❖ Determinar que topología de red se adapta mejor en la transmisión y recepción de datos de diferentes dispositivos de seguridad dentro de la vivienda de forma inalámbrica.
- ❖ Diseñar un sistema de control que permita al usuario el manejo de diferentes dispositivos electrónicos para su activación/desactivación con la aplicación de tecnología inalámbrica ZigBee.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

El diseño de un sistema electrónico con tecnología Inalámbrica ZigBee que permita brindar seguridad enfocados a inmuebles es factible, puesto que en el diseño de las mismas se emplea componentes de bajo costo, que se los encuentra fácilmente en el mercado local. El cual aportará al desarrollo tecnológico y a la automatización de equipos y sistemas de seguridad dentro del hogar, por lo cual la necesidad de que dichos sistemas cumplan con las normas y estándares establecidos para el efecto. Estas se han clasificado en diferentes ámbitos entre las cuales tenemos:

### **a. Factibilidad Técnica**

La propuesta planteada sobre el sistema electrónico con tecnología ZigBee, que permita brindar seguridad a los hogares, es factible de realizarla desde el punto de vista técnico, por cuanto los equipos y recursos tecnológicos necesarios, existen en el mercado local

y son de fácil acceso para cualquier empresa o persona natural, además cabe recalcar que se aplica la tecnología actual la cual posee consumos energéticos bajos, amigable con el usuario y el medio ambiente y lo más primordial cuenta con alto grado de seguridad en la implementación del sistema.

#### **b. Factibilidad Operativa**

Desde el punto de vista operativo la propuesta es factible debido a que se desarrollara un modelo a escala para la demostración del funcionamiento, por ende se cuenta con la infraestructura física y tecnológica adecuada de fácil acceso y no producirá malestar al realizar la demostración de la investigación. Adicionalmente se cuenta con personal capacitado que será el encargado de realizar un sistema óptimo para funcionamiento del sistema.

#### **c. Factibilidad Económica**

La propuesta de un sistema electrónico con tecnología ZigBee para protección de inmuebles, es factible desde el punto de vista económico por que los materiales e infraestructura tecnológica utilizada para la presente investigación son de bajo costo.

#### **d. Factibilidad Científica**

La presente propuesta es viable ya que se posee la documentación necesaria, que se lo puede conseguir de forma fácil en libros de electrónica, revistas técnicas, manuales de cada uno de los elementos a utilizar, internet, etc...

### **6.6 ESTUDIO TÉCNICO**

El presente estudio se realizó atendiendo a la información emanada del estudio de mercado, su importancia radica en obtener información de los factores productivos que debe contener una nueva unidad económica, en relación a la tecnología, magnitud de los costos de producción, recursos humanos y financieros, disponibilidad de materias primas e insumos, etc., todo ello con la finalidad de demostrar que tecnológicamente es factible realizar el proyecto que se pretende implementar

Los costos de inversión tienen que ver tanto con los costos de los sistemas de protección y su respectiva instalación, como el costo que representa el diseño como tal. En este

caso específico, se da a conocer características ventajas y desventajas, así como los precios de los materiales y la instalación de los mismos.

Es importante notar que los precios de materiales y equipos, varían debido a los cambios de precios que se producen en el mercado nacional e internacional, por lo que los precios presentados tienen el carácter de referenciales.

Las tablas que se irán presentando en la presente investigación están elaboradas con los precios vigentes mayo- noviembre del 2013. Los mismos que para efectos de financiamiento se deberá realizar una revisión de los precios.

Es necesario recalcar que el diseño de un sistema electrónica con aplicación de tecnología inalámbrica ZigBee, como las recomendaciones hechas al sistema de protección en el hogar, son consideradas como urgentes para que no incidan en pérdidas económicas así como en la integridad de personas quienes habitan la vivienda o simplemente como una manera de proteger la misma ante cualquier eventualidad.

## **6.7 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.7.1 Sistemas Inteligentes**

Con el pasar de los años no es de sorprenderse acerca de los avances tecnológicos, estas han permitido desarrollar un sinnúmero de aplicaciones que permiten controlar la vivienda de forma inalámbrica pudiendo ser esta local o remota, o las dos a la vez de cualquier dispositivo electrónico dentro del hogar, los sistemas inteligentes son sistemas y métodos que simulan el comportamiento inteligente con la finalidad de diseñar y construir arquitecturas más automatizadas.

Un sistema inteligente deberá poseer una red de comunicación que permitirá la interconexión de varios dispositivos y sistemas de iluminación, alarmas, sensores entre otras que podrán ser controladas a través de varios dispositivos como pueden ser la PC, interruptor, teclado, celular, etc. De acuerdo a la preferencia del usuario.

Estos sistemas inteligentes deberán ser un integrador que permita administrar una serie de servicios en cuanto a la seguridad se refiere como el control de sensores dentro de la vivienda.

## **Beneficios de los Sistemas Inteligentes.**

Como ya se mencionó los sistemas inteligentes se refieren a sistemas que automatizan una serie de aplicaciones dentro y fuera de las instalaciones del hogar sin requerir el aporte de la persona. Esto beneficia a la persona a reducir gastos y hacerle la vida más fácil a quienes la habitan. Además se obtiene una serie de aplicaciones que ofrecen flexibilidad, versatilidad y adaptabilidad a cualquier necesidad. Los sistemas inteligentes son aplicables en apartamentos, viviendas en general, bibliotecas, centros educativos, centros comerciales, entre otras instalaciones que requieran la automatización de las mismas.

## **Tipos de Sistemas Inteligentes**

Los sistemas inteligentes se dividen en dos grandes grupos el sistema inmótico y el sistema domótico.

### **a. Sistema Inmótico.**

Al hablar de sistemas inmóticos, este se refiere a sistemas inteligentes diseñados exclusivamente para edificios de uso industrial o terciarios como hoteles, edificios corporativos, oficinas, etc. El cual será implementado para controlar elementos que mejoren el servicio ofrecidos a los ocupantes, como pueden ser el manejo efectivo de luces, aire acondicionado, control de alarmas, control de acceso, sistemas de monitoreo entre otras.

### **Ventajas:**

Entre las ventajas que proporciona un sistema inmótico se tiene:

- ❖ Alarmas técnicas.
- ❖ Servicios dedicados a varias personas.
- ❖ Ahorro en mantenimiento.
- ❖ Supervisión de eventos en tiempo real.
- ❖ Supervisar el consumo eléctrico.
- ❖ Ahorro energético.

- ❖ Personas autorizadas acceden al sistema. Desde cualquier parte del mundo. Etc.

### **b. Sistema Domótico.**

Al hablar de un sistema domótico, este se refiere a sistemas inteligentes que bajo una misma central gestiona los servicios de una vivienda para el aprovechamiento de todo lo instalado. El Sistema Domótico difiere del Inmótico no sólo en escala, sino también en su función principal, ya que el sistema Inmótico se enfoca en la descentralización, y dar un mejor servicio a sus usuarios.

#### **Ventajas:**

Entre las ventajas que proporciona un sistema domótico se tiene:

- ❖ Se enfoca a una sola persona dueño del inmueble.
- ❖ Control de sensores, aparatos eléctricos, iluminación, etc.
- ❖ Se puede personalizar de acuerdo a las necesidades y preferencias del usuario.
- ❖ Ahorro en instalación.
- ❖ Cómodo, seguro, así como seriedad y responsabilidad.

### **6.7.2 Seguridad**

La seguridad en el hogar a través de sistemas inteligentes constituye en la actualidad un bien cada vez más demandado por los usuarios, por lo cual se busca la integración de la tecnología con sistemas de seguridad acoplados dentro de un sistema domótico.

Al hablar de seguridad se deberá tener en cuenta sistemas que cumplan con los requisitos mínimos para asegurar a los habitantes de la vivienda y así evitar riesgos, accidentes y robos dentro de las mismas para esto se deberá cumplir con requerimientos de seguridad a través de:

**Sistemas Antirrobo:** Los sistemas antirrobo deben poseer la capacidad de detectar la intrusión no deseada en la vivienda de personas ajenas activando un sistema de alarmas como son sonoras, parpadeo de luces, llamadas celular entre otras.

**Simulación de Presencia:** La simulación de presencia se hace primordial a la hora de dejar el hogar por varios días ya sea por trabajo, paseos, etc. Es por eso que se debe incorporar un sistema el cual simule la actividad de personas dentro del hogar, por ello se debe incorporar al sistema de alarma un control de encendido aleatorio de diversas luces o dispositivos electrónicos como radios, los cuales se basaran en función de la programación que se realizara de acuerdo a las actividades cotidianas que se realiza cuando se está en la vivienda.

**Detección de Incendios:** La detección de riesgos de incendios constituyen como parte primordial para la protección de bienes así como los riesgos personales, es por eso que se debe acoplar sensores que en caso de eventualidades de incendio activen alarmas sonoras, encendido de luces de emergencia, realizar llamadas telefónicas el cual alerte al propietario de la vivienda del posible riesgo y tome acciones adecuadas.

**Sistema Anti-pánico:** Este sistema se deberá activar manualmente ante cualquier eventualidad inesperada dentro del hogar, este deberá activar alarmas y realizar llamadas telefónicas, etc.

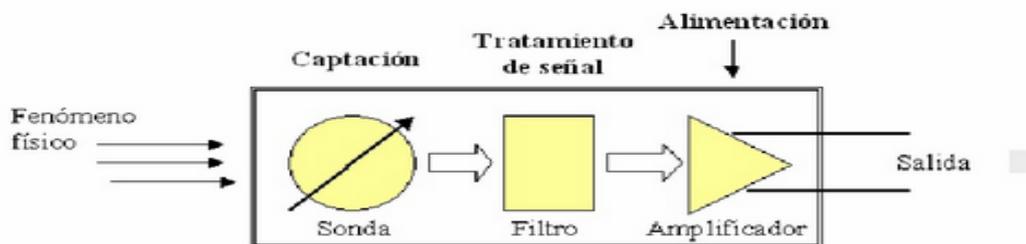
Los requerimientos de seguridad antes mencionado son primordiales a la hora de proteger el hogar, pero en un sistema domótico a través de sistemas inteligentes se debe complementar con un control adecuado de iluminación, control de acceso mediante llaves electrónica, control de aparatos electrónicos para su activación y desactivación , detección de fallo del suministro eléctrico, detección de fugas de gas/agua y el corte de las mismas, todos estos beneficios deberán integrarse al sistema de seguridad el cual deberá tener una fuente de alimentación independiente y un sistema de respaldo de la misma, así como la posibilidad de tener un control tanto local como remoto de dicho sistema de acuerdo a las necesidades.

### **6.7.3 Sensores**

Al hablar de sensores dentro de una infraestructura estos constituyen un elemento primordial para un sistema inteligente, por lo cual el sensor es un dispositivo capaz de imitar la percepción que posee los seres humanos, debido a esta característica se puede decir que los sensores son los sentidos de nuestra casa mediante ellos podemos percibir lo que sucede en esta, es por eso que podemos encontrar sensores que asemejan a diferentes sentidos como por ejemplo el tacto para percibir si la casa esta fría o caliente a través de sensores de temperatura, la vista por si hay alguien en la habitación con

sensores de presencia, entre otros los cuales deben actuar de acuerdo a la información que reciban.

Los sensores o receptores son por lo tanto dispositivos formados por células sensibles que detectan las variaciones del medio, diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y modificarla en otra de magnitud capaz de cuantificar y manipular normalmente eléctrica, el cual será aplicado dentro de un sistema de medida o de control. En la figura 30 se puede observar el diagrama general de un sensor en la cual se puede apreciar de manera gráfica lo antes expuesto. [21]



**Fig.38:** Esquema general de un sensor.

**Fuente:** <http://www.slideshare.net/guest0156897/sensores-domtica-3507287>

#### **Clasificación de los Sensores.**

En la actualidad existen un sinnúmero de sensores, es por eso la necesidad de clasificarlos para así poderlos comprender mejor de acuerdo a su naturaleza y funcionamiento, entre estas tenemos:

**Por su Funcionamiento:** De acuerdo a su funcionamiento los sensores se clasifican en dos grupos:

**Activos:** Los sensores activos son aquellos que dependen de una fuente de energía externa para su funcionamiento.

**Pasivos:** Los sensores pasivos son aquellos que no dependen de una fuente de energía externa, su funcionamiento se basa de condiciones medioambientales.

[21]

**Por las señales que proporcionan:** De acuerdo a la señal que emiten se clasifican en:

**Analógicos:** Los sensores analógicos son aquellos que proporcionan la información a través de una señal analógica sea este de tensión o corriente, los cuales pueden tomar una infinidad de valores entre un mínimo y un máximo.

**Digitales:** Los sensores digitales son aquellos que proporcionan la información a través de una señal digital, las cuales trabajan en dos únicos estados que pueden ser “0” o un “1” lógicos o a su vez un código de bits.

**Por la Naturaleza de su Funcionamiento:** Dependiendo al área en la que se aplica los sensores se clasifican en:

**Sensor de Posición:** Los sensores de posición son aquellos que experimentan variaciones en función de la posición que ocupan los elementos que lo componen en un lugar determinado.

**Sensor de Temperatura:** Los sensores de temperatura son aquellos que experimentan variaciones de calor dependiendo del lugar donde estos se encuentren ubicados.

**Sensor Magnético:** Los sensores magnéticos son aquellos que experimentan variaciones en función del campo magnético que las atraviesa.

**Sensor de Humedad:** Los sensores de humedad son aquellos que trabajan con variaciones en función de la humedad existente en el medio en la que se encuentren operando.

**Sensor de Movimiento:** Los sensores de movimiento son aquellos que trabajan en función a movimientos inesperados a las que son sometidos. [21]

#### **6.7.4 Modos de operación de módulos ZigBee.**

Los módulos ZigBee pueden operar de 5 formas diferentes, todas estas deberán aprovechar al máximo las características de funcionamiento de los dispositivos, los modos de operación se describen a continuación con mayor detalle:

**1.- Modo Recibir/Transmitir:** Los módulos ZigBee se encuentra en estos modos cuando al módulo le llega algún paquete de RF a través de la antena o cuando se manda información serial al buffer del módulo, que luego será transmitida.

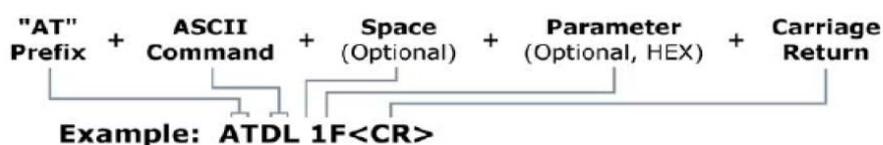
La información transmitida puede ser Directa o Indirecta. En el modo directo la información se envía inmediatamente a la dirección de destino. En el modo Indirecto la información es retenida durante un período de tiempo y es enviada sólo cuando la dirección de destino la solicita.

**2.-Modo de Bajo Consumo:** El modo de bajo consumo o de sueño permite al módulo de RF entrar en un modo de bajo consumo de energía cuando no se encuentra en uso. Se debe tomar en cuenta que cuando los módulos se encuentran en estado de sueño son incapaces de transmitir y recibir datos por un tiempo establecido por el coordinador de la red.

**3.-Modo de Comando:** En este modo los módulos permite ingresar comandos AT, para poder configurar, ajustar o modificar parámetros. Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el usuario y un terminal modem. Los comandos AT son utilizados por los módulos ZigBee para poder configurarlos y definir parámetros como dirección de origen y destino. Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de Attention.

Para poder ingresar los comandos AT es necesario utilizar el Hyperterminal de Windows, el programa X-CTU o algún microcontrolador que maneje UART y tenga los comandos guardados en memoria o los adquiera de alguna otra forma.

Para poder ingresar al modo se debe esperar un tiempo dado por el comando que normalmente es de 1000ms, luego ingresar la secuencia de tres +++ y luego esperar la respuesta del módulo el mismo entregara un OK. En la Figura 31 se puede observar la sintaxis de un comando AT.



**Fig.39:** Diagrama de Comando AT

**Fuente:** <http://www.neoteo.com>

#### **4.- Modo Transparente**

En el modo transparente los datos que ingresan al Receptor son guardados en el buffer de entrada y luego transmitido y todo lo que ingresa como paquete RF, es guardado en el buffer de salida y luego enviado por el Transmisor.

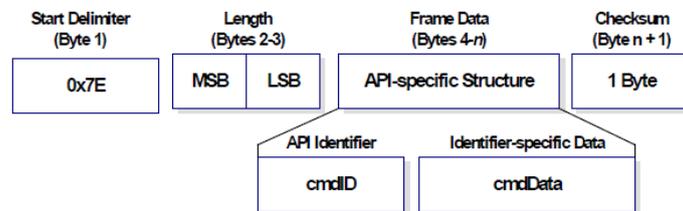
Su característica principal es que en este modo está destinado a la comunicación punto a punto donde no se requiere ningún tipo de control, o a su vez para reemplazar alguna conexión serial mediante cable por su sencilla configuración.

## 5.- Modo de operación API

Este modo conocido como Application Programming Interface es simplemente un conjunto de interfaces estándar creados para permitir que un programa de software para interactuar con otro, su configuración es compleja pero el trabajo que realiza es óptimo ya que asegura la entrega de datos, al operar en este modo los datos que recibe o transmiten desde el módulo están empaquetadas en tramas las cuales definen operaciones y eventos del módulo. Las características que poseen el modo API son las siguientes:

- ❖ Transmitir información a múltiples destinatarios, sin ingresar al modo de comandos
- ❖ Control de recepción exitosa o fallida para cada paquete transmitido.
- ❖ Identificar dirección fuente de cada paquete recibido.

**Trama API:** Cuando se opera bajo el modo API es necesario conocer cómo opera los datos dentro de este modo, al recibir un paquete esta se encapsula en una trama con una estructura definida el cual permite mayor seguridad a la hora de transmitir dichos datos dentro de la red. En la figura 32 se puede observar la estructura de la trama API para mayor comprensión de la misma.



**Fig.40:** Trama general API

**Fuente:** [http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000976\\_K.pdf](http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000976_K.pdf)

Los campos que abarca el modo API como se observa en la figura 32 se detallan a continuación:

- ❖ El primer campo API es el delimitador de inicio su función descartar cualquier dato recibido antes del delimitador.
- ❖ El segundo campo API es la longitud de trama indica el número de octetos dentro del campo.

- ❖ El tercer campo API es el de datos de trama, permite guardar mensajes los cuales son especificados por el identificador así como su respectivo mensaje.
- ❖ El cuarto campo API es el CheckSum, permite verificar la integridad de datos receptados, campo formado por un octeto, el valor de asignación se calcula al sumar los octetos del campo de datos y la longitud sin tomar en cuenta el delimitador si el resultado de la suma es superior a 0xFF solo se tomará los bits menos significativos, el resultado obtenido debemos restar de 0xFF, el valor obtenido es el de Checksum. [22]

### **Tipos de Tráfico que Soporta ZigBee.**

Dependiendo de la aplicación los módulos ZigBee soportan tres tipos de tráfico detallados a continuación:

- ❖ **Tráfico Periódico:** Necesario para aplicaciones donde se envían y/o reciben datos transcurrido un lapso constante de tiempo, como es el caso de sistemas de sensores (control de temperatura, humedad, consumo de energía, etc.) en los cuales se necesita medir de forma constante la variable a controlar.
- ❖ **Tráfico Intermitente:** Diseñado para aplicaciones que envían y reciben datos cuando son estimulados por una señal externa, como es el caso de un interruptor o conmutador.
- ❖ **Tráfico Repetitivo Con Baja Latencia:** Útil para aplicaciones que requieren el reparto de ranuras o 'slots' de tiempo para controlar el acceso al medio, como por ejemplo para datos enviados por un ratón, teclado y otros dispositivos de un ordenador. [15]

### **6.7.5 Microcontroladores.**

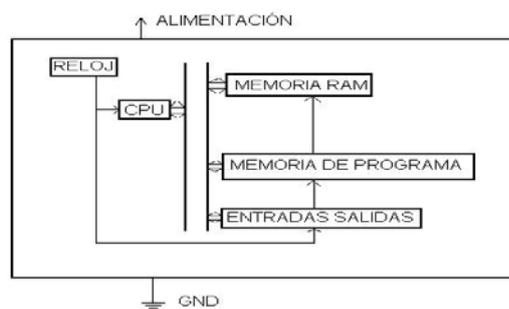
En la actualidad los Microcontroladores se encuentran por doquier, desde el hogar hasta las grandes industrias, en el trabajo y en nuestra vida cotidiana. No es de sorprenderse encontrar este dispositivo en televisores, automóviles, celulares entre otras, que gobiernan la mayor parte de los aparatos electrónicos actuales. [23]

Se le denomina Microcontrolador a un circuito integrado programable que posee componentes básicos de un computador estos son CPU, memoria RAM, EEPROM y circuitos de entrada y salida.

Como se mencionó con anterioridad los componentes básicos de un Microcontrolador se asemejan a las de un computador, pero estas son fijas las cuales no se pueden alterar, las partes principales de un Microcontrolador son:

- ❖ CPU (Unidad de Procesamiento Central)
- ❖ Memorias volátiles (RAM), para datos
- ❖ Memorias no volátiles (ROM, PROM, EPROM) para escribir el programa
- ❖ Líneas de entrada y salida para comunicarse con el mundo exterior.
- ❖ Periféricos de comunicación serial, paralelo y bus.
- ❖ Recursos auxiliares:
  - a) Circuito de reloj
  - b) Temporizadores
  - c) Perro Guardián (watchdog)
  - d) Conversores AD y DA
  - e) Comparadores analógicos.
  - f) Protección ante fallos de la alimentación.
  - g) Estado de reposo o de bajo consumo.

Los microcontroladores integran todos estos elementos en un solo circuito, el cual permite desarrollar un sinnúmero de aplicaciones importantes en todo ámbito al economizar materiales, tiempo y espacio. La grafica 33 muestra los componentes básicos del Microcontrolador.



**Fig.41:** Esquema básico del Microcontrolador.

**Fuente:** <http://www.ikkaro.com/book/export/html/211>

## **Lenguajes de programación para el Microcontrolador.**

Los lenguajes de programación son medios de comunicación para controlar el comportamiento físico y lógico de una determinada máquina, la cual permita expresar algoritmos y cálculos con precisión el cual realice una determinada tarea, en la actualidad existen varios lenguajes de programación para microcontroladores entre las cuales se destacan Assembler, C, Basic, Pascal, entre otras todas estas compuestas de reglas, símbolos, sintaxis, elementos, expresiones definidas previamente la cual conforma la base lógica y elemental del lenguaje.

El lenguaje assembler es un lenguaje de programación de bajo nivel que puede ser aplicado en microcontroladores posee las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- ❖ Otorga un aprovechamiento eficiente de los recursos de PIC's.
- ❖ Control de tiempos y registros bit a bit.
- ❖ Maneja interrupciones simultáneas.
- ❖ Genera archivos .hex óptimos.

Desventajas:

- ❖ Programas fuentes más extensas.
- ❖ Requiere más instrucciones para realizar un mismo proceso.
- ❖ Falta de portabilidad.

El lenguaje C es un lenguaje de programación de alto nivel conciso ya que combina comandos de bajo nivel en complicadas funciones de alto nivel, este lenguaje permite el control de periféricos internos y externos de un PIC.

Ventajas:

- ❖ Contiene varias funciones integradas.
- ❖ Lenguaje compilado ejecución inmediata.
- ❖ Lenguaje flexible.
- ❖ Posee núcleo de lenguaje simple.

Desventajas:

- ❖ Lenguaje de difícil conocimiento a la primera.
- ❖ Encapsulación

Basic es un lenguaje de programación de alto nivel muy fácil de aprender consta de instrucciones, comandos y funciones que realizan conjuntamente una tarea determinada.

Ventajas:

- ❖ Fácil de aprender y utilizar.
- ❖ Compilación más rápida que un compilador en C.
- ❖ Muy popular.

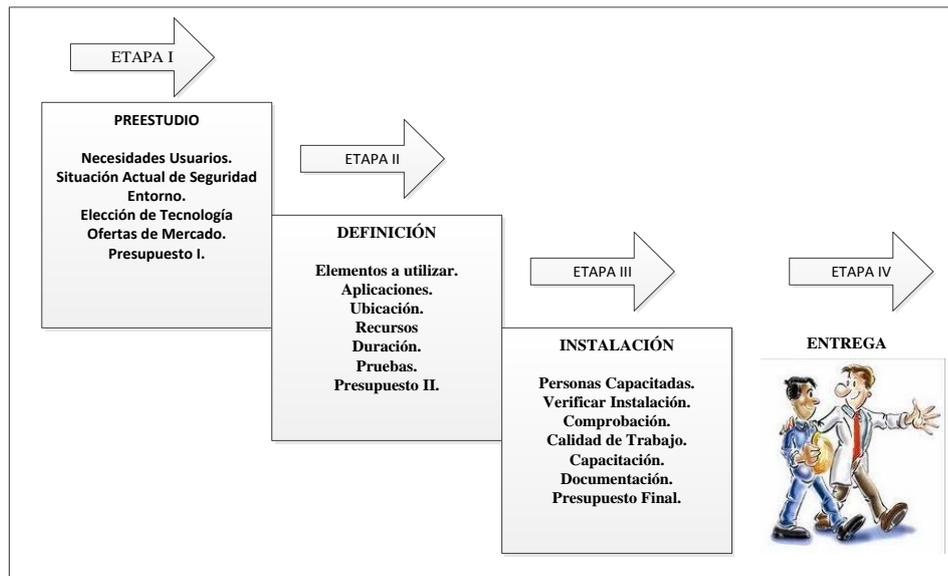
Desventajas:

- ❖ No posee un estándar definido.
- ❖ No maneja memoria dinámica.
- ❖ No posee instrucciones de procesamiento.

## **6.8 SOLUCIÓN PLANTEADA**

La necesidad de plantear un sistema de seguridad que proporcione a los habitantes de la vivienda así como de sus bienes materiales un nivel de protección, frente a riesgos como los robos, atracos, sabotaje, incendios, etc. Es indispensable. Por ello la seguridad del hogar debe ser constante y que no proporcione falsas alarmas ya que si el sistema falla la vivienda queda propenso a peligros.

Para llevar a cabo el sistema de seguridad que garantice la integridad de la vivienda conocido como sistema domótico, se ha visto en la necesidad de seguir una metodología clara y detallada el cual permita determinar el conocimiento y control en todo momento de lo que se está realizando, es por ello que el proyecto domótica se divide en cuatro etapas de estudio como son las de preestudio, definición, instalación y entrega. Todas estas necesarias para una seguridad adecuada del hogar y de sus habitantes así como el trabajo óptimo de dicho sistema, la figura 42 recogen las etapas por las cuales debe pasar un proyecto, dentro de la cual se destaca el preestudio la cual es indispensable para determinar las aplicaciones, tecnologías y suministros a ofrecer para satisfacer las necesidades del o los usuarios.



**Fig.42:** Etapas y criterios para un proyecto domótico de Seguridad.

**Fuente:** Investigador

La gestión o elaboración del proyecto es determinada por parte del investigador el cual debe poner énfasis en el proceso de análisis previo al desarrollo de la misma, por lo que se debe tomar en cuenta cada etapa para un óptimo trabajo la cual garantice la satisfacción por parte del usuario en este caso particular el dueño de la vivienda.

La etapa inicial tiene como objetivo primordial conocer de manera detallada las necesidades y expectativas por parte del usuario, por lo que se debe estudiar las necesidades actuales y futuras dentro de la infraestructura, estos determinan los elementos a utilizar así como las funciones básicas a instalar en el hogar como por ejemplo control de entrada y salida, control de iluminación, simulador de presencia, activación de alarmas, entre otras. Además se debe tomar en cuenta la oferta de mercado en cuanto a la tecnología a utilizar por lo que se deberá tomar en cuenta precio, fiabilidad, facilidad de uso y aplicaciones que soporta es por ello que el estudio de mercado es indispensable en esta etapa.

La segunda etapa parte del conocimiento acerca de la tecnología a utilizar en este caso es la inalámbrica en concreto la tecnología ZigBee, en esta etapa la planificación es primordial y parte de todos los elementos necesarios a utilizar dentro del sistema en una determinada aplicación, tomando en cuenta la ubicación idónea de cada dispositivo a

más de su ampliación futura, así como la duración de la elaboración del proyecto y las pruebas respectivas para verificar el correcto funcionamiento del sistema de seguridad.

La etapa tres está enfocada a la instalación o presentación por lo que se debe tomar en cuenta el control respectivo para que todo funcione acorde a lo planificado, comprobar y verificar el funcionamiento del sistema es idóneo a través de una documentación apropiada, así como la explicación del sistema al usuario garantizarán la calidad del proyecto y que no afecte negativamente a la imagen del investigador a más de la percepción de utilización del sistema electrónico con aplicación de tecnología inalámbrica.

La etapa final constituye el proceso de presentación o entrega del trabajo realizado es por ello que se debe proveer de toda la información básica para el funcionamiento del sistema al propietario de la vivienda, se deberá proveer de un manual de uso, número telefónico para consultas, videos explicativos todos estos por parte del desarrollador del proyecto la información que se provea debe ser claro, sencillo, conciso y completo por parte del investigador.

Por ello partiendo de los estudios preliminares acerca de los niveles de seguridad que posee el sector, se ha determinado que estas son limitadas quedando expuestas a inseguridades dentro y alrededor de la vivienda, es por eso que el presente proyecto está basado en la necesidad de automatizar ciertas tareas y ofrecerlas al usuario propietario de la vivienda con la finalidad de una mejor calidad de vida a través de un diseño y ubicación de elementos de automatización sensores, controladores y actuadores dentro de los planos de construcción con su respectiva red de transmisión de datos y energía para satisfacer todas y cada una de las necesidades planteadas en lo referente a seguridad.

A través de las necesidades de seguridad se determinó que la aplicación de tecnología inalámbrica ZigBee es idónea por las ventajas que esta posee para realizar tareas de control en el hogar, el cual permitirá un control de la red a través del monitoreo de sensores ubicados en distintas áreas de la vivienda como en ventanas, puertas, la figura 43 muestra como funcionaria el sistema para dar seguridad a la vivienda el cual permita conocer anomalías o eventos inesperados y tomar acciones de acuerdo a tales necesidades del propietario de la vivienda.

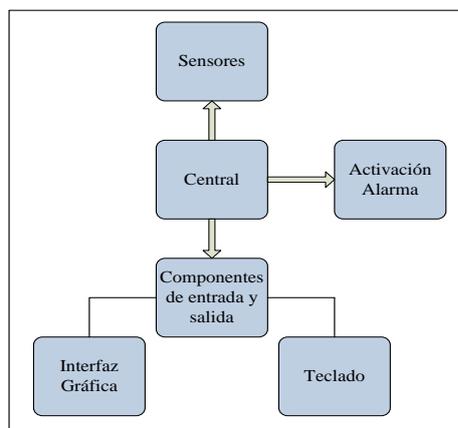


**Fig.43:** Esquema de seguridad Vivienda.

**Fuente:** <http://electronicaenelhogardomotica.blogspot.com/>

### 6.8.1 Descripción Funcional del Sistema de Seguridad.

En el presente trabajo para poder cumplir con los requerimientos básicos para la seguridad dentro del hogar, se dividió el sistema en bloques los cuales constan de elementos principales como la central, sensores, dispositivo de visualización y alarmas, la figura 44 muestra gráficamente como estará constituido el sistema de seguridad dentro del hogar a través de un diagrama de bloques, para ello dentro de la infraestructura existen tres factores a tomar en cuenta para garantizar en su totalidad la seguridad dentro de un sistema domótico, tales factores se basan en la seguridad personal, patrimonial y aquellos relacionados con eventos de emergencia. Todo esto abarca un sinnúmero de elementos electrónicos, los cuales deberán crear el menor impacto de contaminación hacia el medio ambiente.



**Fig.44:** Diagrama para un Sistema de Seguridad

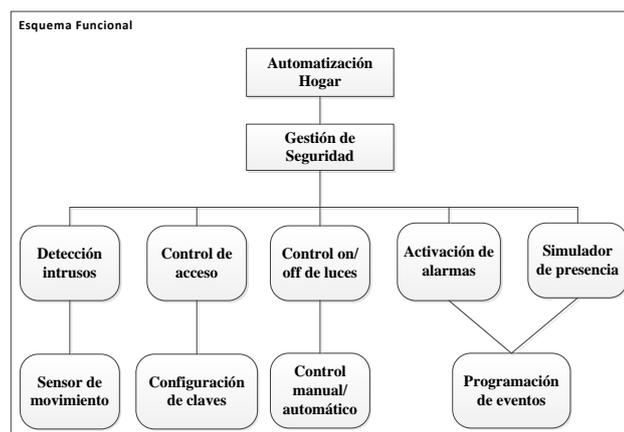
**Elaborado por:** Investigador

La central dentro del sistema de seguridad posee un control continuo de los diferentes sensores que se acople al sistema, así como tendrá la capacidad de accionar la alarma ante cualquier eventualidad y enviar información hacia la interfaz gráfica. La central deberá estar ubicada en un lugar en la cual no sea visible para personas inesperadas.

## 6.9 DISEÑO DE SISTEMA.

El diseño del presente proyecto se basó en base a respuestas obtenidas en la encuesta atendiendo a las necesidades básicas de seguridad, así como teniendo en cuenta el factor económico. La propuesta a desarrollarse consta de los siguientes elementos como control de acceso, control de luces, detección de intrusos, simulador de presencia. Los elementos antes mencionados constituyen los componentes básicos para la automatización del hogar, por lo cual el sistema se basa en el control de todos los sensores a implementar dentro del hogar, así como en el control de pulsación de botón de pánico que activa de manera inmediata la alarma en caso de intrusión por la fuerza, casos de emergencia, o falla inoportuna del sistema de control, además de poder manipular los focos para simular presencia en el hogar de forma manual o automática según sea el caso.

La figura 45 muestra el modelo funcional del sistema para la automatización de la vivienda basado en la seguridad, este modelo es primordial a la hora de realizar la programación tanto en los dispositivos remotos como en la estación de control.



**Fig.45:** Automatización Modelo Funcional.

**Fuente:** Investigador.

**Control de acceso:** Al ingreso a la vivienda este dispone de un teclado para el ingreso de la clave y activa el sistema de apertura o la alarma según sea el caso, además trabaja a la par para activar la alarma en caso de detectar presencia de personas no indeseadas así como el control de encendido de luces de manera automática para simulación de presencia en modo no habitado.

**Control de presencia:** A través de sensores de movimiento detectan la presencia de personas en modo no habitado para encender la alarma en caso de ser activados.

**Control luz:** Controlan las luces a través de la información que envían los sensores de luminosidad en el caso de ser implementadas para encender las luces en caso de ser necesario, además de un control automático para simulación de presencia, con este método su principal ventaja es evitar el gasto innecesario de energía eléctrica.

**Control de Incendio:** A través de sensores de temperatura y el acople de sensor de humo se puede vigilar el hogar en caso de incendio, así poder alertar por medio de activación de alarmas, si no es el caso poder deshabilitarlo a través del panel de control, como en el caso de estar fumando dentro de la casa.

En el caso de que el hogar se encuentre habitado o a su vez deshabitado, el sistema domótico debe ser capaz de realizar tareas de control permanente en caso de que se active el botón de pánico en caso de intrusión por medios persuasivos o forzados, fallas en sistema de control así como en el caso de aumento o disminución de temperatura en el caso de incendios.

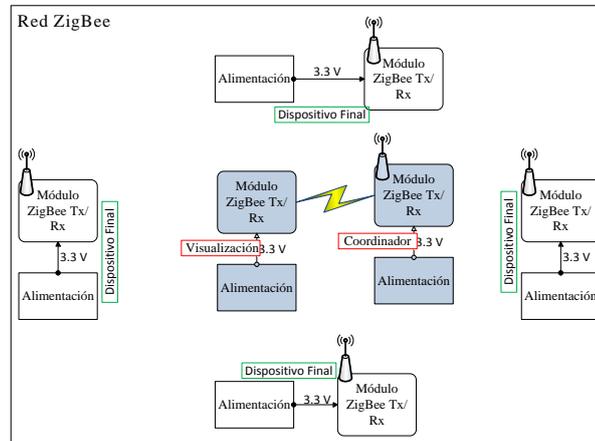
## **6.10 ETAPAS DE PROYECTO**

Las etapas que comprenden el proyecto están basadas en el diseño metódico basado en el diagrama funcional del sistema descrito en el inciso anterior, por lo cual esta consiste en tres etapas de acuerdo a las necesidades de seguridad dentro del hogar por lo cual se basa en especificaciones de control como se especifica en la figura 39, a continuación se detallan como estará constituido la red:

- ❖ Estación de control/coordinador
- ❖ Dispositivos remotos/finales
- ❖ Diseño lógico red ZigBee

La figura 46 muestra cómo estará constituida la red en un sistema domótico, la comunicación se realiza entre el coordinador y cada uno de los dispositivos finales,

ubicados en puntos estratégicos, en cargados del control de diferentes eventos de acuerdo a la necesidad dentro de la vivienda, esta comunicación es posible mediante los módulos ZigBee encargados de transmitir y recibir la información activadas por dispositivos finales o a su vez por el propietario dentro de la infraestructura.



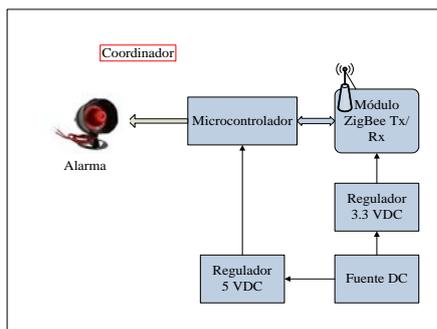
**Fig.46:** Solución Planteada: Red ZigBee

**Elaborado por:** Investigador

### 6.10.1 Estación de control/Coordinador.

El coordinador o estación de control es la encargada de controlar distintos dispositivos sea este manual o automática mediante la programación, es por eso que al programar, estas deben realizar funciones como al activar un botón, los cuales lleven a cabo funciones de condiciones de entorno como control de temperatura, activación/desactivación de luces, simuladores de presencias, activación de alarmas, etc. el programador deberá basarse en la Descripción funcional de Sistema descrito con anterioridad para el funcionamiento.

La estación de control estará ubicada en lugar adecuado, no visible y de fácil acceso dentro de la vivienda, es por eso que el investigador cree conveniente ubicarlo en la sala, cave recalcar que la ubicación de la estación de control queda a disposición del propietario de la vivienda lo antes mencionado es una idea que expone el investigador. La figura 47 muestra los principales componentes de la estación de control. A más se detalla cada uno de sus elementos.



**Fig.47:** Componentes Estación de control

**Elaborado por:** Investigador

### **Módulo ZigBee Tx/Rx.**

Dentro de la estación de control todos los componentes son necesarios a la hora de realizar tareas específicas dentro de una infraestructura, los módulos ZigBee constituyen la parte más importante, ya que estos son los encargados de la comunicación para la recepción y transmisión de datos. Los módulos mencionados son los encargados de realizar tareas específicas de comunicación a través de medio cumpliendo con las normas del estándar IEEE 802.15.4, conocido comúnmente como ZigBee, estos encargados del control bidireccional entre la estación de control y los dispositivos remotos.

En la actualidad existen una gran variedad de dispositivos para redes, las cuales proporcionan la adquisición de datos y transmisión de información de forma inalámbrica, para la realización del presente proyecto se ha establecido una comparativa entre módulos ZigBee, ya que existen varias compañías dedicadas a la elaboración de estos dispositivos, la manufacturación chips se destacan empresas como Atmel Corporation, Chipcon, Crossbow, Ember Corporation, Freescale, etc. Basados en los chips ZigBee existen empresas dedicadas a la elaboración de los módulos ZigBee, una de las compañías más conocida en el mercado está Digi, la cual ha optado por la plataforma de ZigBee de Freescale, así como existen otras empresas que construyen módulos ZigBee que utilizan distintos chips. Por lo que para el presente proyecto se debe elegir un módulo específico que garantice seguridad, durabilidad y que exista en el mercado local para su fácil adquisición, entre otros, por ello en este apartado se analizara distintos módulos ZigBee a fin de comparar la especificaciones más relevantes, es por eso que se realizó una tabla comparativa a fin de determinar la mejor

opción para la aplicación de las mismas en la seguridad del hogar a través de la automatización, en la tabla 13 se indica las comparativas de dispositivos ZigBee.

**Tabla 13: Comparativa entre diferentes módulos ZigBee**

<b>MÓDULOS</b>		<b>Telegesis ETRX1&amp;ETRX2</b>	<b>DIGI Xbee&amp;Xbee-PRO</b>	<b>DLP Desing DLP-RF2</b>
<b>Chips</b>		Fabricante Ember - ETRX1: EM2420 - ETRX2: EM250 Chips todo en uno.	Fabricante Freescale Transmisor: MC13193 Microcontrolador: MC9S08GT60	Fabricante Freescale Transmisor: MC13192 Microcontrolador: MC9S08GT60
<b>Alcance en interiores</b>		Hasta 30 m (ETRX1) Hasta 60 m (ETRX2)	Hasta 30 m (XBee) Hasta 100 m (XBee-PRO)	-----
<b>Alcance exteriores</b>		Hasta 200 m	Hasta 100 (XBee) Hasta 1,2 km (XBee-PRO)	Hasta 150m
<b>Consumo</b>	<b>Tx</b>	± 35,5 mA	45 mA (XBee) 270 mA (XBee-PRO)	34 Ma
	<b>Rx</b>	± 35,5 Ma	50 mA (XBee) 55 mA (XBee-PRO)	37 Ma
	<b>Standby</b>	< 1 µA	< 10 µA	< 3 µA
<b>Comunicación</b>		SPI (Serial Peripheral Interface)	SPI (Serial Peripheral Interface)	SPI (Serial Peripheral Interface)
<b>Antenas</b>		Antena integrada, conector U.FL o single port 50Ω pad	Conector U.FL, antena chip o antena de látigo	Antena integrada
<b>Certificación</b>		No	Concedida por la ZigBee Alliance	No
<b>Integración</b>		Pila de protocolo de red propietario	Coexistencia en otros entornos ZigBee desplegados	Compatible con otros DLP-RF2 o basados en el chip MC13193

<b>MÓDULOS</b>		<b>Jennic JN5139 Family</b>	<b>Rfsolutions EasyBee</b>	<b>MaxStream XBee 900</b>
<b>Chips</b>		Solución ZigBee en chip en lugar de módulo	Fabricante Chipcon CC2420 Chip todo en uno.	Freescle
<b>Alcance</b>		Hasta 400m (M00/01/03) Hasta 4 km (M02/04)	Hasta 120 m	Interiores: 370 m Exteriores 24 Km
<b>Consumo</b>	<b>Tx</b>	< 40 mA (M00/01/03) < 120 mA (M02/04)	18 mA	265 mA
	<b>Rx</b>	< 40 mA (M00/01/03) < 45 mA (M02/04)	20 mA	80 mA
	<b>Standby</b>	< 2 $\mu$ A	< 1 $\mu$ A	60 $\mu$ A
<b>Comunicación</b>		SPI (Serial Peripheral Interface)	SPI (Serial Peripheral Interface)	
<b>Antenas</b>		Antena integrada, conector SMA/U.FL	Antena integrada	Chip, Integrated Whip, RPSMA
<b>Certificación</b>		No	No	Si
<b>Integración</b>		-----	-----	-----

**Fuente:** <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/modulo-radio-zigbee-85853.html>

Al analizar la tabla 13 se determinó, dentro de la gama de productos ZigBee, se destacan DIGI, estos módulos cuentan con dimensiones reducidas, fácil integración, diferentes antenas según las necesidades del usuario, consumo aceptable, buena disponibilidad y lo primordial poseen la homologación ZigBee que concede la Alliance Zigbee por lo cual es la mejor opción frente a otros módulos de la competencia, se ha escogido los módulos Xbee de la marca DIGI para la elaboración del diseño atendiendo a sus características técnicas, su bajo consumo eléctrico, entre otras. VER ANEXO 2.

Los módulos Xbee para su funcionamiento en la figura 48 se puede observar los requerimientos mínimos para las conexiones, así como la distribución de pines, estos dispositivos electrónicos de bajo consumo transfieren datos de forma inalámbrica, útiles para redes de sensores en un entorno domótico el cual no requiere un constante envío de datos.



**Fig.48:** Distribución de pines y conexión mínima.

**Fuente:** <http://www.xbee.cl/>

La firma Digi ofrece dispositivos Xbee de dos series, la serie1 y la serie2, dentro de los cuales cada una posee sus propias características y diferencias entre ellas como tipo de red, potencia de Tx y número de canales entre otras, la tabla 10 muestra las principales características de diferentes modelos de módulos Xbee.

Los módulos Xbee se deben configurar utilizando el software X-CTU o directamente desde el Microcontrolador. Se debe recalcar que la serie1 como la serie2 se diferencia principalmente por no ser compatibles y porque soportan distintas topologías, se los puede trabajar tanto en el modo AT y API.

La comunicación entre dispositivos ZigBee es posible a través de tramas para el control desde el dispositivo coordinador hacia el dispositivo final o viceversa ante cualquier eventualidad, por lo cual la mejor red que se adapta a las necesidades de controlar diferentes áreas dentro del hogar es la de punto multipunto para la transmisión de datos. Los módulos Xbee que se ha empleado son de la marca Digi de la serie1 estos ubicados en cada etapa del proyecto como la estación central, la estación remota y la estación de visualización son los mismos módulos.

### **Microcontrolador.**

El Microcontrolador, para el diseño del sistema constituye un eje primordial ya que es quien realiza el control principal de todo el sistema para la toma de decisiones ante cualquier eventualidad especificadas por los dispositivos remotos, tales especificaciones son realizadas por el programador, serán determinadas para la estación de control así como para los dispositivos remotos, es por eso que la utilización de un determinado Microcontrolador se realizó en base a capacidad de memoria, número de puertos para entrada y salida así como las librerías disponibles para su programación.

La selección del Microcontrolador se basa en los requerimientos del sistema, por ello la tabla 14 muestra los dispositivos correspondientes a la etapa de control para el PIC.

**Tabla 14:** Requerimientos de Entrada y Salida para el PIC etapa control.

Dispositivo	Control	
	Entrada	Salida
	0	0
Módulo Xbee	1	1
Alarma	0	1
<b>TOTAL</b>	1	2

**Elaborado por:** Investigador

De lo expuesto en la tabla 14, antes mencionado el investigador determino la utilización de PIC's para cada etapa atendiendo a las necesidades de periféricos de entradas y salidas, es por ello que la etapa de control está constituido por el PIC 16F628A se ha seleccionado este PIC por que posee un sinnúmero de características primordiales que hacen que este dispositivo muy versátil, eficiente y practico pueda ser empleado en la aplicación del presente proyecto. Se ha seleccionado este Microcontrolador debido a que cumple con las siguientes características. VER ANEXO 3.

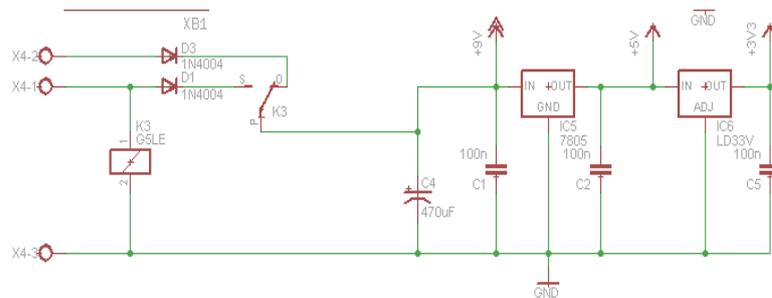
- ❖ Hasta 224 bytes de memoria de datos RAM.
- ❖ Hasta 128 bytes de memoria de datos EEPROM.
- ❖ Memoria FLASH de 2K
- ❖ Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz.
- ❖ Rango de voltaje de 2V hasta 5.5 V.
- ❖ 16 Puertos I/O con soporte de 25mA cada una.
- ❖ 3 Timers.
- ❖ Conversor analógico-digital.
- ❖ Módulo de comunicación serial USART, PWM.
- ❖ Sistema de vigilancia Watchdogtimer.
- ❖ Bajo consumo de potencia.

### Fuente de Alimentación.

La fuente de alimentación dentro de la estación de control constituye la parte esencial ya que sin este elemento no puede funcionar el sistema, por lo que esta etapa deberá poseer una fuente de alimentación principal así como una fuente de alimentación secundaria o auxiliar en caso de que falle la principal para garantizar la seguridad del sistema de seguridad.

Es por eso que este elemento deberá proveer la alimentación de voltaje necesaria para el funcionamiento de los módulos ZigBee el cual requieren una alimentación entre 2.8-3.4 V, mientras que los demás elementos que conforman la red como los microcontroladores y demás componentes electrónicos requieren una alimentación de 5V, es por eso que hay que realizar una fuente para obtener los voltajes antes especificados.

La fuente principal es de 12V conectada a la red y su fuente secundaria es una batería de 9V a los cuales se aplica un regulador de 5 voltios para lo cual se aplica el LM7805 (VER ANEXO 4) con un capacitor (C1) adjunto el cual estabiliza la fuente, a la salida de los 5V se acopla un regulador de 3.3V este se diseñó empleando el regulador de voltaje del LD33V (VER ANEXO 5) a su salida se conecta un capacitor (C5) para estabilizar la fuente, en el cual su circuito básico se desarrolló basado por el fabricante como se puede observar en la figura 49.



**Fig.49:** Regulador de voltaje de 5V y 3.3V.

**Fuente:** Investigador, Software EAGLE.

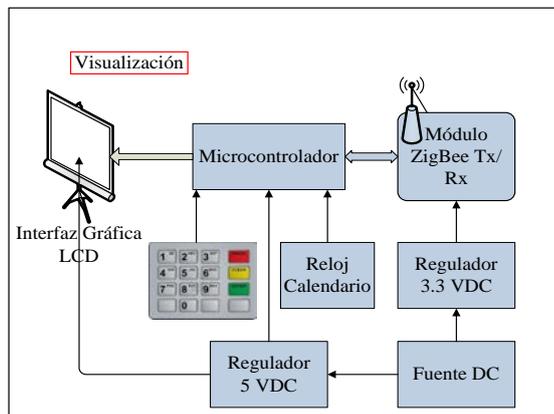
El trabajo del relé en esta etapa es esencial ya que si se corta la energía de la fuente pasa a funcionar el de la batería o viceversa, para lo cual al realizar el cambio de una fuente a otra hay un pequeño retardo y para que no resetee el circuito general se ha empleado un capacitor electrolítico (C4) sabiendo que este elemento almacena energía el cual provee

de alimentación necesaria al circuito dando el tiempo necesario para el cambio de fuente a través del relé.

### 6.10.2 Etapa de Visualización.

Esta etapa es primordial ya que con ella se determina la visualización de información por parte del usuario, es por eso que en el presente diseño para la visualización de datos se ha empleado un LCD de 16x2 segmentos.

La información que se muestra es todo relacionado acerca introducción, control clave, alertas de sensores, alertas alimentación, control de luces manual automático, visualización hora fecha actual, alertas de alarmas, la figura 50 se puede apreciar los elementos principales elementos que constituyen la etapa de visualización y el detalle básico de cada uno de ellos.



**Fig.50:** Componentes etapa Visualización.

**Fuente:** Investigador

#### **Microcontrolador.**

El Microcontrolador en esta etapa es la encargada de procesar la información proveniente de la estación de control así como de enviar información a la misma para el control de los dispositivos remotos de forma manual, por ello se debe emplear PIC's o selección de la misma basándose en los requerimientos del sistema es por eso que la tabla 15, se muestra los requerimientos para la etapa en mención que está constituido la red ZigBee.

**Tabla 15:** Requerimientos de Entrada y Salida para el PIC etapa visualización.

Dispositivo	Visualización	
	Entrada	Salida
Teclado	8	0
Módulo Xbee	1	1
Reloj DS1307	2	0
LCD	0	6
<b>TOTAL</b>	11	7

**Elaborado por:** Investigador

De lo expuesto en la tabla 15, antes mencionado el investigador determino la utilización de diferentes PIC's para esta etapa atendiendo a las necesidades de periféricos de entradas y salidas, es por eso que para la etapa de visualización se ha seleccionado el PIC de 16F886A de Microchip perteneciente a la familia de los microcontroladores de 8 bits, este contiene un sinnúmero de características primordiales que hacen que este dispositivo muy versátil, eficiente y practico pueda ser empleado en la aplicación del presente proyecto. Se ha seleccionado este Microcontrolador debido a que cumple con las siguientes características que se detallan a continuación indispensables para el sistema. VER ANEXO 6

- ❖ Hasta 8Kx14 bits de memoria flash de programa
- ❖ Hasta 368 bytes de memoria de datos RAM.
- ❖ Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM.
- ❖ Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz.
- ❖ Rango de voltaje de 2V hasta 5.5 V.
- ❖ 5 Puertos I/O (A, B, C, D y E).
- ❖ 3 Timers (0, 1 y 2).
- ❖ Conversor analógico-digital.
- ❖ Módulo de comunicación serial USART.
- ❖ Sistema de vigilancia Watchdogtimer.
- ❖ Bajo consumo de potencia, menos de 0.6 mA a 3V-4MHz, 20µA A 3V-32KHz y menos de 1µA en modo SLEEP.

### Reloj Calendario.

Este bloque es primordial a la hora de un control automático de dispositivos eléctricos dentro del sistema por lo cual para este proyecto se utilizará el integrado DS1307, que es un reloj en tiempo real con interfaz I2C, de bajo consumo de energía, con código binario decimal (BCD), de más de 56 bytes de RAM. La dirección y datos son transferidos a través de 2 hilos serie. El reloj/calendario provee información de segundos, minutos, horas, día, fecha, mes y año. El final de fecha de mes se ajusta automáticamente durante los meses menores de 31 días, incluyendo correcciones para los años bisiestos. Funciona en los formatos de 24 o 12 horas con indicador AM/PM. Tiene incorporado un circuito sensor de tensión que detecta fallas de energía y cambia automáticamente al suministro de batería de respaldo. En la Figura 51 se puede observar la distribución de pines de conexión, en la cual los pines 3, 4, 8 se utilizan para su alimentación de tensión, los pines 1 y 2 son utilizados para la conexión de un cristal de referencia de 13,768 KHz y los pines 5 y 6 son utilizados para la comunicación I2C. VER ANEXO 7



**Fig.51:** Distribución de pines del Integrado DS1307.

**Fuente:** Datasheet DS1307, VER ANEXO 7

### Teclado para control y manipulación de dispositivos remotos.

En esta etapa, el teclado es el periférico de entrada que más se utilizara para la manipulación de dispositivos electrónicos. Proporcionándole un teclado al proyecto se implementa el uso de contraseñas para la activación y desactivación de la alarma, sensores, entre otras posibilidades dentro de la red. Las teclas estarán implementadas mediante pulsadores, que al ser accionados modificarán el estado de los pines de los puertos del Microcontrolador.

Como conocimiento la diferencia entre utilizar interruptores o pulsadores hay que conocer el principio de funcionamiento que poseen estos, los interruptores tienen el estado de abierto o cerrado hasta que se los mantenga presionado, mientras que los

pulsadores normalmente abiertos mantienen el estado de cerrado solamente mientras se los mantiene presionados. Cabe recalcar que los teclados comúnmente están creados a partir de pulsadores. Los puertos de un Microcontrolador PIC en general disponen de un ancho de 8 bits, que mediante el byte de control pueden configurarse como entradas o salidas. Esto significa que si configuramos un puerto completo como entrada podríamos leer el estado de 8 interruptores a la vez.

### **Fuente de Alimentación.**

La fuente de alimentación dentro del sistema específicamente en la estación de visualización, constituye la parte esencial ya que sin este elemento el usuario no puede manipular el sistema, por lo que esta etapa es similar a la utilizada en la etapa de control por lo que para ver su funcionamiento se debe revisar el inciso tal.

### **Módulo LCD**

La LCD(Liquid Crystal Display) es un elemento de visualización gráfico en la cual se puede presentar caracteres, símbolos en algunos casos hasta dibujos, para el presente proyecto se ha optado por utilizar una LCD de 16x2 el cual dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una, entre sus características se destacan:

- ❖ Pantalla de caracteres ASCII.
- ❖ Posee desplazamiento de caracteres hacia la derecha o la izquierda.
- ❖ Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla.
- ❖ Se puede programar hasta 8 caracteres.

La LCD a utilizar posee 16 pines los cuales se detallan en la tabla 16 con su respectiva descripción de cada una.

**Tabla 16:** Descripción de pines del LCD

<b>PIN</b>	<b>Detalle</b>	<b>Nombre</b>	<b>Nivel</b>
1	Tierra	Vss	0V
2	Alimentación	Vcc	5V
3	Potenciómetro contraste	Vee	POT.
4	0Lógico instrucción, 1Logico dato	RS	Lógico
5	0Lógico escribe, 1Logico lee	R/W	Lógico
6	Pulso de habilitación	E	Lógico
7-14	Bus de datos	DB0-DB7	Lógico
15-16	Iluminación		

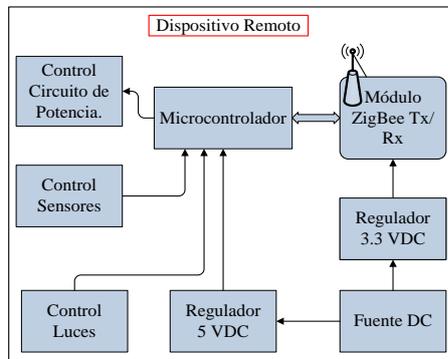
**Fuente:** <http://es.scribd.com/doc/18946526/Datasheet-Lcd-16x2>

### 6.10.3 Dispositivos Remotos/Finales

Los dispositivos remotos constituyen el conjunto de elementos electrónicos a manipular dentro de la red para un control sea este de manera manual o automático, en la sección de control ya se especificó algunos componentes que integran o que son partes de los dispositivos finales, en la figura 52 se puede observar los principales componentes que son parte de los dispositivos remotos.

Dentro de la red los dispositivos remotos son los encargados de recibir órdenes, ejecutarlos así como las de enviar información a la estación coordinador de la ejecución de la información recibida ante cualquier eventualidad dentro de la vivienda.

Los dispositivos remotos a través de la programación son los encargados de controlar y manipular diferentes elementos electrónicos que conforman el sistema de seguridad dentro del hogar, es por eso que el programador especificara tanto en el PIC de la estación de control así como en la de los dispositivos finales las funciones a realizar, cuando se realice el programa, estas deben realizar funciones como control de sensores, activación/desactivación de luces, simuladores de presencias, activación de alarmas, etc. Todas estas funciones especificadas en la estación de control.



**Fig.52:** Dispositivo remotos Componentes.

**Fuente:** Investigador

Los principales componentes que constituyen los dispositivos remotos se detallan a continuación para un óptimo rendimiento del sistema.

#### **Microcontrolador.**

El Microcontrolador es uno de los componentes principales para el diseño del sistema este permite realiza el control principal de sensores acoplados en la vivienda para la toma de decisiones ante cualquier eventualidad y enviar la información hacia la

estación de control, tales especificaciones son realizadas por el programador, se ha seleccionado el Microcontrolador en base al número de puertos de entrada y salida especificadas en la tabla 17.

**Tabla 17:** Requerimientos de Entrada y Salida para el PIC Dispositivo Final.

Dispositivo	Dispositivo Final	
	Entrada	Salida
Potencia	1	0
Módulo Xbee	1	1
Sensor/es	1	0
<b>TOTAL</b>	3	1

**Elaborado por:** Investigador

De lo expuesto para el control de diferentes dispositivos dentro de la vivienda, en la etapa de los dispositivos finales se ha seleccionado el PIC12F675, este dispositivo es muy versátil, eficiente y práctico para el presente proyecto por lo que se ha seleccionado este PIC por que cumple con las siguientes características. VER ANEXO 8.

- ❖ Hasta 368 bytes de memoria de datos RAM.
- ❖ Hasta 128 bytes de memoria de datos EEPROM.
- ❖ Memoria FLASH con 1024 espacios de 14 bits cada uno
- ❖ Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz.
- ❖ Rango de voltaje de 2V hasta 5.5 V.
- ❖ 6 Puertos I/O con soporte de 25mA cada una.
- ❖ 2 Timers.
- ❖ Conversor analógico-digital.
- ❖ Sistema de vigilancia Watchdogtimer.
- ❖ Bajo consumo de potencia.
- ❖ Etc.

Cave recalcar que la atapa de los dispositivos finales está constituido por diferentes sensores cada uno de estos acoplados a sus respectivos módulos Xbee dependiendo de las necesidades dentro del hogar, es por eso que si se desea implementar en el hogar para una mayor seguridad se deberá escoger diferentes sensores, en este caso particular se ha empleado el sensor PIR (DYP-ME003).

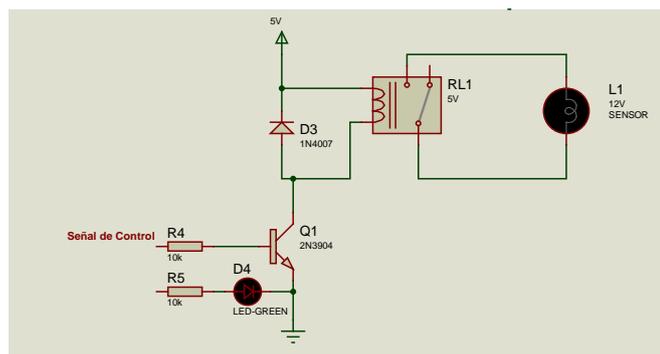
### **Sensores.**

Para la simulación del presente proyecto y ver los resultados finales se ha empleado el sensor PIR denominado así por su nombre el cual es Pasive Infra Red este pequeño dispositivo reacciona a cambios de energía como el calor corporal es decir recibe la variación de radiaciones infrarrojas del medio ambiente el cual mide el cambio de calor mas no la intensidad de la misma en base a esto este sensor detecta movimiento mediante un promedio del calor irradiado en el tiempo. Este sensor es de bajo costo, pequeño características que le hacen únicos por lo que son empleadas en sistemas de alarmas iluminación y la robótica. Requiere una alimentación de 5VDC, rango de medición hasta 6m, mínimo tiempo de calibración, posee 3 terminales 2 de alimentación y 1 de salida este para su conexión al Microcontrolador para más información VER ANEXO 9.

### **Circuito de Potencia.**

Este componente primordial dentro de la red constituye un elemento esencial a la hora de controlar y manipular dispositivos eléctricos sea este manual o automático, tales especificaciones son detalladas por el investigador en la estación de control a través de la programación en los PIC's, este circuito estará conectado al Microcontrolador el cual se encarga de las funciones de la activación y desactivación de componentes eléctricos como luces. La etapa de integración de la parte electrónica hacia la parte eléctrica se lo realizo con la aplicación de relés quienes son los encargados de realizar la activación o desactivación de dispositivos eléctricos, como otra solución de control eléctrico son los TRIAC.

La elección de relés para el circuito de potencia se realizó en función a la corriente que se aplica en los hogares que normalmente no supera los 10A. Razón por la cual para el diseño se utiliza el relé de 9V. La figura 53, muestra la conexión básica para la etapa de potencia el cual permita controlar dispositivos que operen a 110V como por ejemplo los focos para simulador de presencia entre otros.



**Fig.53:** Diagrama básico circuito de potencia.

**Fuente:** Investigador desarrollado en ISIS Proteus.

El relé es elemento primordial a la hora de activar o desactivar elementos que operan a voltajes de 110V, el relé trabaja con 9VDC, el cual trabaja con un diodo de protección para el transistor mediante esta evitar daños por corrientes inversas en el RL1. Ver Anexo 10, el transistor protege al Microcontrolador.

La resistencia R4 de la figura 53 se calculó a través de la siguiente formula:

$$R_{max} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_{Bsat}} \quad (\Omega) \quad \text{ecuación (2)}$$

$$I_{Bsat} = \frac{I_{Csat}}{\beta} \quad (\text{A}) \quad \text{ecuación (3)}$$

Para poder saturar el transistor las características son las siguientes. Ver Anexo 11

$$\beta = 100, \quad I_{Bsat} = 10 \text{ mA}, \quad V_{BE} = 0.7 \text{ V}$$

$$I_{Bsat} = \frac{10 \text{ mA}}{100} = 0.1 \text{ mA}$$

$$R_{max} = \frac{5\text{V} - 0.7\text{V}}{0.1 \text{ mA}} = 42 \text{ k}\Omega$$

La ecuación 2 determina la Resistencia a utilizar siendo esta una Rmax de 42kΩ por lo cual para un correcto funcionamiento del 2N23904 se ha optado por utilizar una resistencia de 10kΩ.

### Control Sensores.

Los dispositivos remotos tiene la capacidad de manipular los sensores de acuerdo a las funciones especificados por la estación de control, así como las de enviar información ante cualquier eventualidad de los sensores ubicados en el hogar, es por eso que un dispositivo principal que se encargará de controlar los diferentes periféricos, analizar los datos obtenidos de los sensores y enviar información requerida a la estación de control y

este se visualiza en la pantalla LCD para mostrarse al usuario. Este dispositivo debe ser autónomo y estará constituido por un Microcontrolador.

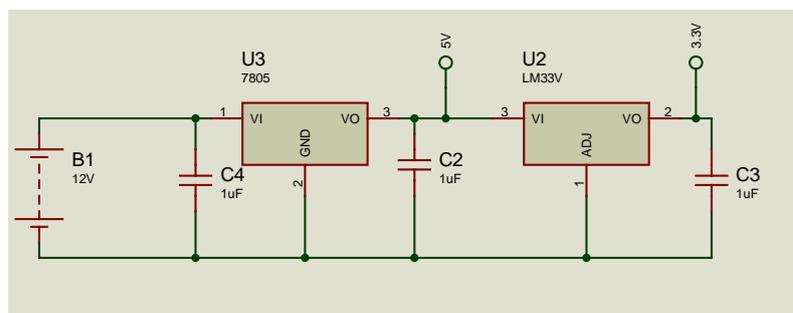
Los sensores primordiales dentro del hogar para proteger su integridad así como la de sus bienes patrimoniales son los sensores magnéticos, presencia, movimiento y otros que permitirán la seguridad óptima de la vivienda.

### Control de Luces.

El control de luces es parte primordial a la hora de realizar simulaciones de presencia, cuando este se encuentra en modo no habitado, las funciones son especificadas en la estación de control y realizadas por el dispositivo final, esta función es integrada a través del circuito de potencia y controlada por el PIC.

### Fuente de alimentación.

La fuente de alimentación dentro del sistema específicamente en la estación remota, constituye la parte esencial ya que sin este elemento el hogar queda expuesto a riesgos, sin estos no funcionaría los sensores acoplado en esta etapa, su funcionamiento se puede determinar mediante la figura 54 el cual provee rangos de voltaje de 3.3V para el módulo Xbee y 5V para los demás elementos acoplados en la estación remota su fuente de alimentación es una batería de 12V posee capacitores para poder estabilizar la fuente.



**Fig.54:** Regulador de voltaje dispositivos remotos.

**Fuente:** Investigador desarrollado en ISIS Proteus.

### 6.11 Diseño Lógico o red ZigBee.

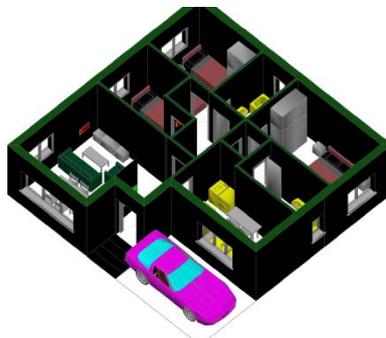
Tanto la estación de control como los dispositivos remotos constituyen la red lógica como se observa en la figura 46 antes mencionado, el diseño lógico de la red en el presente proyecto, permite analizar cómo va a estar distribuida la misma, permitiendo identificar y determinar que topología se adapta a las necesidades del sistema propuesto, tales requerimientos se basan en:

- ❖ Comunicación bidireccional
- ❖ Acople de varios dispositivos finales.
- ❖ Permitir un alcance eficiente dentro de la vivienda.
- ❖ Fácil configuración y Fácil administración.

De acuerdo a los requerimientos indicados la topología física que se adapta a los requerimientos es la de punto-multipunto permitiendo tener una topología de red en estrella lo que permitirá cubrir grandes distancias de acuerdo a la distribución de los módulos ZigBee.

El sistema electrónico con la aplicación de la tecnología Zigbee para la transmisión de datos se ha diseñado en base a una infraestructura modelo y tomando en cuenta los lugares o puntos vulnerables dentro de la misma, dentro de la vivienda existen lugares clave donde se ubicaran los dispositivos electrónicos a diseñar, todo dependerá de las necesidades de los usuarios y del estudio previo para la correcta ubicación, así como de las opiniones vertidas por parte del investigador como ayuda adicional para la optimización del o lugares a proteger, si el caso lo amerita.

Las instalaciones deben converger a un punto central el cual optimice la comunicación dentro de la red zigbee, para lo cual se ha desarrollado el plano respectivo. La figura 55 muestra el modelo a escala de la vivienda a proteger.



**Fig.55:** Modelo de vivienda.

**Fuente:** Investigador AutoCAD 2011.

Del plano precedente, se puede notar puntos vulnerables como ventanas y puertas, por lo que los sensores se ubicaran en puntos estratégicos, dentro del rango de alcance de cada una, estos constituidos por S1, S2, S3, S4 o los que sea necesario, en este caso particular la central podrá administrar hasta un máximo de 8 sensores. El coordinador estará ubicado en un punto no visible para terceros, pero de fácil acceso para el usuario propietario el cual pueda manipular la misma, como por ejemplo para el cambio de baterías. La interfaz para manipulación de la red zigbee será ubicada de acuerdo a la facilidad de acceso a la misma por parte del usuario, este determinara el mejor lugar para la ubicación de la misma, lo expuesto se puede apreciar en la figura 56 el cual indica la ubicación de los dispositivos electrónicos para brindar mayor seguridad a la vivienda.

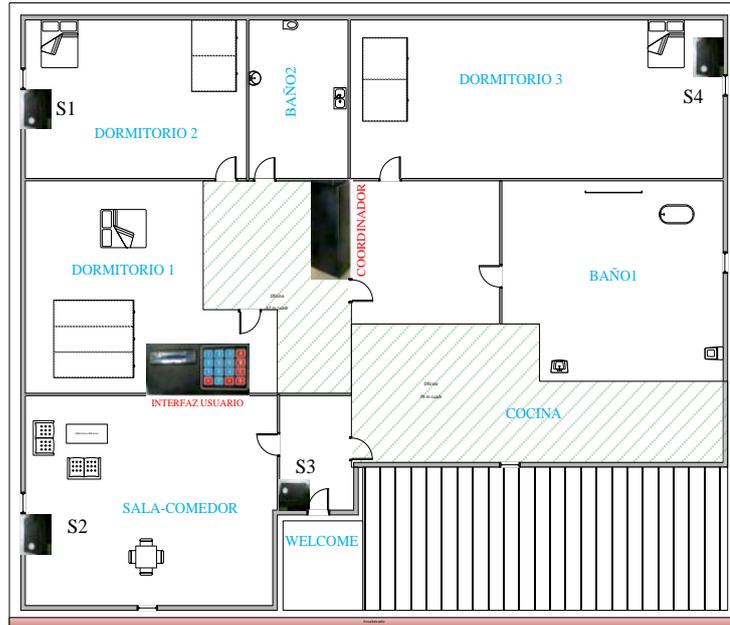


FIGURA	NOMBRE
	CAMA
900,00  VENTANA	VENTANA
 PUERTA	PUERTA
S1, S2, S3, S4	SENSOR1,....., SENSOR4
	APARADOR
	MESA

**Fig.56:** Sistema electrónico acoplado a vivienda, simbología.

**Fuente:** Investigador, desarrollado en Microsoft Visio.

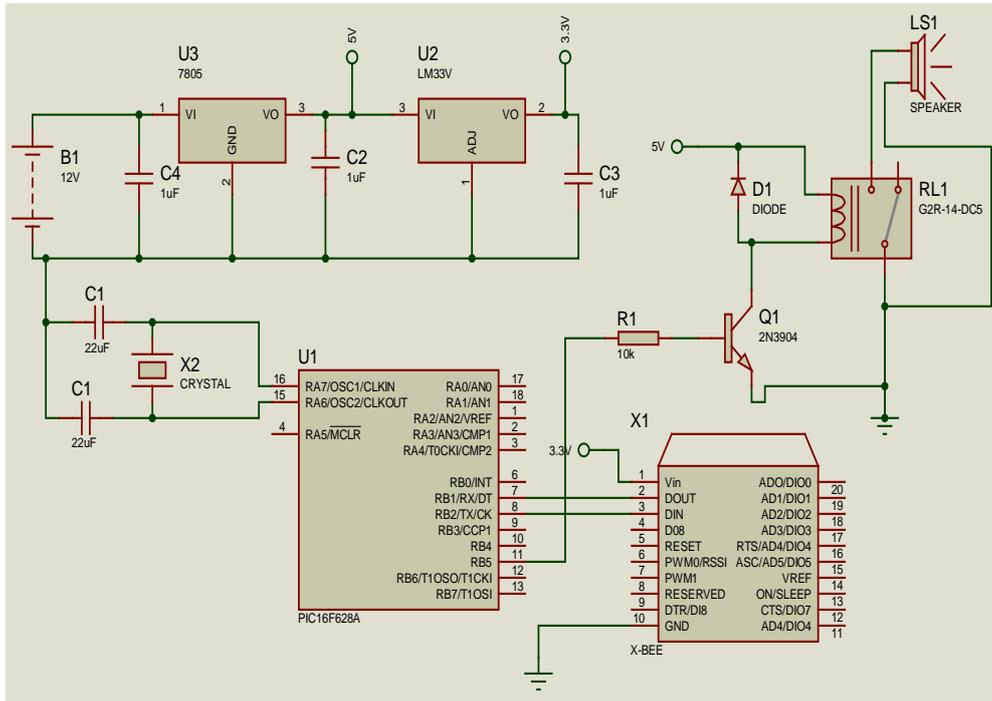
## **6.12 ESTRUCTURA GENERAL DE HARDWARE.**

En este apartado se detalla el diseño de hardware, mostrando la elaboración del diagrama esquemático, el cual permitirá elaborar las placas del prototipo para la comunicación ZigBee entre la estación de control y los dispositivos finales.

En los apartados anteriores ya se especificó la utilización de cada elemento primordial que la componen tanto la estación central así como la de los dispositivos finales y la estación de visualización, por lo que se detallara de manera sistemática como está constituido su estructura general y el funcionamiento respectivo.

Para la elaboración de cada diagrama se ha empleado un computador con el software respectivo instalado el cual es la herramienta para el diseño electrónico, para lo cual se ha optado la utilización del PROTEUS y el EAGLE. Se aplicó la herramienta Proteus ya permite diseñar y simular los proyectos por su fácil manejo y gracias a su amplia gama de librerías. Además se optó por EAGLE ya que permite realizar un diseño más ordenado de los circuitos impresos además este consta de editores de circuitos impresos, editor de diagramas esquemáticos, entre otras cosas.

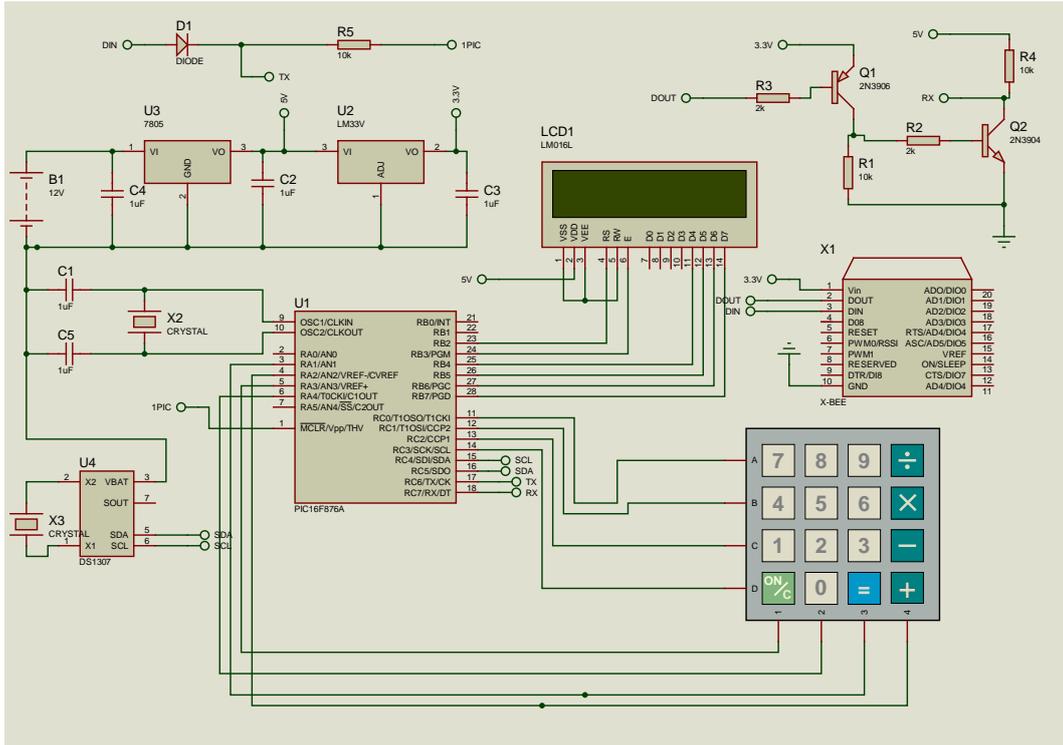
La estación de control el cual sus elementos ya se ha especificado en el inciso 6.10.1 el diagrama general que se muestra en la figura 57 se puede apreciar de manera más detallada como está constituida la estación de control con todos los componentes a utilizar antes descritos. La central o estación de control funciona como coordinador de todo el sistema en este caso de alarma y de las comunicaciones entre distintos dispositivos. La misma está constituida por el módulo ZigBee el cual es el encargado del envío de información o mensajes entre la estación de control y los dispositivos finales así como la de enviar su respectiva información a la etapa de visualización el cual alertara ante la ocurrencia de un evento inesperado hacia el usuario, el Microcontrolador es el encargado de procesar la información que proviene desde y hacia los dispositivos finales, además es quien controla permanentemente los sensores y es el encargado de accionar la sirena ante eventos imprevistos dentro de la red, posee una fuente de alimentación encargada de energizar al sistema, la sirena es el elemento responsable de indicar eventos inesperados en de la red ZigBee.



**Fig.57:** Diagrama general estación de control.

**Fuente:** Investigador desarrollado en ISIS Proteus.

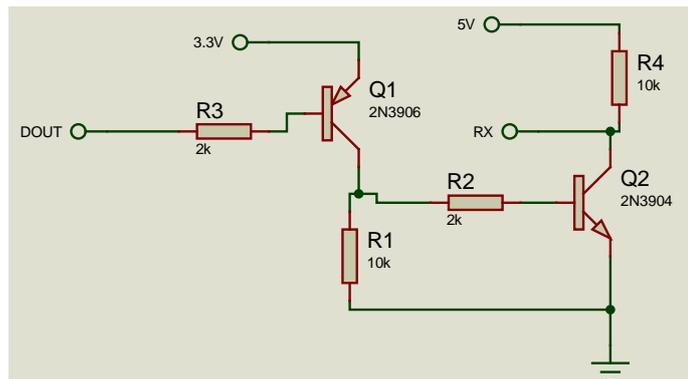
La estación de control visualización además de los elementos antes descritos posee una interfaz de entrada y visualización de datos como se puede observar en la figura 58. El nodo de visualización constituida por el módulo ZigBee encargado del envío de información o mensajes entre la estación de control y los dispositivos finales el cual alerta algún cambio de información por parte del usuario, el Microcontrolador procesa la información desde y hacia los dispositivos finales, amas envía información al LCD quien es encargado de visualizar la información proveniente del Microcontrolador el mismo que permite un control continuo visual por parte del sistema, posee una fuente de alimentación encargado de energizar al sistema, el reloj ds1307 permite un control automático para la activación de elementos dentro del sistema en el caso que no se encuentre nadie en la vivienda, posee un periférico de entrada que es el teclado para manipulación de distintos elementos dentro de la red.



**Fig.58:** Diagrama general estación de control etapa visualización.

**Fuente:** Investigador desarrollado en ISIS Proteus.

De la figura 58 se puede apreciar un arreglo de dos transistores el mismo que permite acondicionar la señal, estos trabajan como inversores para voltajes de 3.3V y 5V respectivamente dicho esquema se puede visualizar en la figura 59.



**Fig.59:** Diagrama acondicionador de voltajes.

**Fuente:** Investigador desarrollado en ISIS Proteus.

El cálculo de las resistencias tanto de R1 y R3 se basa en el análisis para la malla colector y la malla base respectivamente por lo que se debe tomar en cuenta las siguientes características técnicas del transistor 2N3906 las cuales son las siguientes:

Análisis en la malla de colector en R1 para el cálculo de una resistencia mínima a utilizar:

$$\beta=100, I_{Csat} = 10 \text{ mA}, V_{ECsat} = 0.2 \text{ V}, V_{EB} = 0.7 \text{ V}$$

$$R1min = \frac{VCC-V_{ECsat}}{I_{Csat}} (\Omega) \quad \text{ecuación (4)}$$

$$R1 = \frac{3.3V-0.2V}{10 \text{ mA}} = 310 (\Omega)$$

Por lo cual para el diseño se ha utilizado una resistencia de valor de R1=310Ω

Para el cálculo de la resistencia R3 en la malla base se realizó mediante las siguientes formulas:

$$R3max = \frac{VCC-V_{EB}}{I_{Bsat}} (\Omega) \quad \text{ecuación (5)}$$

$$I_{Bsat} = \frac{I_{Csat}}{\beta} (\text{A}) \quad \text{ecuación (6)}$$

$$I_{Bsat} = \frac{10 \text{ mA}}{100} = 0.1 \text{ mA}$$

$$R3max = \frac{3.3V-0.7V}{0.1 \text{ mA}} = 26 \text{ k}\Omega$$

Por lo cual para el diseño se ha optado por una Resistencia de valor R3=10kΩ

Para el cálculo de R2 y R4 se aplicó las siguientes formulas:

$$I_{Bsat} = \frac{I_{Csat}}{\beta} (\text{A}) = \frac{10 \text{ mA}}{100} = 0.1 \text{ mA} \quad \text{ecuación (7)}$$

En la base del transistor se debe aplicar el voltaje de alimentación del módulo Xbee.

$$R2max = \frac{VCC-V_{EB}}{I_{Bsat}} (\Omega) = \frac{3.3V-0.7V}{0.1 \text{ mA}} = 26 \text{ k}\Omega \quad \text{ecuación (8)}$$

Por lo cual se utilizara una Resistencia de valor de 10 kΩ

Para el colector se aplica la siguiente formula:

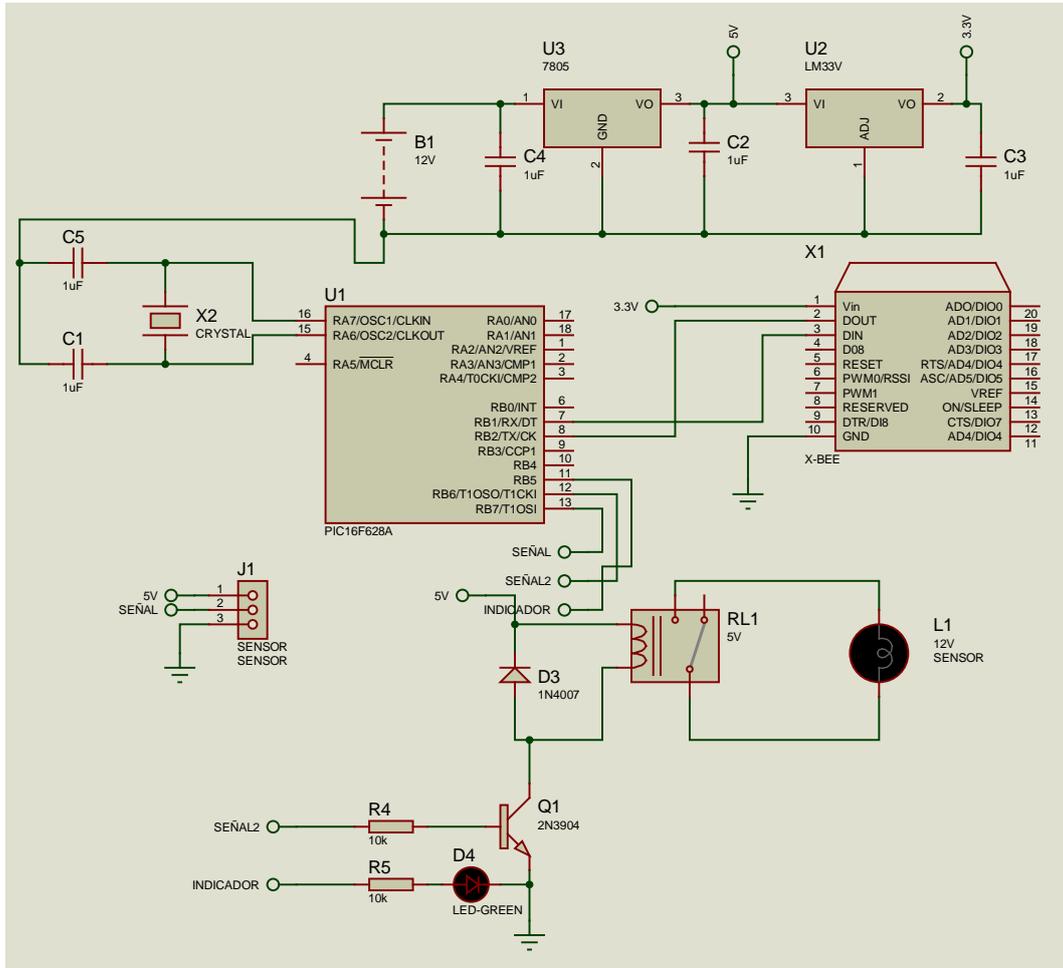
$$R4min = \frac{VCC-V_{ECsat}}{I_{Csat}} (\Omega) \quad \text{ecuación (9)}$$

$$R4 = \frac{5V-0.2V}{10 \text{ mA}} = 480 (\Omega)$$

De esto se ha optado por utilizar para el diseño una R4=10 kΩ

Los valores antes descrito son aproximados para calcular valores reales en la implementación del prototipo se deberá utilizar potenciómetros el cual permita obtener resistencias fijas que garanticen el correcto funcionamiento del sistema.

La correcta ubicación de sensores de acuerdo a nuestras necesidades es primordial es por ello que tales elementos se los acopla en la etapa conocido como dispositivo final, el circuito de la misma se la puede observar en la figura 60 el cual muestra todos sus elementos que la componen, estos detallados en el inciso, a continuación se hará una breve descripción funcional del sistema.



**Fig.60:** Diagrama general dispositivo final.

**Fuente:** Investigador desarrollado en ISIS Proteus.

Esta etapa trabaja con un sensor integrado dependiendo de la necesidad se puede acoplar otros dispositivos con diferentes sensores las cuales monitorean diferentes áreas del hogar como ventanas, puertas, entre otras y la vez envía información a la central estos actúa ante situaciones ya preestablecidas por el usuario propietario de la vivienda y diseñador de la red, todo esto conforma la red lógica, el mismo que permite brindar tranquilidad, confort aun en casos que el propietario no se encuentre presente en el

hogar. El circuito consta de un módulo Xbee en cargado de enviar y recibir información desde y hacia la central la misma que opera con el Microcontrolador quien es encargado de procesar los datos recibidos tanto de la estación de control como la de sensores, también posee un circuito de potencia el cual permite simular la presencia de un persona en el hogar a mas posee una fuente de alimentación primordial para el funcionamiento del sistema.

Los diagramas antes descritos conforman sistemas de monitoreo y control el cual provee un ambiente de seguridad estos con la capacidad de proteger a la persona y sus bienes inmuebles.

La central o estación de control y los dispositivos remotos al igual que cualquier sistema se debe tener en cuenta que posee ventajas así como desventajas. La central opera como un único punto de falla es por eso que debe poner énfasis en su diseño para que funcionen las 24 horas del día a través de esta garantizar el funcionamiento del sistema pero su mayor ventaja es también su peor falencia ya que si esta deja de funcionar toda la red queda inoperable.

Es por ello que al diseñar el sistema la central se dividió en dos etapas los cuales ya se describió anteriormente tales etapas son la de control en sí y la etapa de visualización que ante los ojos de cualquier persona se diría que es el sistema principal por lo que ante cualquier eventualidad la verdadera central activaría la alarma. De esta manera el usuario puede sentirse seguro de que el sistema seguirá funcionando con un alto nivel de tolerancia a fallas. El sistema provee grandes ventajas sobre sistemas convencionales de alarma cableados permitiendo su utilización en situaciones donde se requieren sistemas de alarma muy seguros y de alta disponibilidad. Otra forma de proveer seguridad ante la desconexión de la central es cualquier dispositivo remoto conectado a la red pueda tomar las funciones de central.

### **6.13 ESTRUCTURA DE SOFTWARE DE SISTEMA.**

El sistema opera con Microcontroladores por lo cual la programación se lo ha realizado atendiendo a las necesidades del sistema a más se debe tener en cuenta la operatividad, rendimiento, ejecución en tiempo real, conocimientos previos entre otras, para una ejecución fácil y entendible para el programador. En la actualidad existen varios programas para programar PIC's las más conocidas se ha detallado en el inciso 6.7.6,

por lo cual se ha optado por utilizar un lenguaje de programación basado en el lenguaje BASIC, por lo cual se utilizara el programador llamado Protón IDE el cual es un software de programación fácil y simple que permite un desarrollo rápido y sistemático de los programas, este posee una amplia gama de librerías además permite realizar simulaciones en tiempo real ya que trabaja con simulador ISIS de Proteus así como su principal ventaja es que es un programador que contiene lenguaje de alto nivel.

Se ha desarrollado programas en base a instrucciones que al ejecutar lleven a cabo el procesamiento de la señal para obtener los resultados deseados. Dentro del programa Proton IDE los códigos presentados son parte esencial como conocimiento básico de este gran programa, dentro de Proton IDE se debe tener en cuenta una estructura básico para realizar un programa la cual debe de constar de:

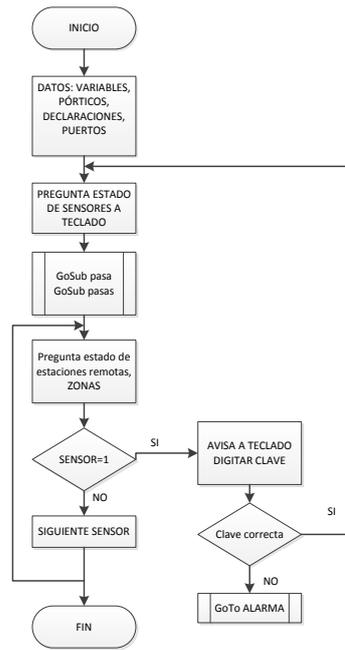
- ❖ Programa de cabecera.
- ❖ Declaraciones.
- ❖ Explicación de signos e identificadores.
- ❖ Declaraciones y comandos.

Cabe recalcar que Proton IDE es un lenguaje no orientada a objetos está orientado hacia simple y sencillo llamados de instrucciones establecidos por el programador.

A continuación se detalla algunas de las funciones básicas empleadas para programación de PIC en el software de Proton IDE para más detalles de este programa se recomienda leer el manual que se lo puede encontrar en el mismo software en la opción de ayuda de la barra de herramientas.

El software del sistema está compuesto por un código fuente para cada Microcontrolador dentro del sistema así como la configuración de los módulos Xbee respectivos, el Microcontrolador necesariamente necesita de la ejecución de un programa para realizar un proceso específico y tomar decisiones.

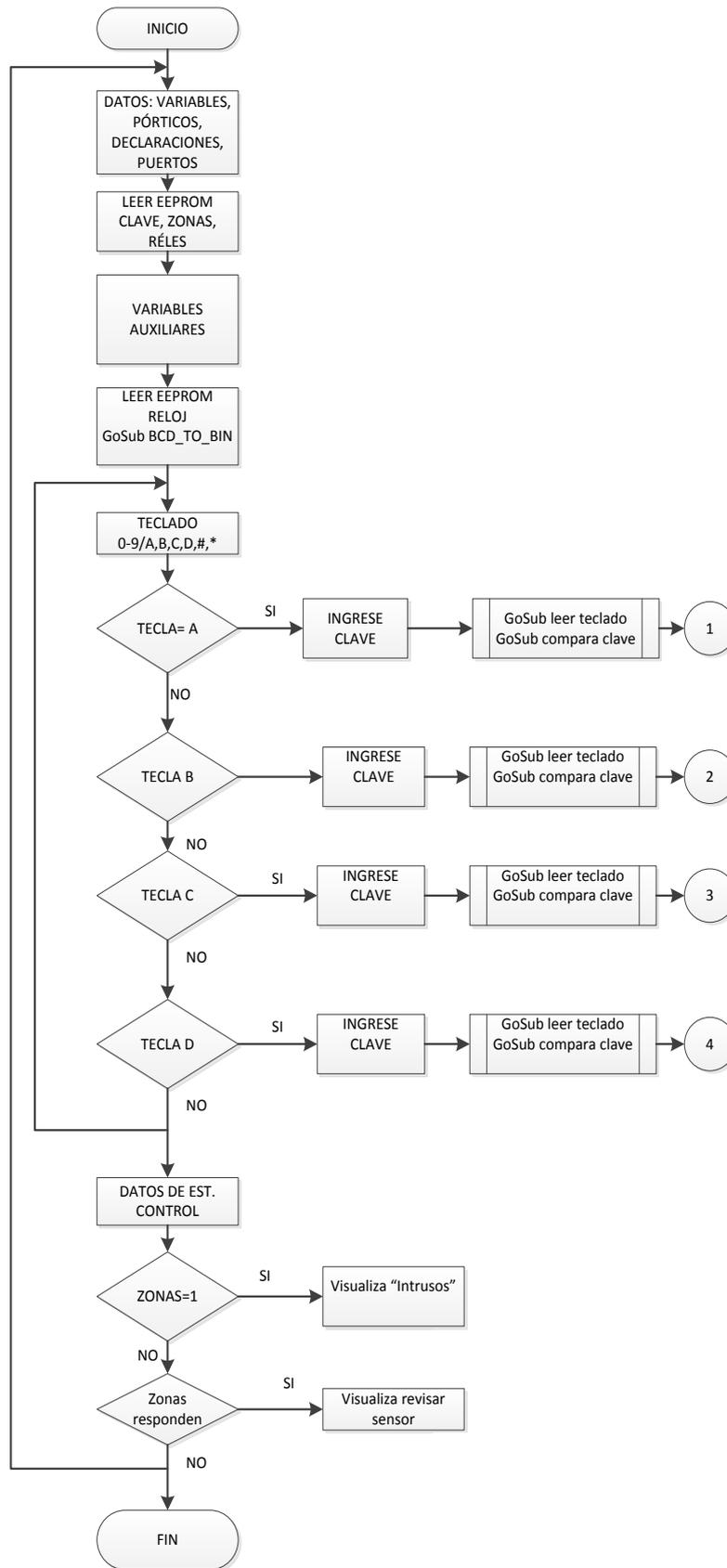
La estación de control posee un código fuente en el cual se ha basado a partir del siguiente diagrama de flujo la cual se especifica en la figura 61, la codificación se la puede encontrar en los anexos revisar ANEXO 12.

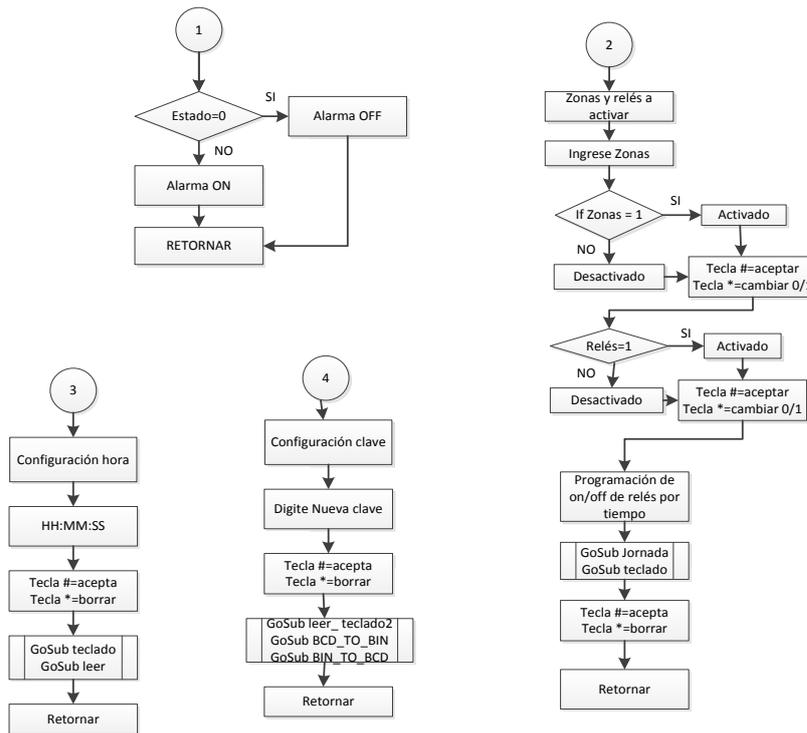


**Fig.61:** Diagrama de flujo estación de control.

**Fuente:** Investigador.

La codificación de la etapa de visualización se basó con el diagrama de flujo especificado en la figura 62 en la cual se muestra los pasos a seguir para poder comprender como estará realizado el código fuente, la programación de la misma se lo ha realizado en el PIC respectivo, la programación se encuentra en la sección de anexos para poder revisarlo VER ANEXO 12





**Fig.62:** Diagrama de flujo estación de visualización.

**Fuente:** Investigador.

Para poder tener una guía para la programación de la estación remota se basó en el diagrama de flujo de la figura 63 y su codificación se puede encontrar en anexos (VER ANEXO 12).



**Fig.63:** Diagrama de flujo estación remotas.

**Fuente:** Investigador.





los elementos en la placa es parte fundamental para el diseño del circuito eléctrico, la figura 67 muestra el acabado final del circuito listo para su presentación y verificación.

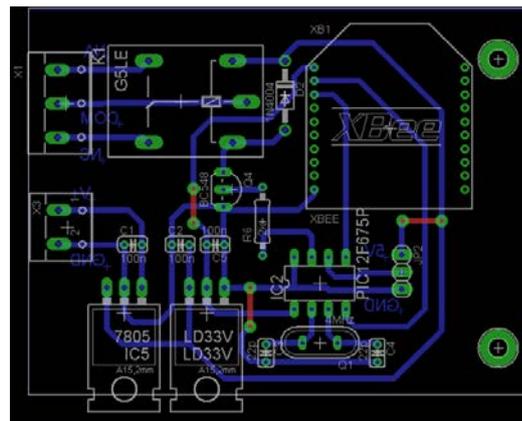


**Fig.67:** Placa final de la estación de visualización.

**Fuente:** Investigador.

### **Placa Estación Remota.**

Esta placa al igual que las anteriores se realizaron pruebas preliminares para su correcto funcionamiento e implementación, dichas pruebas fueron desarrollados en el protoboard, posteriormente verificado su correcto funcionamiento se procedió al diseño de la placa el cual es el encargado de controlar los sensores que se ubicaran en esta etapa de acuerdo a la necesidad del hogar. La figura 68 muestra la elaboración de la placa en el software respectivo para su implementación detallando cada uno de los elementos utilizados.



**Fig.68:** Diseño de placa estación final.

**Fuente:** Investigador desarrollado en EAGLE.

Las etapas de desarrollo de las pistas de la placa, el circuito impreso, la corrosión de las mismas, amas de la soldada de sus respectivos elementos en la figura 69 muestra el acabado final del circuito listo para su presentación y verificación todos estos pasos parte fundamental para el diseño del circuito eléctrico.



**Fig.69:** Placa final de la estación remota.

**Fuente:** Investigador.

Los módulos X-BEE utilizados en cada una de las placas corresponden a la empresa DIGI y se puede apreciar claramente por que posee un color azul dentro de las placas finales presentadas anteriormente. Las placas antes mencionadas están basadas de acuerdo a las necesidades básicas para la seguridad del hogar, pero queda en claro que se puede optimizar los mismos de acuerdo a las necesidades o estudios preliminares para un desempeño más óptimo del sistema.

### **Protección de las placas realizadas.**

Las placas antes mencionadas requieren una protección para que no sufran daños tanto internos como externos es por ello que se ha visto en la necesidad de proveer a cada circuito una caja de protección, en la figura 70 se ve como esta acoplada cada circuito en su respectiva caja de seguridad.



**Fig.70:** Protección para las placas.

**Fuente:** Investigador.

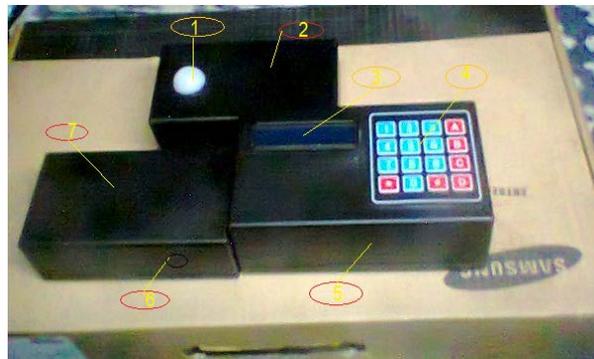
### 6.15 PRUEBAS DEL PROTOTIPO REALIZADO.

El sistema electrónico elaborado ha sido diseñado con un solo propósito garantizar la seguridad del hogar a través de un sistema de alerta inalámbrico dentro de la infraestructura, el sistema consta de módulos Xbee para la comunicación inalámbrica el cual permita proveer de información necesaria de algún evento inesperado dentro de la vivienda mediante el accionamiento de la sirena acoplado a la estación de control, tales eventos inesperados son proporcionados por los sensores ubicados en las estaciones remotas ubicadas en lugares estratégicos dentro de la vivienda.

El sistema de seguridad electrónico a través de tecnología inalámbrica ZigBee está compuesto por elementos visuales que garanticen la seguridad del hogar, los componentes que se muestran en la figura 71 los cuales conforman el sistema se detallan a continuación:

1. Sensor
2. Caja de protección circuito Estación Remotas.
3. Pantalla LCD de 16 caracteres a dos líneas.
4. Teclado matricial 4X4
5. Caja de protección circuito Estación visualización.
6. Salida etapa de potencia sirena.
7. Caja de protección circuito Estación Control.

Las cajas como la de estación de control, la etapa de visualización y la estación remota son de fácil instalación dentro del hogar por su fácil movilidad, las cajas dentro del hogar solo la de visualización estará en un lugar visible y de fácil acceso para el usuario las demás se ubicara en lugares no visibles a primera vista.



**Fig.71:** Componentes del sistema de seguridad.

**Fuente:** Investigador.

El sistema consta de menús los cuales van a permitir realizar diferentes funciones dentro del hogar, a continuación se detalla los pasos a seguir para poder manipular el sistema dentro del hogar.

Al momento de iniciar el sistema electrónico este da la opción de activar o desactivar el sistema de alarma, la activación o desactivación del sistema se lo hace a través del teclado con la tecla “A” en la cual se le configura la clave establecida por parte del usuario, la figura 72 se muestra cómo inicia el sistema.



**Fig.72:** Inicio de sistema, (a) desactivado (b) Activado

**Fuente:** Investigador.

La tecla “B” permite activar/desactivar zonas o sensores ubicados en diferentes áreas del hogar así como sus respectivas etapas de potencia esta etapa primordial a la hora realizar un simulador de presencia en caso de abandono del hogar o para el control de aparatos electrónicos, para ello se debe establecer la clave correspondiente y al entrar en el submenú presionar “1” para encendido y “0” para apagado, la figura 73 muestra cómo se realiza la activación/desactivación de zonas así como sus respectivos relés, el sistema en general está predispuesto para ocho zonas es decir se puede incorporar 8 zonas de seguridad dentro de la vivienda.



**Fig.73:** Activación de sistema, (a) Zonas (b) Relé respectivo a cada zona

**Fuente:** Investigador.

La tecla “C” permite configurar la hora del sistema en caso de estar des configurado este paso es primordial para realizar simulaciones de presencia principalmente en la

noche para la activación y desactivación de relés paso que se realiza con la tecla “B”, en la figura 74 se indica la configuración de la hora.



**Fig.74:** Activación de sistema, configuración hora.

**Fuente:** Investigador.

La tecla “D” permite configurar la clave del sistema para mayor seguridad de la misma, en la figura 75 se muestra el cambio de clave, la clave consta de 4 dígitos del teclado comprendido entre el 0 al 9, la configuración de la clave permite al usuario el control de todo el sistema ya que cada paso se realiza mediante claves para mayor seguridad.



**Fig.75:** Activación de sistema, configuración clave.

**Fuente:** Investigador.

Las tecla “#” en el teclado, al presionarla ayuda a aceptar cualquier cambio que se realice dentro del sistema, es parecido a la tecla enter de una PC, la tecla “\*” al presionarla permite borrar un carácter si por error presionamos alguna tecla que no corresponda a una función determinada como por ejemplo al ejecutar la clave.

Si por algún motivo el sensor en este caso el de presencia se activa manda un mensaje a la central y este espera un pequeño lapso de tiempo si no se ejecuta la clave este manda un mensaje a la estación de visualización este muestra en pantalla de que hay intrusos al mismo tiempo se activa una sirena de emergencia, la figura 76 muestra la presencia de intrusos en caso de que se active una alarma dentro del hogar.



**Fig.76:** Activación de sistema, intrusos en el hogar.

**Fuente:** Investigador.

La falla de algún sensor dentro de la vivienda se puede ver a través de un mensaje que se visualiza en la LCD el cual alertara al usuario de una posible falla o desconexión de los sensores, en este caso funciona para 8 zonas es decir que puede haber 8 tipos de sensores o a su vez integrar sensores de movimiento o presencia en áreas vulnerables en el hogar, la figura 77 se puede apreciar en caso de falla de la estación remota en este caso es la zona 1 o sensor uno.



**Fig.77:** Activación de sistema, falla de zonas.

**Fuente:** Investigador.

## 6.16 ESTUDIO ECONÓMICO.

### 6.16.1 Análisis económico del proyecto.

En esta sección se da a conocer el análisis económico referencial de construcción del presente proyecto, este análisis se basa en función al prototipo antes descrito, para lo cual se empleó dispositivos conocidos y accesibles en el mercado local.

### 6.16.2 Presupuesto económico.

Esta etapa es primordial, ya que a través de este se puede determinar el costo real para la elaboración del sistema electrónico el cual permite controlar y manipular dispositivos de seguridad (sensores) dentro y alrededor de la vivienda con la aplicación de la tecnología inalámbrica ZigBee, los costos de cada elemento utilizados se detallan a continuación partiendo del análisis las cuales se dividen en tres etapas.

- ✚ Presupuesto estación de control.
- ✚ Presupuesto estación de visualización.
- ✚ Presupuesto estación remota (sensores).

En la tabla 18 se puede observar el presupuesto correspondiente a la estación de control en la cual se muestra los costos de los elementos y dispositivos empleados.

**Tabla 18:** Costos de Materiales de la estación de control.

Ítem	Componentes	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(\$)	Subtotal (\$)
1	Módulo Xbee	c/u	1	53	53
2	PIC 16F628A	c/u	1	3,5	3,5
3	Bornera 3pines	c/u	2	0,3	0,6
4	Diodo 1N4007	c/u	3	0,1	0,3
5	Capacitor cerámico	c/u	5	0,1	0,5
6	Relé 5V	c/u	1	0,65	0,65
7	Relé 9V	c/u	1	0,95	0,95
8	Resistencias	c/u	1	0,03	0,03
9	Transistor 2N3904	c/u	1	0,1	0,1
10	Capacitor electrolítico	c/u	1	0,35	0,35
11	Cristal de 20MHz	c/u	1	0,64	0,64
12	Regulador LM7805	c/u	1	0,5	0,5
13	Regulador 3.3V	c/u	1	1	1
14	Sirena	c/u	1	20,00	20,00
15	Zócalo de 18 pines	c/u	1	0,15	0,15
				<b>Total (\$)</b>	<b>82,27</b>

**Elaborado por:** Investigador.

En la tabla 19 se puede observar el presupuesto correspondiente a la estación de visualización en la cual se muestra los costos de los elementos y dispositivos empleados.

**Tabla 19:** Costos de materiales estación de visualización.

Ítem	Componentes	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(\$)	Subtotal (\$)
1	Módulo Xbee	c/u	1	53,00	53,00
2	PIC 16F886	c/u	1	5,97	5,97
3	Bornera 3pines	c/u	1	0,3	0,30
4	Diodo 1N4007	c/u	2	0,1	0,20
5	Capacitor cerámico	c/u	5	0,1	0,5
6	Diodo 1N4148	c/u	1	0,10	0,10
7	Relé 9V	c/u	1	0,95	0,95
8	Resistencias	c/u	9	0,03	0,27
9	Transistor 2N3904	c/u	2	0,10	0,20
10	Capacitor electrolítico	c/u	1	0,35	0,35
11	Cristal de 4MHz	c/u	1	0,64	0,64
12	Regulador LM7805	c/u	1	0,50	0,50
13	Regulador 3.3V	c/u	1	1,00	1,00
14	Zócalo de 28 pines	c/u	1	0,25	0,25
15	Header hembra 16	c/u	1	0,45	0,45
16	Header macho	c/u	1	0,60	0,60
17	Zócalo batería	c/u	1	0,38	0,38
18	Pila 3V litio	c/u	1	2,50	2,50
19	Cristal de 32 KHz	c/u	1	0,85	0,85
20	Zócalo de 8 pines	c/u	1	0,10	0,10
21	Reloj DS1307	c/u	1	4,00	4,00
22	LCD 16x2	c/u	1	7,34	7,34
23	Teclado 4x4	c/u	1	6,32	6,32
				<b>Total (\$)</b>	<b>86,77</b>

**Elaborado por:** Investigador.

En la tabla 20 se puede observar el presupuesto correspondiente a la estación remota en la cual se muestra los costos de los elementos y dispositivos empleados.

**Tabla 20:** Costos de materiales estación remota.

Ítem	Componentes	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(\$)	Subtotal (\$)
1	Módulo Xbee	c/u	1	53	53
2	PIC 12F675	c/u	1	2,81	2,81
3	Bornera 3pines	c/u	1	0,30	0,30
4	Diodo 1N4007	c/u	1	0,1	0,10
5	Capacitor cerámico	c/u	5	0,1	0,5
6	Relé 5V	c/u	1	0,65	0,65
7	Header hembra de 16	c/u	1	0,45	0,45
8	Resistencias	c/u	1	0,03	0,03
9	Transistor 2N3904	c/u	1	0,1	0,1
10	Bornera de 2pines	c/u	1	0,25	0,25
11	Cristal de 4MHz	c/u	1	0,64	0,64
12	Regulador LM7805	c/u	1	0,5	0,5
13	Regulador 3.3V	c/u	1	1	1
14	Zócalo de 8 pines	c/u	1	0,1	0,1
15	Sensor PIR	c/u	1	12,68	12,68
				<b>Total (\$)</b>	<b>73,11</b>

**Elaborado por:** Investigador.

A continuación se detalla los gastos de materiales extras empleados para la implementación del presente proyecto es por ello que la tabla 21 se puede observar los costos, para el diseño y protección de las placas que conforman el sistema electrónico.

**Tabla 21:** Costos de diseño, detalles y protección.

Ítem	Componentes	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(\$)	Subtotal (\$)
1	Baquelita 30x20	c/u	1	3,70	3,70
2	Caja plástica N 160x95x62	c/u	1	8,00	8,00
3	Caja plástica N 135x75x49	c/u	3	5,20	15,60
4	Baterías 9V	c/u	4	1,50	6,00
5	Broches Baterías	c/u	4	0,25	1,00
6	Varios	c/u	1	5,00	5,00
7					
				<b>Total (\$)</b>	<b>39,30</b>

**Elaborado por:** Investigador.

Para realizar el sistema electrónico con aplicación de tecnología inalámbrica ZigBee la mano de obra empleados en la tabla 22 se detalla el tiempo empleado para el efecto de la misma.

**Tabla 22:** Mano de obra empleado.

Ítem	Descripción	Horas/Hombre
1	Adquisición de materiales	48
2	Programación PIC	72
3	Pruebas iniciales	8
4	Configuración Módulos Xbee	4
4	Elaboración de placas	72
5	Pruebas finales	6
6	Detalles finales	24
	<b>TOTAL</b>	<b>234</b>

**Elaborado por:** Investigador

El costo total para la realización del presente proyecto se detalla en la tabla 23 en el cual se especifica los costos de cada etapa así como el costo de la mano de obra.

**Tabla 23:** Costos final.

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(\$)	Subtotal (\$)
1	Gastos estación de control	c/u	1	82,27	82,27
2	Gastos estación visualización	c/u	1	86,77	86,77
3	Gastos estación remota	c/u	2	73,11	146,22
4	Costos de diseño, detalles y protección.	c/u	1	39,30	39,30
5	Costo mano de obra Programación.	c/u	1	80,00	80,00
6	Costo mano de obra diseño placas.	c/u	1	100,00	100,00
7	Costo mano de obra detalles.	c/u	1	20,00	20,00
				<b>Total (\$)</b>	<b>554,56</b>

**Elaborado por:** Investigador.

De acuerdo a los costos y beneficios que proveerá la elaboración sistema electrónico el cual permita controlar y manipular dispositivos de seguridad dentro y alrededor de la vivienda con la aplicación de la tecnología inalámbrica ZigBee, se determina que es accesible para los usuarios propietarios de viviendas así como para el público en general quienes quieran proteger su hogar a través de la tecnología inalámbrica en esta caso particular por medio de módulos Xbee.

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 CONCLUSIONES.**

Una vez efectuado el trabajo relacionado con el diseño de un sistema electrónico el cual permita controlar y manipular dispositivos de seguridad apropiados dentro y alrededor de la vivienda con la aplicación de la tecnología inalámbrica ZigBee se obtuvo las siguientes conclusiones:

- ❖ El sistema electrónico diseñado está basado en la aplicación de sensores infrarrojos de movimiento con alta sensibilidad y fiabilidad, bajo consumo de corriente ( $<50\mu\text{A}$ ) y un rango de voltaje de trabajo 4,5-20V, bajo el estándar IEEE 802.15.4, provee de una solución de bajo costo, de reducida complejidad, alcance adecuado de la señal dentro del hogar de hasta 30m, mínimo consumo de energía en transmisión(45mA) y recepción(50mA), estableciendo funciones de control en tiempo real gracias a las características técnicas de seguridad con encriptación AES de 128 bits (estándar de encriptación avanzada) que provee los módulos Xbee de la marca DIGI de la serie 1.
  
- ❖ La transmisión y recepción de datos de forma inalámbrica con la aplicación de módulos Xbee opera bajo una red física punto multipunto, en la banda libre ISM 2,4GHz, capacidad de encriptación de 128 bit, transmisión de datos (250Kbps), y la sensibilidad hasta de -92 dBm, potencia transmisión de 1mW (0dBm) y aplicando un identificador de red de área personal (PAN ID) se garantiza seguridad y fiabilidad en la transmisión de datos dentro de la red.

- ❖ La administración del sistema es de fácil configuración, ya que cuenta con métodos de verificación de ingreso personal, mediante claves de acceso para activación o desactivación del todo el sistema en si o a su vez de un nodo específico a través de un teclado, el cual se ha comprobado dentro de la vivienda, mediante la simulación de alarmas en caso intrusión de personas no deseadas, haciendo factible la aplicación de la misma.

## **7.2 RECOMENDACIONES.**

- ❖ Es recomendable realizar un estudio técnico de las instalaciones a proteger, esto permitirá conocer las diferentes necesidades y requerimientos así como las bases para un diseño adecuado del circuito electrónico y la aplicación de dispositivos adicionales que el mercado de la domótica ofrece para dicho propósito por ejemplo sensores de humedad, humo, calor entre otras y así proveer de mayor seguridad a la vivienda.
- ❖ Es fundamental hacer uso adecuado de las placas electrónicas elaboradas, teniendo en cuenta sus limitaciones de alcance no superior a 30m, observando de igual forma la correcta colocación de la estación de control como las de los sensores y una correcta ubicación de la estación de interfaz de usuario para su fácil acceso y no cree falsas alarmas dentro del sistema.
- ❖ Para evitar que personas no autorizadas tengan acceso al sistema de control dentro de la vivienda se recomienda asignar contraseñas de acceso seguras y confiarlas según el grado de responsabilidad que se tenga dentro del hogar.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS.

<b>2G:</b>	Segunda generación.
<b>3G:</b>	Tercera generación.
<b>ACK:</b>	Acknowledgement (Reconocimiento).
<b>AES:</b>	Estándar de Encriptación Avanzada.
<b>AD/DA</b>	Convertor Análogo-Digital/ Digital-Análogo
<b>AF:</b>	Marco de Aplicación.
<b>API:</b>	Application Programming Interface. Interfaz de Programación Aplicada.
<b>APL:</b>	Application Layer. Capa de Aplicación.
<b>ASK:</b>	Amplitudes Shift Keying. Modulación por Desplazamiento de Amplitud
<b>AT:</b>	Attention (Atención).
<b>BE:</b>	Exponente de Backoff.
<b>BI:</b>	Intervalo de Baliza.
<b>BP:</b>	Backoff Period
<b>BPSK:</b>	Binary Phase Shift Keying

## Modulación con Desplazamiento de Fase Binaria

<b>CAP:</b>	Período de acceso de Contención
<b>CPU:</b>	Unidad Central de Procesamiento
<b>CCA:</b>	Clear Channel Assessment Evaluación de canal libre.
<b>CFP:</b>	Periodo de Contención Libre
<b>CS:</b>	Carrier Sense Detección de Portadora
<b>CSMA-CA:</b>	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance Acceso Múltiple por Detección de Portadora y Prevención de Colisiones
<b>CW:</b>	Ventana de Contención
<b>DSSS:</b>	Direct Sequence Spread Spectrum Espectro Ensanchado por Secuencia Directa
<b>EEPROM:</b>	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory Memoria de Solo Lectura programable y borrada eléctricamente
<b>ED:</b>	Energy Detection Detección de Energía
<b>FCS:</b>	Frame Check Sequence Secuencia de chequeo de Paquete

<b>FFD:</b>	Full Function Device Dispositivo de Funcionalidad Completa
<b>GHZ:</b>	Frecuencia Giga Hertz
<b>GSM:</b>	Global System for Mobile Sistema Global para Móviles
<b>GTS:</b>	Guaranteed Time Slot Intervalo de Tiempo Garantizado
<b>IEEE:</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
<b>IFS:</b>	Espacio entre Tramas
<b>ISM:</b>	Industrial, Científica y Medica
<b>LAN:</b>	Local Area Network Red de Área local
<b>LIFS:</b>	Longitud de Espacio entre Tramas
<b>LQI:</b>	Link Quality Indicator
<b>MAC:</b>	Medium Access Control Layer Control de Acceso al Medio
<b>MIC:</b>	Código de Integridad de Mensaje
<b>MFR:</b>	Final de trama MAC

<b>MHR:</b>	Cabecera de la trama MAC
<b>MHZ:</b>	Frecuencia Mega Hertz
<b>MPDU:</b>	MAC Protocol Data Unit Protocolo de Unidad de Datos de la capa Física
<b>NB:</b>	Número de Backoff
<b>NWK:</b>	Network Layer Capa de red
<b>O_QPSK:</b>	Offset Quadrature Phase Shift Keying Modulación con desplazamiento de fase en cuadratura con desplazamiento temporal
<b>OSI:</b>	Open Systems Interconnection. Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos
<b>PHR:</b>	Cabecera de la Capa Física
<b>PHY:</b>	Physical Layer Capa Física
<b>PPDU:</b>	Physical Layer Protocol Data Unit Protocolo de Unidad de Datos de la Capa Física
<b>PROM:</b>	Programmable read-only memory Memoria de solo lectura programable

<b>PSDU:</b>	Physical Layer Service Data Unit Servicio de Unidad de Datos de la Capa Física
<b>QoS:</b>	Calidad de Servicio
<b>RAM:</b>	Random Access Memory Memoria de acceso Aleatorio.
<b>ROM:</b>	Read-only memory Memoria de solo lectura.
<b>RF:</b>	Radio Frecuencia
<b>RFD:</b>	Reduced Function Device Dispositivo de funcionalidad Reducida
<b>Rx:</b>	Recepción
<b>SAP:</b>	Service Access Point
<b>SD:</b>	Duración de Supertrama
<b>SHR:</b>	Cabecera de Sincronización
<b>SSP</b>	Security Service Provider
<b>TEMI:</b>	Trabajo estructurado de manera Independiente
<b>Tx:</b>	Transmisión
<b>UMTS:</b>	Universal Mobile Telecommunications System

<b>UART:</b>	Sincronización Universal de Tx/Rx
<b>WLAN:</b>	Red Inalámbrica de Área local
<b>WMAN:</b>	Red Inalámbrica de Área Metropolitana
<b>WPAN:</b>	Wireless Personal Area Networks Redes Inalámbricas de area personal
<b>WWAN:</b>	Wireless Wide Area Network Red Inalámbrica de Área Extensa
<b>ZC:</b>	Zigbee Coordinator Coordinador ZigBee
<b>ZDO:</b>	Dispositivo Objetos ZigBee
<b>ZED:</b>	Zigbee end Device Dispositivo final
<b>ZR:</b>	Router Zigbee

## **BIBLIOGRAFÍA:**

[1] Gustavo Israel Valle Medina *SISTEMA DOMÓTICO CON TECNOLOGÍA EIBKONNEX PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE SERVICIOS, CONFORT Y SEGURIDAD EN LA EMPRESA SISTELDATA S.A*, Modalidad: TEMI – UTA-FISEI Año: 2012.

[2] Mercedes Cristina Naranjo Ordóñez y Diego Marcelo Chilinguina Chilinguina *ZIGBEE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SALA DE CONFERENCIAS INTELIGENTES EN LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A*. Modalidad: TEMI – ESPOCH Año: 2010

[3] Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo *DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA NO CONVENCIONAL BASADO EN REDES ZIGBEE (802.15.4) PARA REALIZAR UN CONTROL SOBRE EQUIPOS DE VIDEO E INTEGRACIÓN A SISTEMAS DE SUPERVISIÓN DE MAYOR JERARQUÍA* Modalidad: TEMI – ESPE Año: 2009.

[4] Tienda de robótica y el equipo de cosas de mecatrónica, *LIBRO BÁSICO DE ARDUINO*, primera edición, Bogotá, Colombia, 2012.

[5] definicionabc.com, Definición de Inmueble. [Online]. Disponible en: <http://www.definicionabc.com/general/inmueble.php> [Consultado 16/11/2013].

[6] Stefan Junestrand, Xavier Passaret, Daniel Vázquez, *DOMOTICA Y HOGAR DIGITAL*, España, 2005.

[7] ingeborda.com.ar, Control Inteligente. [Online]. Disponible en: [www.ingeborda.com.ar/.../Introducción%20Control%20Inteligente%...](http://www.ingeborda.com.ar/.../Introducción%20Control%20Inteligente%...) [Consultado 18/1/2014]

[8] Werner Harke, *DOMÓTICA PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS*, primera edición, Marcombo S.A, BARCELONA, 2010.

[9] Colegio de Ingenieros Especialista de Córdoba, *GUÍA DE CONTENIDOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN PROYECTO DE DOMÓTICA*, Comisión de Domótica, 2012.

- [10] guerin.es, Domótica, [Online]. Disponible en: <http://www.guerin.es/material-electrico/soluciones/soluciones.php?idpagina=115>, [Consultado 11 Enero 2014]
- [11] Abraham Haek Pérez, Desirée Bellido Toré, Jaime Durán Díaz, Jose Antonio Cano Martin, José Aguilar Porro, Ovidio Javier González de Uña, Pedro José Gámez Chamorro, Víctor Herrero Solana, Víctor López Mielgo, *TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS*, Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía IDEA, 2008.
- [12] Enrique Herrera, *INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES MODERNAS*, primera edición, México D.F, Editorial LIMUSA S.A, 2004
- [13] Carmen de Pablos Heredero, *INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES EN LA EMPRESA*, ESIC EDITORIAL, España, 2004.
- [14] Houda Labiod, Hossam Afifi, Costantino de Santis, *WI-FI, BLUETOOTH, ZIGBEE AND WIMAX*, editorial Springer Verlag, 2007.
- [15] Ortega Huembés Carlos Alberto, Roque. Managua Deyanira del Socorro, *TRABAJO DE TÉCNICAS DE ALTA FRECUENCIA*, Universidad Nacional de Ingeniería, 2008.
- [16] Dignani Jorge Pablo, 2011 *ANÁLISIS DEL PROTOCOLO ZIGBEE*, Facultad de Informática Universidad Nacional de la Plata, 2011.
- [17] definicion.de, Seguridad definición. [Online]. Disponible en: <http://definicion.de/seguridad/> [Consultado 21/12/13]
- [18] City of Bellevue, Tipos de seguridad, [Online]. Disponible en: [http://www.ci.bellevue.wa.us/personal\\_security.htm](http://www.ci.bellevue.wa.us/personal_security.htm), [Consultado 21/12/13]
- [19] mitecnologico.com, Concepto de normas: [Online]. Disponible en: <http://www.mitecnologico.com/Main/ConceptoDeNormasYClasesDeNormas>. [Consultado 21/12/13].

[20] Érica García, Silvana Mosquera, *PREVENCIÓN EN TODAS SUS FORMAS*, Buenos Aires, Publicado: jueves 21 de noviembre de 2002, [Online]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/preven/preven.shtml> [Consultado 21/12/13]

[21] A. Serna, F. Ros, J.C.Rico, *GUÍA PRÁCTICA DE SENSORES* primera edición, España, creaciones Copyright, S.L, 2010.

[22] Andrés Oyarce, *XBEE GUÍA DE USUARIO*, Ingeniería MCI Ltda. – Luis Thayer Ojeda 0115 of 402, Providencia, Santiago Chile, 2010

[23] José Angulo Usategui, Ignacio A. Martínez, *MICROCONTROLADORES PIC DISEÑO PRÁCTICO DE APLICACIONES*, tercera edición, 2005.

## ANEXOS

### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

#### Encuesta dirigida a propietarios de inmuebles del Caserío Tangaiche del Cantón Ambato

**OBJETIVO:** Recopilación de información acerca de las tecnológicos actuales en sus hogares y ver el nivel de inseguridad en el sector para elaborar el proyecto “Aplicación de tecnologías inalámbricas en inmuebles residenciales y su incidencia en la seguridad”, previo a la obtención del título de Ing. En Electrónica y Comunicaciones.

**INSTRUCCIONES:** Marque con una X la opción que usted elija, además tenga en cuenta que la veracidad de sus respuestas permitirá obtener el desarrollo de una investigación real y efectiva.

1. **¿Considera usted que la seguridad actual de su hogar es óptima?**

SI ( )

NO ( )

2. **¿Ha sido víctima de robo en su hogar?**

SI ( )

NO ( )

3. **¿Cree usted que la tecnología actual ayudaría a disminuir el índice delictivo en hogares?**

SI ( )

NO ( )

4. **¿Cómo considera usted el nivel de seguridad en su barrio?**

BUENA ( )

MALA ( )

PÉSIMA ( )

5. **¿Ha escuchado hablar o ha visto algún delito que involucre el robo a inmuebles en el sector donde vive?**

SI ( )

NO ( )

6. **¿Ha escuchado hablar acerca de la tecnología inalámbrica enfocados a inmuebles residenciales?**

SI ( )

NO ( )

7. **¿Conoce usted acerca de los beneficios que brindan un hogar digital?**

SI ( )

NO ( )

8. **¿Le gustaría automatizar su hogar para la vigilancia de la misma?**

SI ( )

NO ( )

**¡AGRADECEMOS SU COLABORACIÓN!**

## ANEXO 2

The XBee and XBee-PRO RF Modules were engineered to meet IEEE 802.15.4 standards and support the unique needs of low-cost, low-power wireless sensor networks. The modules require minimal power and provide reliable delivery of data between devices.

The modules operate within the ISM 2.4 GHz frequency band and are pin-for-pin compatible with each other.



## Key Features

### Long Range Data Integrity

#### XBee

- Indoor/Urban: up to 100' (30 m)
- Outdoor line-of-sight: up to 300' (90 m)
- Transmit Power: 1 mW (0 dBm)
- Receiver Sensitivity: -92 dBm

#### XBee-PRO

- Indoor/Urban: up to 300' (90 m), 200' (60 m) for International variant
- Outdoor line-of-sight: up to 1 mile (1600 m), 2500' (750 m) for International variant
- Transmit Power: 63mW (18dBm), 10mW (10dBm) for International variant
- Receiver Sensitivity: -100 dBm

RF Data Rate: 250,000 bps

### Advanced Networking & Security

Retries and Acknowledgements  
DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)  
Each direct sequence channels has over 65,000 unique network addresses available  
Source/Destination Addressing  
Unicast & Broadcast Communications  
Point-to-point, point-to-multipoint and peer-to-peer topologies supported

### Low Power

#### XBee

- TX Peak Current: 45 mA (@3.3 V)
- RX Current: 50 mA (@3.3 V)
- Power-down Current: < 10  $\mu$ A

#### XBee-PRO

- TX Peak Current: 250mA (150mA for international variant)
- TX Peak Current (RPSMA module only): 340mA (180mA for international variant)
- RX Current: 55 mA (@3.3 V)
- Power-down Current: < 10  $\mu$ A

### ADC and I/O line support

Analog-to-digital conversion, Digital I/O  
I/O Line Passing

### Easy-to-Use

No configuration necessary for out-of box RF communications  
Free X-CTU Software (Testing and configuration software)  
AT and API Command Modes for configuring module parameters  
Extensive command set  
Small form factor

## Worldwide Acceptance

**FCC Approval** (USA) Refer to Appendix A [p64] for FCC Requirements. Systems that contain XBee®/XBee-PRO® RF Modules inherit Digi Certifications.

ISM (Industrial, Scientific & Medical) **2.4 GHz frequency band**

Manufactured under **ISO 9001:2000** registered standards

XBee®/XBee-PRO® RF Modules are optimized for use in the United States, Canada, Australia, Japan, and Europe. Contact Digi for complete list of government agency approvals.



## Specifications

Table 1-01. Specifications of the XBee®/XBee-PRO® RF Modules

Specification	XBee	XBee-PRO
<b>Performance</b>		
Indoor/Urban Range	Up to 100 ft (30 m)	Up to 300 ft. (90 m), up to 200 ft (60 m) International variant
Outdoor RF line-of-sight Range	Up to 300 ft (90 m)	Up to 1 mile (1600 m), up to 2500 ft (750 m) international variant
Transmit Power Output (software selectable)	1mW (0 dBm)	63mW (18dBm)* 10mW (10 dBm) for International variant
RF Data Rate	250,000 bps	250,000 bps
Serial Interface Data Rate (software selectable)	1200 bps - 250 kbps (non-standard baud rates also supported)	1200 bps - 250 kbps (non-standard baud rates also supported)
Receiver Sensitivity	-92 dBm (1% packet error rate)	-100 dBm (1% packet error rate)
<b>Power Requirements</b>		
Supply Voltage	2.8 – 3.4 V	2.8 – 3.4 V
Transmit Current (typical)	45mA (@ 3.3 V)	250mA (@3.3 V) (150mA for international variant) RPSMA module only: 340mA (@3.3 V) (180mA for international variant)
Idle / Receive Current (typical)	50mA (@ 3.3 V)	55mA (@ 3.3 V)
Power-down Current	< 10 $\mu$ A	< 10 $\mu$ A
<b>General</b>		
Operating Frequency	ISM 2.4 GHz	ISM 2.4 GHz
Dimensions	0.960" x 1.087" (2.438cm x 2.761cm)	0.960" x 1.297" (2.438cm x 3.294cm)
Operating Temperature	-40 to 85° C (industrial)	-40 to 85° C (industrial)
Antenna Options	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector, RPSMA Connector	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector, RPSMA Connector
<b>Networking &amp; Security</b>		
Supported Network Topologies	Point-to-point, Point-to-multipoint & Peer-to-peer	
Number of Channels (software selectable)	16 Direct Sequence Channels	12 Direct Sequence Channels
Addressing Options	PAN ID, Channel and Addresses	PAN ID, Channel and Addresses
<b>Agency Approvals</b>		
United States (FCC Part 15.247)	OUR-XBEE	OUR-XBEEPRO
Industry Canada (IC)	4214A XBEE	4214A XBEEPRO
Europe (CE)	ETSI	ETSI (Max. 10 dBm transmit power output)*
Japan	R201WW07215214	R201WW08215111 (Max. 10 dBm transmit power output)*
Australia	C-Tick	C-Tick

## ANEXO 3



# MICROCHIP PIC16F627A/628A/648A

## 18-pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

### High-Performance RISC CPU:

- Operating speeds from DC – 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single-word Instructions:
  - All instructions single cycle except branches

### Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options:
  - Precision Internal 4 MHz oscillator factory calibrated to  $\pm 1\%$
  - Low-power internal 48 kHz oscillator
  - External Oscillator support for crystals and resonators
- Power-saving Sleep mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low-voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range (2.0-5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High-Endurance Flash/EEPROM cell:
  - 100,000 write Flash endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - 40 year data retention

### Low-Power Features:

- Standby Current:
  - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 12  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 120  $\mu$ A @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
  - 1  $\mu$ A @ 2.0V, typical
- Timer1 Oscillator Current:
  - 1.2  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual-speed Internal Oscillator:
  - Run-time selectable between 4 MHz and 48 kHz
  - 4  $\mu$ s wake-up from Sleep, 3.0V, typical

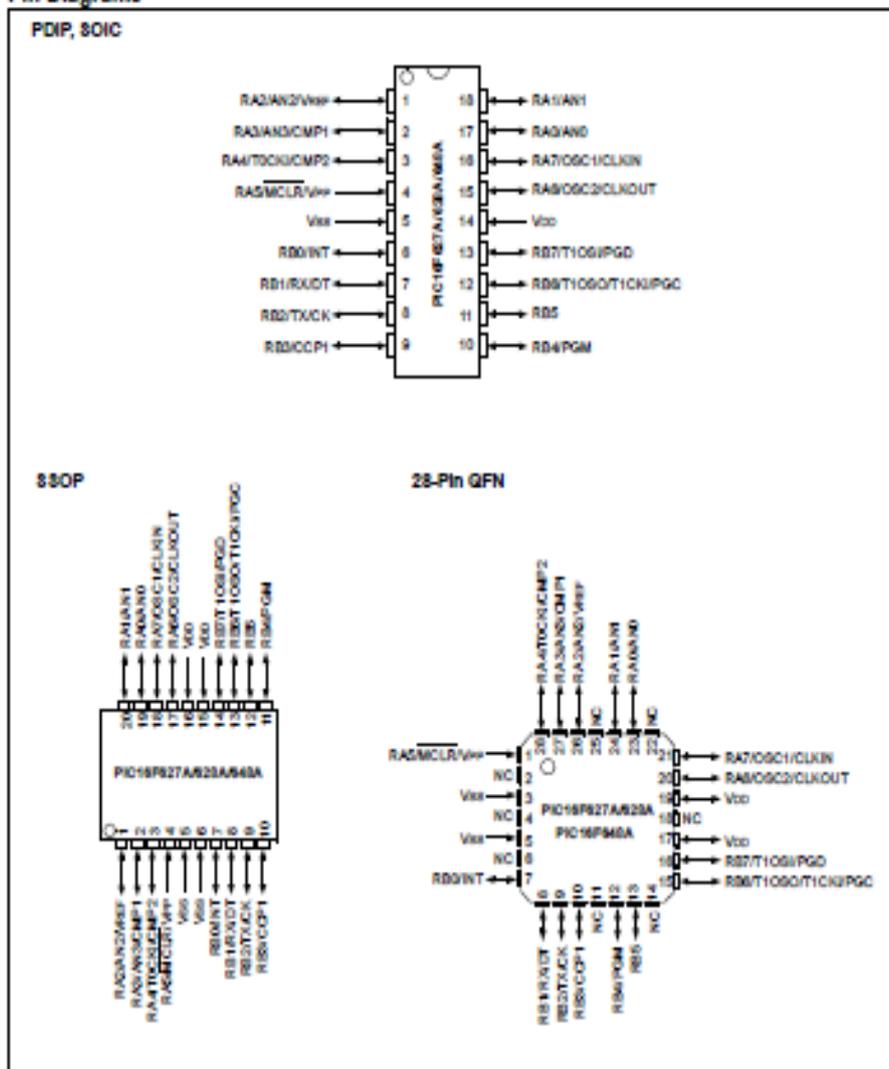
### Peripheral Features:

- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (V<sub>REF</sub>) module
  - Selectable internal or external reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module:
  - 16-bit Capture/Compare
  - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

# PIC16F627A/628A/648A

## Pin Diagrams



# PIC16F627A/628A/648A

## 1.0 GENERAL DESCRIPTION

The PIC16F627A/628A/648A are 18-pin Flash-based members of the versatile PIC16F627A/628A/648A family of low-cost, high-performance, CMOS, fully-static, 8-bit microcontrollers.

All PIC<sup>®</sup> microcontrollers employ an advanced RISC architecture. The PIC16F627A/628A/648A have enhanced core features, an eight-level deep stack, and multiple internal and external interrupt sources. The separate instruction and data buses of the Harvard architecture allow a 14-bit wide instruction word with the separate 8-bit wide data. The two-stage instruction pipeline allows all instructions to execute in a single-cycle, except for program branches (which require two cycles). A total of 35 instructions (reduced instruction set) are available, complemented by a large register set.

PIC16F627A/628A/648A microcontrollers typically achieve a 2:1 code compression and a 4:1 speed improvement over other 8-bit microcontrollers in their class.

PIC16F627A/628A/648A devices have integrated features to reduce external components, thus reducing system cost, enhancing system reliability and reducing power consumption.

The PIC16F627A/628A/648A has 8 oscillator configurations. The single-pin RC oscillator provides a low-cost solution. The LP oscillator minimizes power consumption, XT is a standard crystal, and INTOSC is a self-contained precision two-speed internal oscillator.

The HS mode is for High-Speed crystals. The EC mode is for an external clock source.

The Sleep (Power-down) mode offers power savings. Users can wake-up the chip from Sleep through several external interrupts, internal interrupts and Resets.

A highly reliable Watchdog Timer with its own on-chip RC oscillator provides protection against software lock-up.

Table 1-1 shows the features of the PIC16F627A/628A/648A mid-range microcontroller family.

A simplified block diagram of the PIC16F627A/628A/648A is shown in Figure 3-1.

The PIC16F627A/628A/648A series fits in applications ranging from battery chargers to low power remote sensors. The Flash technology makes customizing application programs (detection levels, pulse generation, timers, etc.) extremely fast and convenient. The small footprint packages makes this microcontroller series ideal for all applications with space limitations. Low cost, low power, high performance, ease of use and I/O flexibility make the PIC16F627A/628A/648A very versatile.

### 1.1 Development Support

The PIC16F627A/628A/648A family is supported by a full-featured macro assembler, a software simulator, an in-circuit emulator, a low cost in-circuit debugger, a low cost development programmer and a full-featured programmer. A Third Party "C" compiler support tool is also available.

TABLE 1-1: PIC16F627A/628A/648A FAMILY OF DEVICES

		PIC16F627A	PIC16F628A	PIC16F648A	PIC16LF627A	PIC16LF628A	PIC16LF648A	
Clock	Maximum Frequency of Operation (MHz)	20	20	20	20	20	20	
	Memory	Flash Program Memory (words)	1024	2048	4096	1024	2048	4096
		RAM Data Memory (bytes)	224	224	256	224	224	256
Peripherals	EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	128	128	256	
	Timer module(s)	TMR0, TMR1, TMR2						
	Comparator(s)	2	2	2	2	2	2	
	Capture/Compare/PWM modules	1	1	1	1	1	1	
Features	Serial Communications	USART	USART	USART	USART	USART	USART	
	Internal Voltage Reference	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
	Interrupt Sources	10	10	10	10	10	10	
	I/O Pins	16	16	16	16	16	16	
	Voltage Range (V <sub>DD</sub> )	3.0-5.5	3.0-5.5	3.0-5.5	3.0-5.5	3.0-5.5	3.0-5.5	
	Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
	Packages	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN						

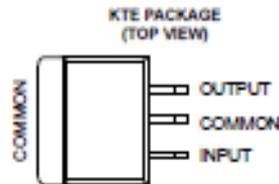
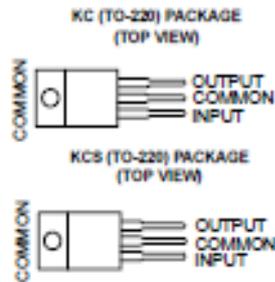
All PIC<sup>®</sup> family devices have Power-on Reset, selectable Watchdog Timer, selectable code-protect and high I/O current capability.  
All PIC16F627A/628A/648A family devices use serial programming with clock pin RD and data pin RB.

## ANEXO 4

### μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLV5056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

- 3-Terminal Regulators
- Output Current up to 1.5 A
- Internal Thermal-Overload Protection
- High Power-Dissipation Capability
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Output Transistor Safe-Area Compensation



#### description/ordering information

This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications. These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to 1.5 A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload. In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

#### ORDERING INFORMATION

T <sub>J</sub>	V <sub>O(NOM)</sub> (V)	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 125°C	5	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7805CKTER	μA7805C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7805CKC	μA7805C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7805CKCS	
	8	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7808CKTER	μA7808C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7808CKC	μA7808C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7808CKCS	
	10	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7810CKTER	μA7810C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7810CKC	μA7810C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7810CKCS	
	12	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7812CKTER	μA7812C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7812CKC	μA7812C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7812CKCS	
	15	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7815CKTER	μA7815C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7815CKC	μA7815C
TO-220, short shoulder (KCS)		Tube of 20	μA7815CKCS		
24	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7824CKTER	μA7824C	
	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7824CKC	μA7824C	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at [www.ti.com/ics/package](http://www.ti.com/ics/package).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS  
INSTRUMENTS**  
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated

1

## μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1978 – REVISED MAY 2003

### recommended operating conditions

		MIN	MAX	UNIT	
$V_I$	Input voltage	μA7805C	7	25	V
		μA7808C	10.5	25	
		μA7810C	12.5	28	
		μA7812C	14.5	30	
		μA7815C	17.5	30	
		μA7824C	27	38	
$I_O$	Output current		1.5	A	
$T_J$	Operating virtual junction temperature	μA7800C series	0	125	°C

electrical characteristics at specified virtual junction temperature,  $V_I = 10$  V,  $I_O = 500$  mA (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_J$ †	μA7800C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_D \leq 15$ W, $V_I = 7$ V to 20 V	25°C	4.8	5	5.2	V
		0°C to 125°C	4.75		5.25	
Input voltage regulation	$V_I = 7$ V to 25 V	25°C	3			100
	$V_I = 8$ V to 12 V		1			
Ripple rejection	$V_I = 8$ V to 18 V, $f = 120$ Hz	0°C to 125°C	62	78		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A	25°C	15			100
	$I_O = 250$ mA to 750 mA		5			
Output resistance	$f = 1$ kHz	0°C to 125°C	0.017			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5$ mA	0°C to 125°C	-1.1			mV/°C
Output noise voltage	$f = 10$ Hz to 100 kHz	25°C	40			μV
Dropout voltage	$I_O = 1$ A	25°C	2			V
Bias current		25°C	4.2			8
Bias current change	$V_I = 7$ V to 25 V	0°C to 125°C	1.3			mA
	$I_O = 5$ mA to 1 A		0.5			
Short-circuit output current		25°C	750			mA
Peak output current		25°C	2.2			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



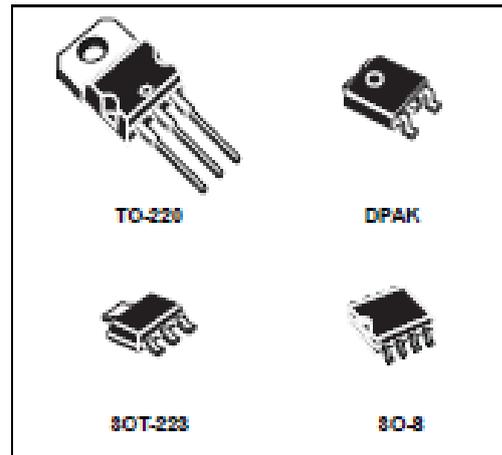
## LD1117 SERIES

### LOW DROP FIXED AND ADJUSTABLE POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- LOW DROPOUT VOLTAGE (1V TYP.)
- 2.85V DEVICE PERFORMANCES ARE SUITABLE FOR SCSI-2 ACTIVE TERMINATION
- OUTPUT CURRENT UP TO 800 mA
- FIXED OUTPUT VOLTAGE OF: 1.2V, 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.0V, 3.3V, 5.0V
- ADJUSTABLE VERSION AVAILABILITY ( $V_{ref}=1.25V$ )
- INTERNAL CURRENT AND THERMAL LIMIT
- AVAILABLE IN  $\pm 1\%$  (AT 25°C) AND 2% IN FULL TEMPERATURE RANGE
- SUPPLY VOLTAGE REJECTION: 75dB (TYP.)

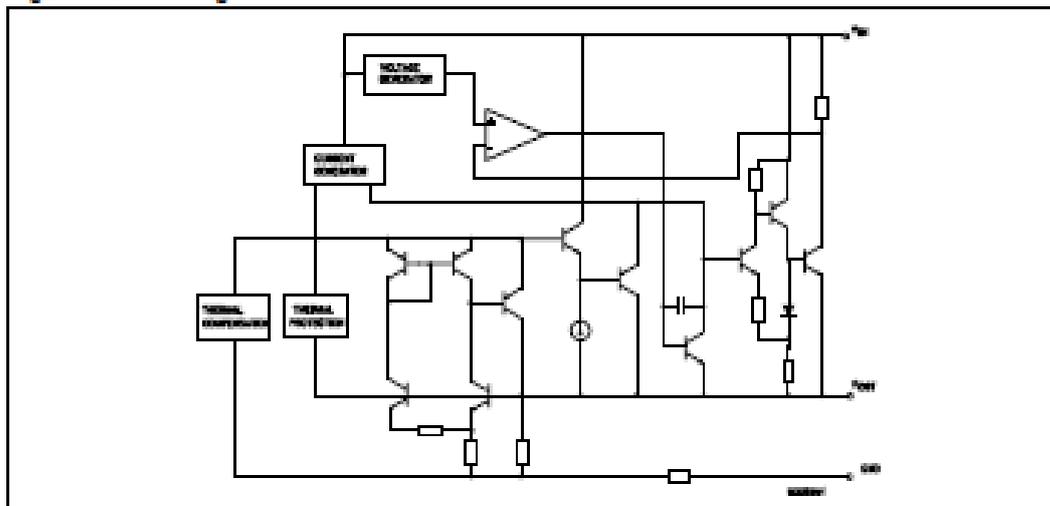
#### DESCRIPTION

The LD1117 is a LOW DROP Voltage Regulator able to provide up to 800mA of Output Current, available even in adjustable version ( $V_{ref}=1.25V$ ). Concerning fixed versions, are offered the following Output Voltages: 1.2V, 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.0V, 3.3V and 5.0V. The 2.85V type is ideal for SCSI-2 lines active termination. The device is supplied in: SOT-223, DPAK, SO-8 and TO-220. The SOT-223 and DPAK surface mount packages optimize the thermal characteristics even offering a relevant space saving effect. High efficiency is assured by NPN pass transistor. In fact in this



case, unlike than PNP one, the Quiescent Current flows mostly into the load. Only a very common 10 $\mu$ F minimum capacitor is needed for stability. On chip trimming allows the regulator to reach a very tight output voltage tolerance, within  $\pm 1\%$  at 25°C. The ADJUSTABLE LD1117 is pin to pin compatible with the other standard. Adjustable voltage regulators maintaining the better performances in terms of Drop and Tolerance.

Figure 1: Block Diagram



## LD1117 SERIES

**Table 8: Electrical Characteristics Of LD1117#30** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $C_O = 10 \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$V_{in} = 5 \text{ V}$ $I_O = 10 \text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$	2.97	3	3.03	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 0$ to $800 \text{ mA}$ $V_{in} = 4.5$ to $10 \text{ V}$	2.94		3.06	V
$\Delta V_O$	Line Regulation	$V_{in} = 4.5$ to $12 \text{ V}$ $I_O = 0 \text{ mA}$		1	6	mV
$\Delta V_O$	Load Regulation	$V_{in} = 4.5 \text{ V}$ $I_O = 0$ to $800 \text{ mA}$		1	10	mV
$\Delta V_O$	Temperature Stability			0.5		%
$\Delta V_O$	Long Term Stability	1000 hrs, $T_J = 125^\circ\text{C}$		0.3		%
$V_{in}$	Operating Input Voltage	$I_O = 100 \text{ mA}$			15	V
$I_q$	Quiescent Current	$V_{in} \leq 12 \text{ V}$		5	10	mA
$I_O$	Output Current	$V_{in} = 8 \text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$	800	950	1300	mA
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz}$ to $10\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		100		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$I_O = 40 \text{ mA}$ $f = 120\text{Hz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_{in} = 6 \text{ V}$ $V_{ripple} = 1 \text{ V}_{pp}$	60	75		dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 100 \text{ mA}$		1	1.1	V
		$I_O = 500 \text{ mA}$		1.05	1.15	
		$I_O = 800 \text{ mA}$		1.10	1.2	
	Thermal Regulation	$T_a = 25^\circ\text{C}$ 30ms Pulse		0.01	0.1	%/W

**Table 9: Electrical Characteristics Of LD1117#33** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $C_O = 10 \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$V_{in} = 5.3 \text{ V}$ $I_O = 10 \text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$	3.267	3.3	3.333	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 0$ to $800 \text{ mA}$ $V_{in} = 4.75$ to $10 \text{ V}$	3.235		3.365	V
$\Delta V_O$	Line Regulation	$V_{in} = 4.75$ to $15 \text{ V}$ $I_O = 0 \text{ mA}$		1	6	mV
$\Delta V_O$	Load Regulation	$V_{in} = 4.75 \text{ V}$ $I_O = 0$ to $800 \text{ mA}$		1	10	mV
$\Delta V_O$	Temperature Stability			0.5		%
$\Delta V_O$	Long Term Stability	1000 hrs, $T_J = 125^\circ\text{C}$		0.3		%
$V_{in}$	Operating Input Voltage	$I_O = 100 \text{ mA}$			15	V
$I_q$	Quiescent Current	$V_{in} \leq 15 \text{ V}$		5	10	mA
$I_O$	Output Current	$V_{in} = 8.3 \text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$	800	950	1300	mA
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz}$ to $10\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		100		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$I_O = 40 \text{ mA}$ $f = 120\text{Hz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_{in} = 6.3 \text{ V}$ $V_{ripple} = 1 \text{ V}_{pp}$	60	75		dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 100 \text{ mA}$		1	1.1	V
		$I_O = 500 \text{ mA}$		1.05	1.15	
		$I_O = 800 \text{ mA}$		1.10	1.2	
	Thermal Regulation	$T_a = 25^\circ\text{C}$ 30ms Pulse		0.01	0.1	%/W

Table 2: Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{IN}$	DC Input Voltage	15	V
$P_{tot}$	Power Dissipation	12	W
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	-40 to +150	°C
$T_{op}$	Operating Junction Temperature Range	for C Version	-40 to +150
		for standard Version	0 to +150

Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these conditions is not implied. Over the above suggested Max Power Dissipation a Short Circuit could definitively damage the device.

Table 3: Thermal Data

Symbol	Parameter	SOT-223	SO-8	DPAK	TO-220	Unit
$R_{th(j-case)}$	Thermal Resistance Junction-case	15	20	8	3	°C/W
$R_{th(j-amb)}$	Thermal Resistance Junction-ambient				50	°C/W

Figure 3: Application Circuit (FOR 1.2 V)

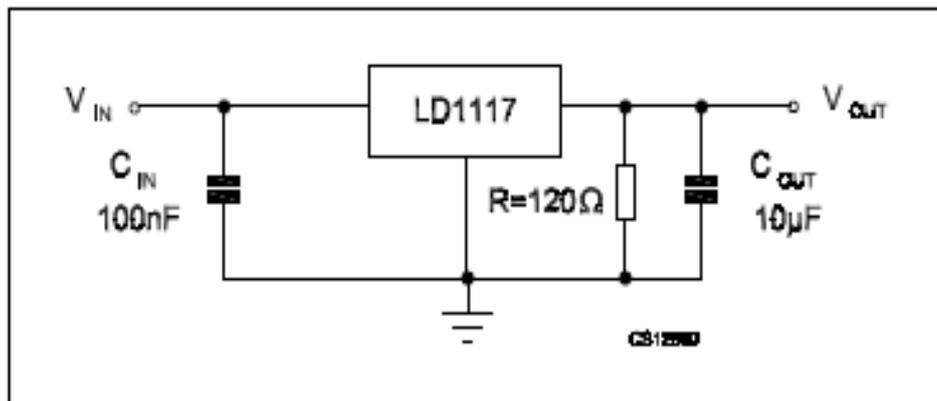
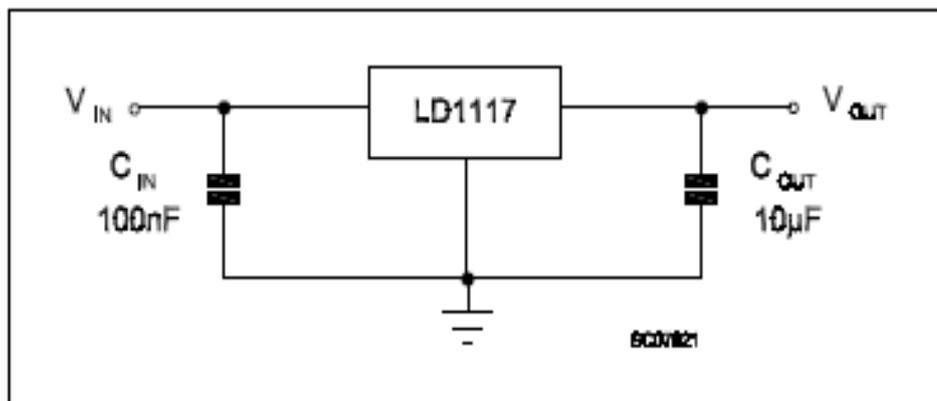


Figure 4: Application Circuit (FOR OTHER FIXED OUTPUT VOLTAGES)





# PIC16F882/883/884/886/887

## 28/40/44-Pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

### High-Performance RISC CPU:

- Only 35 Instructions to learn:
  - All single-cycle instructions except branches
- Operating speed:
  - DC – 20 MHz oscillator/clock input
  - DC – 200 ns instruction cycle
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes

### Special Microcontroller Features:

- Precision Internal Oscillator:
  - Factory calibrated to  $\pm 1\%$
  - Software selectable frequency range of 8 MHz to 31 kHz
  - Software tunable
  - Two-Speed Start-up mode
  - Crystal fail detect for critical applications
  - Clock mode switching during operation for power savings
- Power-Saving Sleep mode
- Wide operating voltage range (2.0V-5.5V)
- Industrial and Extended Temperature range
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Reset (BOR) with software control option
- Enhanced low-current Watchdog Timer (WDT) with on-chip oscillator (software selectable nominal 268 seconds with full prescaler) with software enable
- Multiplexed Master Clear with pull-up/input pin
- Programmable code protection
- High Endurance Flash/EEPROM cell:
  - 100,000 write Flash endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - Flash/Data EEPROM retention: > 40 years
- Program memory Read/Write during run time
- In-Circuit Debugger (on board)

### Low-Power Features:

- Standby Current:
  - 50 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 11  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 220  $\mu$ A @ 4 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
  - 1  $\mu$ A @ 2.0V, typical

### Peripheral Features:

- 24/35 I/O pins with individual direction control:
  - High current source/sink for direct LED drive
  - Interrupt-on-Change pin
  - Individually programmable weak pull-ups
  - Ultra Low-Power Wake-up (ULPWU)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (CV<sub>REF</sub>) module (% of V<sub>DD</sub>)
  - Fixed voltage reference (0.6V)
  - Comparator inputs and outputs externally accessible
  - SR Latch mode
  - External Timer1 Gate (count enable)
- A/D Converter:
  - 10-bit resolution and 11/14 channels
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Enhanced Timer1:
  - 16-bit timer/counter with prescaler
  - External Gate Input mode
  - Dedicated low-power 32 kHz oscillator
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Enhanced Capture, Compare, PWM+ module:
  - 16-bit Capture, max. resolution 12.5 ns
  - Compare, max. resolution 200 ns
  - 10-bit PWM with 1, 2 or 4 output channels, programmable "dead time", max. frequency 20 kHz
  - PWM output steering control
- Capture, Compare, PWM module:
  - 16-bit Capture, max. resolution 12.5 ns
  - 16-bit Compare, max. resolution 200 ns
  - 10-bit PWM, max. frequency 20 kHz
- Enhanced USART module:
  - Supports RS-485, RS-232, and LIN 2.0
  - Auto-Baud Detect
  - Auto-Wake-Up on Start bit
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module supporting 3-wire SPI (all 4 modes) and I<sup>2</sup>C™ Master and Slave Modes with I<sup>2</sup>C address mask

# PIC16F882/883/884/886/887

Pin Diagrams – PIC16F882/883/886, 28-Pin PDIP, SOIC, SSOP

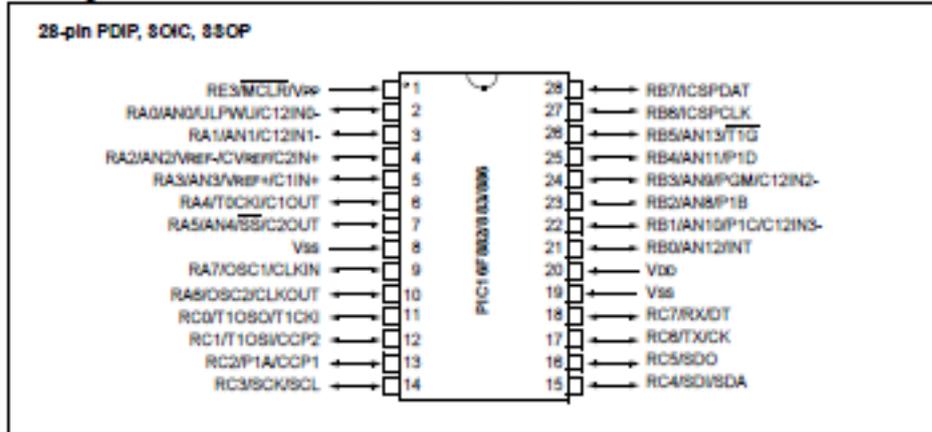


TABLE 1: PIC16F882/883/886 28-PIN SUMMARY (PDIP, SOIC, SSOP)

ID	Pin	Analog	Comparators	Timers	ECCP	EUSART	MSSP	Interrupt	Pull-up	Basic
RA0	2	AN0/ULPWU	C12IN0-	—	—	—	—	—	—	—
RA1	3	AN1	C12IN1-	—	—	—	—	—	—	—
RA2	4	AN2	C2IN+	—	—	—	—	—	—	VREF-/CVREF
RA3	5	AN3	C1IN+	—	—	—	—	—	—	VREF+
RA4	6	—	C1OUT	T0CKI	—	—	—	—	—	—
RA5	7	AN4	C2OUT	—	—	—	SS	—	—	—
RA6	10	—	—	—	—	—	—	—	—	OSC2/CLKOUT
RA7	9	—	—	—	—	—	—	—	—	OSC1/CLKIN
RB0	21	AN12	—	—	—	—	—	IOCFINT	Y	—
RB1	22	AN10	C12IN3-	—	P1C	—	—	IOC	Y	—
RB2	23	AN8	—	—	P1B	—	—	IOC	Y	—
RB3	24	AN9	C12IN2-	—	—	—	—	IOC	Y	PGM
RB4	25	AN11	—	—	P1D	—	—	IOC	Y	—
RB5	26	AN13	—	T1G	—	—	—	IOC	Y	—
RB6	27	—	—	—	—	—	—	IOC	Y	ICSPCLK
RB7	28	—	—	—	—	—	—	IOC	Y	ICSPDAT
RC0	11	—	—	T10SO/T1CKI	—	—	—	—	—	—
RC1	12	—	—	T10SI	CCP2	—	—	—	—	—
RC2	13	—	—	—	CCP1/P1A	—	—	—	—	—
RC3	14	—	—	—	—	—	SCK/SCL	—	—	—
RC4	15	—	—	—	—	—	SD/SDA	—	—	—
RC5	16	—	—	—	—	—	SDO	—	—	—
RC6	17	—	—	—	—	—	TXCK	—	—	—
RC7	18	—	—	—	—	—	RX/DT	—	—	—
RES	1	—	—	—	—	—	—	—	Y <sup>(1)</sup>	MCLR/Vpp
—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	Vdd
—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	Vss
—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	Vss

Note 1: Pull-up activated only with external MCLR configuration.



DS1307

## 64 x 8 Serial Real-Time Clock

[www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)

## FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

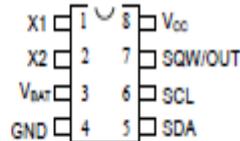
## ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

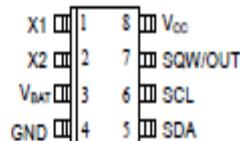
## DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

## PIN ASSIGNMENT



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)



DS1307 8-Pin SOIC (150-mil)

## PIN DESCRIPTION

$V_{CC}$	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
$V_{BAT}$	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver



# PIC12F629/675

## 8-Pin FLASH-Based 8-Bit CMOS Microcontroller

### High Performance RISC CPU:

- Only 35 instructions to learn
  - All single cycle instructions except branches
- Operating speed:
  - DC - 20 MHz oscillator/clock input
  - DC - 200 ns instruction cycle
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect, and Relative Addressing modes

### Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options
  - Precision Internal 4 MHz oscillator factory calibrated to  $\pm 1\%$
  - External Oscillator support for crystals and resonators
  - 5  $\mu$ s wake-up from SLEEP, 3.0V, typical
- Power saving SLEEP mode
- Wide operating voltage range - 2.0V to 5.5V
- Industrial and Extended temperature range
- Low power Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Detect (BOD)
- Watchdog Timer (WDT) with independent oscillator for reliable operation
- Multiplexed MCLR/Input-pin
- Interrupt-on-pin change
- Individual programmable weak pull-ups
- Programmable code protection
- High Endurance FLASH/EEPROM Cell
  - 100,000 write FLASH endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - FLASH/Data EEPROM Retention: > 40 years

### Low Power Features:

- Standby Current
  - 1 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 8.5  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 100  $\mu$ A @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current
  - 300 nA @ 2.0V, typical
- Timer1 oscillator current:
  - 4  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical

### Peripheral Features:

- 6 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - One analog comparator
  - Programmable on-chip comparator voltage reference (C/VREF) module
  - Programmable input multiplexing from device inputs
  - Comparator output is externally accessible
- Analog-to-Digital Converter module (PIC12F675):
  - 10-bit resolution
  - Programmable 4-channel input
  - Voltage reference input
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Enhanced Timer1:
  - 16-bit timer/counter with prescaler
  - External Gate Input mode
  - Option to use OSC1 and OSC2 in LP mode as Timer1 oscillator, if INTOSC mode selected
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins

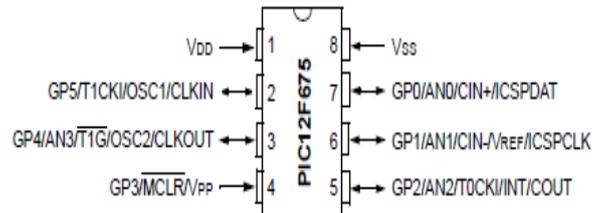
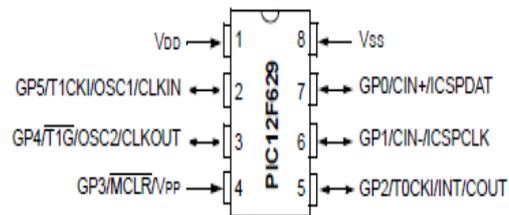
Device	Program Memory	Data Memory		I/O	10-bit A/D (ch)	Comparators	Timers 8/16-bit
	FLASH (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)				
PIC12F629	1024	84	128	6	-	1	1/1
PIC12F675	1024	84	128	6	4	1	1/1

\* 8-bit, 8-pin devices protected by Microchip's Low Pin Count Patent: U.S. Patent No. 5,847,450. Additional U.S. and foreign patents and applications may be issued or pending.

# PIC12F629/675

## Pin Diagrams

8-pin PDIP, SOIC, DFN-S



ANEXO 9  
DYP-ME003

**Human body sensor module**



**Detailed Description:**

Based on infrared technology, automation products, high sensitivity, reliability, ultra-low voltage operation mode is widely used in various types of auto-sensing electrical equipment, especially the dry-powered automation products.

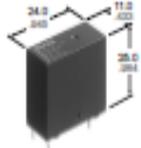
■ **Electrical Parameters:**

Electrical parameters	DYP-ME003 human body sensor module
Operating voltage range	DC 4.5-20V
Quiescent Current	<50Ua
Level Output	High 3.3 V / Low-0V
Trigger	L can not repeat the trigger / H Repeat Trigger
Delay time	5-200S (adjustable) can make the scope of 12:00 seconds - a few dozen minutes
Blocking time	2.5S (default) can create the scope of 12:00 seconds - tens of seconds
PCB Dimension	32mm*24mm
Angle sensor	<100-degree cone angle
Sensing distance	7 m within
Temperature	-15 - +70 Degrees
Induction Lens Size	Diameter: 23mm (default)

## ANEXO 10



<h1>NAIS</h1>	<b>250 mW Slim Power Relay</b>	<h1>LK-S RELAYS</h1>
---------------	--------------------------------	--------------------------



mm Inch

### FEATURES

- 1. High sensitivity: 250mW**  
The power-saving relay is highly sensitive at the nominal operating power of 250 mW (530 mW power consumption on LK relays).
- 2. High insulation resistance between contact and coil**  
1) Creepage distance and clearances between contact and coil: Min. 6 mm .230 inch (In compliance with IEC85)  
2) Surge withstand voltage between contact and coil: 10,000 V or more
- 3. High noise immunity realized by the card separation structure between contact and coil**
- 4. Popular terminal pitch in AV equipment field**
- 5. Space-saving slim type**  
Base area: Width 11 × Length 24 mm  
Width .433 × Length .945 inch
- 6. Conforms to the various safety standards**  
UL/CSA, VDE, TÜV and SEMKO SEV approved

### SPECIFICATIONS

<b>Contact</b>		
Arrangement	1 Form A	
Initial contact resistance, max. (By voltage drop 5 V DC 1 A)	Max. 100 mΩ	
Contact material	Silver alloy	
Rating (relative load)	Nominal switching capacity	5 A 277 V AC
	Max. switching power	1,365 V A
	Max. switching voltage	277 V AC
	Max. switching current	5 A (AC)
Expected life (min. operations)	Mechanical (at 180 cpm)	10 <sup>7</sup>
	Electrical (at 20 cpm) (at rated load)	10 <sup>6</sup>
<b>Coil</b>		
Nominal operating power	250 mW	

#### Remarks

- \* Specifications will vary with foreign standards certification ratings.
- \* Measurement at same location as "Initial breakdown voltage" section.
- \* Detection current: 10mA
- \* Value is standard shock voltage of  $\pm 1.2 \times 50\mu s$  according to IEC-213-1981
- \* Excluding contact bounce time.
- \* Half-wave pulse of sine wave: 11 ms; detection time: 10  $\mu s$
- \* Half-wave pulse of sine wave: 6 ms
- \* Detection time: 10  $\mu s$
- \* Refer to 5. Conditions for operation, transport and storage mentioned in AMBIENT ENVIRONMENT (Page 24).

#### Characteristics

Max. operating speed		20 cpm (at rated load)
Initial insulation resistance*1		Min. 1,000 MΩ (at 500 V DC)
Initial *2 breakdown voltage	Between open contacts	1,000 Vrms for 1 min.
	Between contact and coil	4,000 Vrms for 1 min.
Initial surge voltage between contact and coil*1		Min. 10,000 V
Operate time*3 (at nominal voltage)		Approx. 7 ms (at 20°C 60°F)
Release time (without diode)*4 (at nominal voltage)		Approx. 2 ms (at 20°C 60°F)
Temperature rise (at 70°C)		Max. 35°C with nominal coil voltage and at 5 A contact carrying current (resistance method)
Shock resistance	Functional*5	Min. 200 m/s <sup>2</sup> (approx. 20 G)
	Destructive*6	Min. 1,000 m/s <sup>2</sup> (approx. 100 G)
Vibration resistance	Functional*7	10 to 55Hz at double amplitude of 1.5mm
	Destructive	10 to 55Hz at double amplitude of 1.5mm
Conditions for operation, transport and storage*8 (Not freezing and condensing at low temperature)	Ambient temp.	-40°C to +70°C -40°F to +158°F
	Humidity	5 to 85% R.H.
	Air pressure	86 to 106 kPa
Unit weight		Approx. 12 g .42 oz

### TYPICAL APPLICATIONS

- \* Audio visual equipment
- \* Office equipment
- \* Home appliances

### ORDERING INFORMATION

Ex. LK8 1a F - 12V

Contact arrangement	Protective construction	Coil voltage(DC)
1a: 1 Form A	F: Flux-resistant type	5, 9, 12, 24V

UL/CSA, TÜV, SEMKO, TV-S approved type is standard.

- Notes: 1. Standard packing: Carton: 100 pcs, Case: 500 pcs.  
2. 6 V, 18 V DC types are also available. Please consult us for details.

# ANEXO 11

Discrete POWER & Signal Technologies

**2N3904**



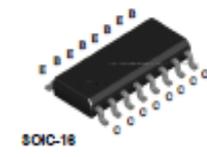
TO-18

**MMBT3904**



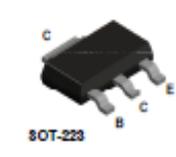
SOT-23  
Mark: 1A

**MMPQ3904**



SOIC-16

**PZT3904**



SOT-223

**NPN General Purpose Amplifier**

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier. Sourced from Process 23.

**Absolute Maximum Ratings\*** TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CE0}$	Collector-Emitter Voltage	40	V
$V_{CB0}$	Collector-Base Voltage	80	V
$V_{EB0}$	Emitter-Base Voltage	8.0	V
$I_C$	Collector Current - Continuous	200	mA
$T_J, T_{stg}$	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	°C

\* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

**NOTES:**

1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.

2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

2N3904 / MMBT3904 / MMPQ3904 / PZT3904

**NPN General Purpose Amplifier**  
(continued)

**Electrical Characteristics**

T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>					
V <sub>CEO</sub>	Collector-Emitter Breakdown Voltage	I <sub>C</sub> = 1.0 mA, I <sub>B</sub> = 0	40		V
V <sub>CEB</sub>	Collector-Base Breakdown Voltage	I <sub>C</sub> = 10 μA, I <sub>B</sub> = 0	80		V
V <sub>EBE</sub>	Emitter-Base Breakdown Voltage	I <sub>B</sub> = 10 μA, I <sub>C</sub> = 0	8.0		V
I <sub>BC</sub>	Base Cutoff Current	V <sub>CE</sub> = 30 V, V <sub>BE</sub> = 0		50	nA
I <sub>CB</sub>	Collector Cutoff Current	V <sub>CE</sub> = 30 V, V <sub>BE</sub> = 0		50	nA

**ON CHARACTERISTICS\***

h <sub>FE</sub>	DC Current Gain	I <sub>C</sub> = 0.1 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	40		
		I <sub>C</sub> = 1.0 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	70		
		I <sub>C</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	100	300	
		I <sub>C</sub> = 50 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	80		
		I <sub>C</sub> = 100 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	30		
V <sub>CE(sat)</sub>	Collector-Emitter Saturation Voltage	I <sub>C</sub> = 10 mA, I <sub>B</sub> = 1.0 mA		0.2	V
		I <sub>C</sub> = 50 mA, I <sub>B</sub> = 5.0 mA		0.3	V
V <sub>BE(sat)</sub>	Base-Emitter Saturation Voltage	I <sub>C</sub> = 10 mA, I <sub>B</sub> = 1.0 mA	0.65	0.85	V
		I <sub>C</sub> = 50 mA, I <sub>B</sub> = 5.0 mA		0.95	V

**SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS**

f <sub>T</sub>	Current Gain - Bandwidth Product	I <sub>C</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 20 V, f = 100 MHz	300		MHz
C <sub>OB</sub>	Output Capacitance	V <sub>CE</sub> = 5.0 V, I <sub>B</sub> = 0, f = 1.0 MHz		4.0	pF
C <sub>IB</sub>	Input Capacitance	V <sub>BE</sub> = 0.5 V, I <sub>C</sub> = 0, f = 1.0 MHz		8.0	pF
NF	Noise Figure (except MMPC3904)	I <sub>C</sub> = 100 nA, V <sub>CE</sub> = 5.0 V, R <sub>n</sub> = 1.0kΩ @ 10 Hz to 15.7 kHz		5.0	dB

**SWITCHING CHARACTERISTICS (except MMPC3904)**

t <sub>d</sub>	Delay Time	V <sub>CC</sub> = 3.0 V, V <sub>BE</sub> = 0.5 V,		35	ns
t <sub>r</sub>	Rise Time	I <sub>C</sub> = 10 mA, I <sub>B</sub> = 1.0 mA		35	ns
t <sub>s</sub>	Storage Time	V <sub>CC</sub> = 3.0 V, I <sub>C</sub> = 10mA		200	ns
t <sub>f</sub>	Fall Time	I <sub>B1</sub> = I <sub>B2</sub> = 1.0 mA		50	ns

\*Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 μs, Duty Cycle ≤ 2.0%

**Spice Model**

NPN (Is=8.734f XB=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=416.4 Ne=1.259 Ise=8.734 Iid=88.78m XB=1.5 Bv=7371 No=2 Isc=0 Iir=0 Rv=1 Cjc=3.838p Mjc=3085 Vjc=75 Fov=5 Cje=4.493p Mje=2593 Vje=75 Tr=230.5n Tf=301.2p Bf=4 Vaf=4 XB=2 Rbv=10)

## ANEXO12

### PROGRAMA CENTRAL

**Device= 16F628A**

**Xtal** = 20

**All\_Digital** TRUE

**TXSTA**=%00100100 'define 8 bits para la transmisión

**RCSTA**=%10010000 'habilita la recepción serial, habilita la recepción continua

**TRISB** = %00000010

**TRISA** = 0

**Symbol** rele=**PORTB.5**

'Declaración de variables y constantes

\*\*\*\*\*

<b>Dim</b> tecla	<b>As Byte</b>	<b>Dim</b> mem	<b>As Byte</b>	<b>Dim</b> clave	<b>As Byte</b>
<b>Dim</b> sensor	<b>As Byte</b>	<b>Dim</b> mem2	<b>As Byte</b>	<b>Dim</b> alar	<b>As Byte</b>
<b>Dim</b> num	<b>As Byte</b>	<b>Dim</b> aux	<b>As Byte</b>	<b>DelayMS</b> 1000	
<b>Dim</b> i	<b>As Byte</b>	<b>Dim</b> esta	<b>As Byte</b>	<b>PORTB.0</b> = 1	
<b>Dim</b> j	<b>As Byte</b>	<b>Dim</b> sen [9]	<b>As Byte</b>		
<b>Dim</b> k	<b>As Byte</b>	<b>Dim</b> rel [9]	<b>As Byte</b>		

'Programa principal

\*\*\*\*\*

tecla=0

sensor=0

mem=0

mem2=0

**DelayMS** 1000 'retardo de 1 segundo

zigbee:

'conexión con el teclado

**For** i=0 **To** 29'mem '30 intentos de lectura teclado

**HRSOut** "T", tecla, sensor

**HRSIn** {2000,otrot},**Wait** ("T"), esta, clave

**GoTo** pasa 'salta a pasa si hay respuesta

otrot:

**Next**

'si después de 3 preguntas, no responde el teclado

rele=1'prende sirena

**DelayMS** 10000

rele=0'apaga sirena

**DelayMS** 10000

**GoTo** zigbee

pasa:

mem2=mem

```

mem=esta
If esta=1 And mem=1 And mem2=0 Then 'retardo al activar alarma
For i=0 To 29'mem          '30 intentos de lectura teclado
HRSOut "T", tecla, sensor ' pregunta al teclado el estado
HRSIn {2000,otr},Wait ("T"), esta, clave
If esta=0 Then
GoTo pasas
EndIf
otr:
DelayMS 350
Next
EndIf
pasas:
'conexión con sensores
If esta =1 Then 'alarma on
For i=0 To 7
num=i+1
If sen[i]=49 Then'si la zona está activa lee el estado
For j=0 To 2
HRSOut "S", num, rel[i]'zona y orden de activación/desactivación del relé
HRSIn {500,otror},Wait ("S"), alar
alarma:
If alar=1 Then 'si sensor ON, avisa a teclado
tecla=0
sensor=1
For k=0 To 29          '30 intentos de lectura teclado
HRSOut "T", tecla, sensor ' pregunta al teclado estado SENSOR
HRSIn {2000,otro},Wait ("T"), esta,clave
If esta=0 Then
GoTo zigbee          otro:
EndIf                Next
rele=1  'prende sirena  EndIf                Else
DelayMS 10000          otro:                sensor=0
rele=0  'apaga sirena  Next                EndIf
DelayMS 10000          sensor=0          If clave=1 Then
GoTo alarma          tecla=i+1        rele=1 'prende sirena
Else                GoTo zigbee    DelayMS 10000
tecla=0              EndIf                rele=0 'apaga sirena
sensor=0             sigue:                EndIf
GoTo sigue          Next                GoTo zigbee

```

\*\*\*\*\*

## PROGRAMA ESTACIÓN FINAL

```
Device=12F675 'modelo de micro
Xtal=4 'frecuencia del oscilador
All_Digital TRUE 'todos los pines digitales
TRISIO=%101110 'GP4 SALIDA, EL RESTO ENTRADA
Declare Rsout_Pin GPIO.2 '(TRANSMISION)
Declare Rsin_Pin GPIO.3 '(RECEPCION)
Declare Rsin_Mode 0
Declare Rsout_Mode 0
Declare Serial_Baud 9600 'velocidad de comunicación baudio=bit por segundo
Rsin_Timeout = 1500
Dim dato As Byte
Dim rele As Byte
'Programa principal
dato = 0
GPIO.0 = 0 'relé apagado al encendido
DelayMS 1000
Principal:
RSIn {Principal}, Wait ("S"), dato, rele 'espera comando de la central
If dato = 2 Then 'estado del sensor por zonas
If rele=49 Then '49=ASCII de 1
GPIO.0=1
Else
GPIO.0=0
EndIf
RSOut "S", GPIO.1 'envía estado del sensor de movimiento
EndIf
GoTo Principal
```

## PROGRAMA ESTACIÓN DE VISUALIZACIÓN

```
Device=16F886 'modelo de micro
Xtal=4
TXSTA=%00100100 'define 8bits para la transmisión
RCSTA=%10010000 'habilita la recepción serial, habilita la recepción continua
BAUDCTL=%00000000
SPBRG=25
ANSEL=0
ANSELH=0
TRISA=0
TRISB=0
TRISC=0
'Declaración de variables y constantes
```

```

*****
Dim tecla As Byte Dim mi As Byte Dim temp1 As Byte
Dim vector[5] As Dim hf As Byte Dim temp2 As Byte
Dim aux As Byte Dim mf As Byte Dim i As Byte
Dim aux1 As Dim Sec As Byte Dim esta As Byte
Dim Clave[5] As Dim Minu As Byte Dim estado As Byte
Byte Dim Hour As Byte Dim clav As Byte
Dim alar As Byte Dim Day As Byte Dim sen [9] As Byte
Dim au As Byte Dim Date As Byte Dim sens [9] As Byte
Dim au1 As Byte Dim Month As Byte Dim rel [9] As Byte
Dim au2 As Byte Dim Year As Byte Dim relm[9] As Byte
Dim vec[3] As Byte Dim Ctrl As Byte Symbol dpin=PORTC.5
Dim pos As Byte Dim tempval As Symbol cpin=PORTC.4
Dim hi As Byte Byte

```

```

*****
'configuración del LCD
*****

```

```

Declare LCD_Type 0 LCD alfanumérica
Declare LCD_Interface 4 '4 líneas de datos
Declare LCD_DTPin PORTC.0 'líneas de datos al PORTB RC0->RC3
Declare LCD_ENPin PORTA.2 'EN al pin RA1
Declare LCD_RSPin PORTA.1 'RS al pin RA2
Declare LCD_Lines 4 'LCD de cuatro líneas
EData 1,2,3,4 sen[3]=ERead 8 rel[4]=ERead 17
Clave[0]= ERead 0 sen[4]=ERead 9 rel[5]=ERead 18
Clave[1]= ERead 1 sen[5]=ERead 10 rel[6]=ERead 19
Clave[2]= ERead 2 sen[6]=ERead 11 rel[7]=ERead 20
Clave[3]= ERead 3 sen[7]=ERead 12 hi=ERead 21
temp1=ERead 4 rel[0]=ERead 13 mi=ERead 22
sen[0]=ERead 5 rel[1]=ERead 14 hf=ERead 23
sen[1]=ERead 6 rel[2]=ERead 15 mf=ERead 24
sen[2]=ERead 7 rel[3]=ERead 16

```

```

'Programa principal

```

```

*****
au=0 relm[i]=0
au1=0 Next
aux= 0 Print $FE, $0F
aux1= 0 Cls
esta=0
clav=0
For i=0 To 7

```

```

Print At 1,1," Alarma ZigBee "
I2CIn dpin,cpin,$D1,$00,[Sec] ' leer reloj al encendido
tempval=Sec
GoSub BCD_TO_BIN
Sec=tempval
If temp1=0 Or Sec=80 Then ' reloj esta desprogramado, graba nuevamente
    Year = 13
    Month = 11
    Date = 12
    Day = 03 'Domingo día Uno
    Hour = 12
    Minu = 00
    Sec = 00
    Ctrl = 00
    'escritura en ds1307
I2COut dpin,cpin,$D0,$00,[Sec,Minu,Hour,Day,Date,Month,Year,Ctrl]
EWrite 0,[1] 'graba en la posición 0 de la eeprom 1 para indicar que el reloj está
configurado
EndIf
DelayMS 1000'500
Cls
inicio:
GoSub reloj 'leer reloj
Print At 1,5,Dec2 Hour,":",Dec2 Minu,":",Dec2 Sec
Print $FE, $C0 'Mover el cursor a la segunda línea
tecla= InKey 'leer el teclado
DelayMS 100
tecla= LookUpL tecla, [1,2,3,"A",4,5,6,"B",7,8,9,"C","*",0,"#","D",255]
If tecla=255 Then 'si no se pulsa una tecla regresar a leer el teclado
    HRSIn {500,inicio}, Wait ("T"), estado, alar'
    If alar=1 Then 'si existe algún sensor activo
        Print At 2,1, " Intrusos "
    ElseIf estado>0 And estado<9 Then 'si no responde algún sensor
        Print At 2,1, " Revisar Sens: ",Dec estado
    Else
        If esta=1 Then 'niega el estado de la alarma
            Print At 2,1, " Al. Activada "
        Else
            Print At 2,1, "Al. Desactivada"
        EndIf
        'si todo ok
    EndIf
EndIf
For i=0 To 7

```

```

sens[i]=sen[i]+48 '48 ascii del cero
Next
If Hour>=hi And Minu>=mi Then 'si hora reloj es igual a hora de activación de relés
  If Hour<=hf And Minu<mf Then
    For i=0 To 7
      relm[i]=rel[i]+48
    Next
  Else
    For i=0 To 7
      relm[i]=48
    Next
  EndIf
Else
  For i=0 To 7
    relm[i]=48
  Next
EndIf
HRSOut "T", esta, clav, Str sens\8, Str relm\8
GoTo inicio 'ir al inicio
EndIf
If tecla="A" Then 'activación/desactivación de la alarma
  Print At 1,1, "Ingrese Clave"
  Print $FE, $C0 'Mover el cursor a la segunda línea
  vector[0] = 0
  vector[1] = 0
  vector[2] = 0
  vector[3] = 0
  GoSub leer_teclado 'llama a subrutina de lectura de teclado
  GoSub compara_clave 'llama a subrutina de comparación de clave
  If aux1>0 Then
    GoTo inicio
  EndIf
Cls
If esta=0 Then 'niega el estado de la alarma
  If sen[0]=1 Or sen[1]=1 Or sen[2]=1 Or sen[3]=1 Or sen[4]=1 Or sen[5]=1 Or
sen[6]=1 Or sen[7]=1 Then
    esta=1
    Print At 2,1, " Al. Activada "
  Else
    Print At 2,1, " Zonas Off "
    DelayMS 500
  EndIf

```

```

ElseIf esta=1 Then
    esta=0
    Print At 2,1, "Al. Desactivada"
EndIf
EndIf

'activación zonas y relés
If tecla="B" Then
    Cls
    Print At 1,1, "Ingrese Clave"
    Print $FE, $C0      'Mover el cursor a la segunda línea
    vector[0] = 0
    vector[1] = 0
    vector[2] = 0
    vector[3] = 0
    GoSub leer_teclado    'llama a subrutina de lectura de teclado
    GoSub compara_clave  'llama a subrutina de comparación de clave
    If aux1>0 Then
        GoTo inicio
    EndIf
    DelayMS 100
    Print At 1,1, " - Zonas - "
    Print At 2,1, "1: ON / 0: OFF"
    Repeat
        GoSub teclado
        If tecla="*" Then
            Cls
            GoTo inicio
        EndIf
    Until tecla="#"
    Cls
    Print At 1,1, "1/2/3/4/5/6/7/8 "
    Print At 2,1,Dec sen[0],"/",Dec sen[1],"/",Dec sen[2],"/", Dec sen[3],"/", Dec
sen[4],"/", Dec sen[5],"/", Dec sen[6],"/", Dec sen[7]
    Repeat
        GoSub teclado
    Until tecla=255
    'ingreso zonas
    Print At 2,1,$FE, $0F      'encender a parpadear el cursor
    While tecla<>"#"
        GoSub teclado
        If tecla<2 Then

```

```

sen [0]= tecla 'especifica número de zona
Print At 2,1, Dec sen[0]
EWrite 5,[sen[0]] 'especifica número de zona
EndIf
Wend
Repeat
GoSub teclado
Until tecla=255
GoSub teclado
Until tecla=255
DelayMS 100
Cls
Print At 1,1, " - Reles - "
Print At 2,1, "1: ON / 0: OFF"
Repeat
GoSub teclado
If tecla="*" Then
Cls
GoTo inicio
EndIf
Until tecla="#"
Cls
Print At 1,1, "1/2/3/4/5/6/7/8 "
Repeat
GoSub teclado
Until tecla=255
'Ingreso relés por zonas
If sen[0]=1 Then
Print At 2,1,$FE, $0F 'encender a parpadear el cursor
While tecla<>"#"
GoSub teclado
If tecla<2 Then
rel[0]= tecla 'especifica número de relé a zona correspondiente
Print At 2,1, Dec rel[0]
EWrite 13,[rel[0]] 'especifica número de relé a zona correspondiente
EndIf
Wend
Repeat
GoSub teclado
Until tecla=255
Else
rel[0]= 0

```

```

    Print At 2,1, Dec rel[0]
    EWrite 13,[rel[0]]
EndIf
Wend
Repeat
GoSub teclado
Until tecla=255
Else
    rel[7]= 0
    Print At 2,15, Dec rel[7]
    EWrite 20,[rel[7]]
EndIf
If rel[0]=1 Or rel[1]=1 Or rel[2]=1 Or rel[3]=1 Or rel[4]=1 Or rel[5]=1 Or rel[6]=1
Or rel[7]=1 Then
    GoSub jornada 'configura hora de encendido y apagado
    EWrite 21,[hi]
    EWrite 22,[mi]
    EWrite 23,[hf]
    EWrite 24,[mf]
    Cls
    Print At 2,1, "Zonas y Reles OK"
    DelayMS 500
EndIf
Cls
EndIf

If tecla="C" Then          'igualar reloj
    Cls
    Print At 1,1, "Ingreso Clave"
    Print $FE, $C0          'Mover el cursor a la segunda línea
    vector[0] = 0
    vector[1] = 0
    vector[2] = 0
    vector[3] = 0
    GoSub leer_teclado      'llama a subrutina de lectura de teclado
    GoSub compara_clave    'llama a subrutina de comparación de clave
    If aux1>0 Then
        GoTo inicio
    EndIf
    'configuración hora
    DelayMS 100
    Cls

```

```

Print At 1,1," - Hora - "
Print At 2,1," hh/mm/ss "
Repeat
    GoSub teclado
Until tecla=255
Repeat
    GoSub teclado
    If tecla="*" Then
        Cls
        GoTo inicio
    EndIf
Until tecla="#"
Repeat
    GoSub teclado
Until tecla=255
GoSub reloj
Cls
Print At 1,5,"hh/mm/ss"
Print At 2,5,Dec2 Hour,":",Dec2 Minu,":",Dec2 Sec
'ingreso hora
vec[0]=Hour/10
vec[1]=Hour//10
hora:
pos=5
Print At 2,pos,Dec2 Hour
au1=1
GoSub leer
au1=0
Hour=vec[0]*10+vec[1]
If Hour>23 Then hora
Repeat
    GoSub teclado
Until tecla=255
If au2=1 Then
    tempval=Hour
    GoSub BIN_TO_BCD
    Hour=tempval
    I2COut dpin,cpin,$D0,$02,[Hour]
    au2=0
EndIf
'ingreso minutos
vec[0]=Minu/10

```

```

vec[1]=Minu//10
minuto:
pos=8
Print At 2,pos,Dec2 Minu
au1=2
GoSub leer
au1=0
Minu=vec[0]*10+vec[1]
If Minu>59 Then minuto
Repeat
    GoSub teclado
Until tecla=255
If au2=1 Then
    tempval=Minu
    GoSub BIN_TO_BCD
    Minu=tempval
    I2COut dpin,cpin,$D0,$01,[Minu]
    au2=0
EndIf
'ingreso segundos
vec[0]=Sec/10
vec[1]=Sec//10
seg:
pos=11
Print At 2,pos,Dec2 Sec
au1=3
GoSub leer
au1=0
Sec=vec[0]*10+vec[1]
If Sec>59 Then seg
Repeat
    GoSub teclado
Until tecla=255
If au2=1 Then
    tempval=Sec
    GoSub BIN_TO_BCD
    Sec=tempval
    I2COut dpin,cpin,$D0,$00,[Sec]
    au2=0
EndIf
Cls
Print At 2,1, " Reloj OK "

```

```

    DelayMS 500
EndIf
If tecla = "D" Then      'cambio de clave
    Print At 1,1, "Ingreso Clave"
    Print $FE, $C0      'Mover el cursor a la segunda línea
    vector[0] = 0
    vector[1] = 0
    vector[2] = 0
    vector[3] = 0
    GoSub leer_teclado
    GoSub compara_clave
    If aux1>0 Then
        GoTo inicio
    EndIf
    DelayMS 100
    Cls
    Print At 1,1, "Nueva Clave:"
    Print $FE, $C0      'Mover el cursor a la segunda línea
    vector[0] = 0
    vector[1] = 0
    vector[2] = 0
    vector[3] = 0
    GoSub leer_teclado2
    Clave[0]=vector[0]
    Clave[1]=vector[1]
    Clave[2]=vector[2]
    Clave[3]=vector[3]
    EWrite 0,[Clave[0],Clave[1],Clave[2],Clave[3]] 'guardar en eeprom nueva clave
    Print At 2,1, "Nueva Clave OK"
    DelayMS 500
EndIf
GoTo inicio
*****
leer_teclado:
tecla=255'mio
While tecla <> "#"      'control para ingresar solo números hasta que se presione enter A
    tecla = InKey 'leer el teclado
    DelayMS 100
    tecla = LookUpL tecla, [1,2,3,"A",4,5,6,"B",7,8,9,"C", "*",0,"#", "D",255]
    If tecla =255 Then ' si no se pulsa una tecla regresar a leer el teclado
        DelayMS 100
        GoTo leer_teclado

```

```

EndIf
If tecla = "*" Then 'si se presiona B se borra el carácter
    If aux >0 Then
        Print At 2,aux, " "
        Print $FE, $10 'regresar una posición hacia la izquierda
        DelayMS 150
        aux=aux-1
    EndIf
    GoTo leer_teclado
EndIf
If tecla >=0 And tecla <=9 And aux < 5 Then
    vector[aux]= tecla
    aux=aux+1
    Print At 2,aux, "*"
    DelayMS 100
EndIf
Wend
aux=0
Return
leer_teclado2:
tecla=255
While tecla <> "#" 'control para ingresar solo números hasta que se presione enter A
    tecla = InKey 'leer el teclado
    DelayMS 100
    tecla = LookUpL tecla, [1,2,3,"A",4,5,6,"B",7,8,9,"C", "*",0,"#", "D",255]
    If tecla =255 Then ' si no se pulsa una tecla regresar a leer el teclado
        DelayMS 100
        GoTo leer_teclado2
    EndIf
    If tecla = "*" Then 'si se presiona se borra el carácter
        If aux >0 Then
            Print At 2,aux, " "
            Print $FE, $10 'regresar una posición hacia la izquierda
            DelayMS 150
            aux=aux-1
        EndIf
        GoTo leer_teclado2
    EndIf
    If tecla >=0 And tecla <=9 And aux < 5 Then
        vector[aux]= tecla 'almacenamos el valor de la tecla presi en la posición de la
auxiliar
        aux=aux+1

```

```

    Print At 2,aux, Dec tecla
    DelayMS 100
EndIf
Wend
aux=0
Return
compara_clave:      'detección si la clave es correcta o no
If Clave[0] = vector[0] Then
If Clave[1] = vector[1] Then
If Clave[2] = vector[2] Then
If Clave[3] = vector[3] Then
aux1=0
Return      'si clave es correcta regresa a la siguiente línea del programa principal
Else
GoSub inco
EndIf
Else
GoSub inco
EndIf
Else
GoSub inco
EndIf
Else
GoSub inco
EndIf
If aux1 > 2 Then 'si se ingresa 3 veces la clave incorrecta se bloquea
aux = 0
aux1 = 0
Cls
    Print At 1,1,"Clave Incorrecta"
    Print At 2,1,"Sist. Bloqueado"
    DelayMS 65000      'pausa 6500ms
    GoTo inicio
EndIf
Return
inco:
Cls
Print At 2,1, "Clave Incorrecta"
DelayMS 1000
aux1=aux1+1
aux=0
Return

```

```

teclado:
tecla = InKey
DelayMS 100
tecla = LookUpL tecla, [1,2,3,"A",4,5,6,"B",7,8,9,"C","*",0,"#", "D",255]
Return
leer:
au=0
tecla=255
Print At 2,pos,$FE, $0F      'encender a parpadear el cursor
GoSub teclado
While tecla<>"#"
If au1=1 Then
GoSub reloj
Print At 2,8, Dec2 Minu , ":", Dec2 Sec
Print At 2,pos+au,$FE, $0F      'encender a parpadear el cursor
EndIf
If au1=2 Then
GoSub reloj
Print At 2,5, Dec2 Hour
Print At 2,11, Dec2 Sec
Print At 2,pos+au,$FE, $0F      'encender a parpadear el cursor
EndIf
If au1=3 Then
GoSub reloj
Print At 2,5, Dec2 Hour, ":", Dec2 Minu
Print At 2,pos+au,$FE, $0F      'encender a parpadear el cursor
EndIf
GoSub teclado
If tecla>=0 And tecla<=9 And au<2 Then
vec[au]=tecla
Print At 2,pos+au,Dec vec[au]
Inc au
au2=1
EndIf
If tecla="*" Then
If au>0 Then
Dec au
EndIf
Print At 2,pos+au-1,$FE,$0F,
Print At 2,pos+au, " "
EndIf
DelayMS 200

```

```

Wend
Return
jornada:
GoSub teclado
Cls
Print At 1,1, "Hora Inicio: "
Print At 2,5,Dec2 hi,":",Dec2 mi
'hora de inicio
vec[0]=hi/10
vec[1]=hi//10
horaini:
pos=5
Print At 2,pos,Dec2 hi,": "
GoSub leer
hi=vec[0]*10+vec[1]
If hi>23 Then horaini
Repeat
GoSub teclado
Until tecla=255
'minutos de inicio
vec[0]=mi/10
vec[1]=mi//10
minuini:
pos=8
Print At 2,pos,Dec2 mi
GoSub leer
mi=vec[0]*10+vec[1]
If mi>59 Then minuini
Repeat
GoSub teclado
Until tecla=255
'hora de finalización
GoSub teclado
Cls
Print At 1,1, "Hora Fin: "
Print At 2,5,Dec2 hf,":",Dec2 mf
vec[0]=hf/10
vec[1]=hf//10
horafin:
pos=5
Print At 2,pos,Dec2 hf,": "
GoSub leer

```

```
hf=vec[0]*10+vec[1]
If hf>23 Or hf<hi Then horafin 'si hf >23 o < hi, regresar a leer hf
Repeat
GoSub teclado
Until tecla=255
'minutos de finalización
vec[0]=mf/10
vec[1]=mf//10
minufin:
pos=8
Print At 2,pos,Dec2 mf
GoSub leer
mf=vec[0]*10+vec[1]
If mf>59 Or hf=hi And mf<=mi Then minufin
Repeat
GoSub teclado
Until tecla=255
Return
```