

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL
CONTROL DE SEGURIDAD EN LAS VIVIENDAS DEL DISTRITO DE
VILLA EL SALVADOR - LIMA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

VILLAVICENCIO ROJAS, ROBERTO MIGUEL

**Villa El Salvador
2016**

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de Tesis a mis padres Roberto y Rosa quienes me dieron la vida, educación, apoyo incondicional. A mi hermana Diana, a mis compañeros de estudio, profesores, amigos; quienes sin su ayuda nunca hubiera podido lograr ser un profesional y dando gracias a Dios, a todos ellos se los agradezco de corazón.

AGRADECIMIENTO

Por la culminación de este proyecto, mis sinceros agradecimientos están dirigidos hacia el Ing. Elmer Córdova Zapata, quien con su ayuda desinteresada, brindó asesoría relevante para la realización de este proyecto, que Dios lo tenga en su gloria.

Agradezco a mis tías Idelsa, Guille, Judith, Zoila, Manuela, Eva también a mis padrinos José y Olinda por brindarme siempre su apoyo incondicional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	2
1.2 Justificación del Problema.....	3
1.3 Delimitación del Proyecto	3
1.3.1 Delimitación Teórica	3
1.3.2 Delimitación Temporal	3
1.3.3 Delimitación Espacial.....	3
1.4 Formulación del Problema	4
1.4.1 Problema Principal.....	4
1.4.2 Problemas Específicos	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo General	5
1.5.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la Investigación	6
2.2 Bases Teóricas	11
2.2.1 Redes Inalámbricas de Sensores	11
2.2.1.1 Topología Bus	11
2.2.1.2 Topología Estrella.....	12
2.2.1.3 Topología Árbol	13
2.2.1.4 Topología Malla	14
2.2.2 Estándares Inalámbricos	14
2.2.2.1 ZigBee	15
2.2.2.2 Wi-Fi	18
2.2.2.3 Bluetooth	20
2.2.2.4 Comparación entre ZigBee, Wi-Fi y Bluetooth.....	22
2.2.2.5 Coexistencia de ZigBee y Wi-Fi.....	23
2.2.2.6 Selección de los Protocolos de Comunicación	25
2.2.3 Elementos de una Red Inalámbrica de Sensores.....	27
2.2.3.1 Sensores	27
2.2.3.2 Actuadores	31

2.2.3.3 Unidad de control	32
2.2.3.4 Estación base y remota	32
2.2.4 Aplicaciones de Redes de Sensores	32
2.2.5 Cámara IP	33
2.2.6 Microcontrolador PIC	35
2.2.6.1 Juego de instrucciones y entorno de programación	36
2.2.6.2 Arquitectura central.....	37
2.2.6.3 Espacio de datos (RAM).....	38
2.2.6.4 Tamaño de palabra.....	39
2.2.6.5 Programación del PIC.....	40
2.2.6.6 Características.....	42
2.2.6.7 PIC más comúnmente usados.....	43
2.2.6.8 Monitorización y control vía Internet	46
2.2.7 Sistema de Seguridad	46
2.2.7.1 Red.....	46
2.2.7.2 Central de seguridad	47
2.2.7.3 Detectores.....	47
2.2.7.4 Señalizadores o indicadores	47
2.2.7.5 Interfaz de usuario.....	47
2.2.7.6 Fuente de alimentación	47
2.2.8 Cerradura Electrónica	48
2.2.8.1 LCD.....	49
2.2.8.2 Teclado Matricial	50
2.2.8.3 Fuente de Alimentación.....	50
2.2.9 Microcontrolador Arduino.....	52
2.2.9.1 Placa de Arduino	52
2.2.9.2 El software de Arduino	53
2.2.9.3 Modelos de Arduino	53
2.2.10 Módulo XBee.....	56
2.2.10.1 Direccionamiento.....	57
2.2.10.2 Tipos de Antenas	58
2.3 Marco Conceptual	60
2.3.1 Protocolo RS 232	60
2.3.2 Protocolo USB	61

2.3.3 WLAN	63
2.3.4 TCP/IP	64
2.3.5 ICSP	65
2.3.6 Cristal de Cuarzo	65
2.3.7 TX y RX	66
CAPÍTULO III: DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA AUTOMATIZADO	
PARA EL CONTROL DE SEGURIDAD	67
3.1 Análisis del diseño	67
3.1.1 Análisis del sistema	67
3.1.2 Ejecución del sistema	70
3.2 Diseño e implementación del sistema	73
3.2.1 Diseño de Tarjeta de Acondicionamiento de Señal para el Detector de Movimiento	73
3.2.2 Diseño de Tarjeta de Acondicionamiento de Señal para el Detector de Humo.....	75
3.2.3 Diseño de Tarjeta de Control de Acceso	77
3.2.3.1 Diseño de Tarjeta de Control de Acceso 1	77
3.2.3.2 Diseño de Tarjeta de Control de Acceso 2	83
3.2.3.3 Diseño de Tarjeta de Control de Acceso 3	85
3.2.4 Diseño de Tarjeta de Alarma Inalámbrica	87
3.2.5 Cámara IP	92
3.3 Revisión y consolidación de resultados.....	96
3.3.1 Revisión e instalación de los Dispositivos de Seguridad	96
3.3.2 Revisión e instalación del Control de Acceso	105
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES.....	126
BIBLIOGRAFÍA.....	127
ANEXOS.....	141

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del proyecto	5
Figura 2: Topología Bus	12
Figura 3: Topología Estrella	13
Figura 4: Topología Árbol.....	13
Figura 5: Topología Malla.....	14
Figura 6: Elementos de la red ZigBee (Red en malla).....	16
Figura 7: Las capas de la pila de protocolos para ZigBee.....	17
Figura 8: Componentes de la red Wi-Fi.....	19
Figura 9: Arquitectura Maestro/ Esclavo	21
Figura 10: Interferencia de IEEE 802.15.4 y IEEE 802.11b/g	24
Figura 11: Topología tipo malla e interferencia	25
Figura 12: Trama que conforma la comunicación serial asíncrona	27
Figura 13: Ejemplo de sensores (detectores).....	31
Figura 14: Ejemplo de actuadores.....	31
Figura 15: Cámara IP	34
Figura 16: Cámara fijas, domo fijas, PTZ, domo PTZ	35
Figura 17: Ejemplo de PIC	36
Figura 18: Ejemplo de la ubicación de pines para PIC18F4455/18F4550 de los puertos A, B, C, D, E	42
Figura 19: Arquitectura de Microcontroladores PIC.....	45
Figura 20: Sistema de Seguridad.....	48
Figura 21: Cerradura Electrónica	49
Figura 22: LCD 16x2	49
Figura 23: Teclado Matricial 4x4	50
Figura 24: Fuente de Alimentación (diagrama de bloques y gráficas de onda) ...	52
Figura 25: Modelos de Arduino	54
Figura 26: Arduino Uno	55
Figura 27: Arduino Leonardo.....	56

Figura 28: Tabla de Comparación de las características de la familia XBee.....	57
Figura 29: Tipos de Antenas	59
Figura 30: Líneas eléctricas del conector USB 1.0 y USB 2.0.....	62
Figura 31: Líneas eléctricas del conector USB 3.0.....	62
Figura 32: Red Inalámbrica	64
Figura 33: Tabla de valores de cristal y condensadores	66
Figura 34: Comunicación entre microcontrolador.....	66
Figura 35: Diagrama de flujo del sistema de seguridad	68
Figura 36: Plano de la vivienda con la ubicación de los dispositivos.....	70
Figura 37: Diagrama de Gantt de las fases.....	72
Figura 38: Diagrama esquemático de la tarjeta de acondicionamiento 1.	73
Figura 39: Tarjeta de acondicionamiento de señal para el detector de movimiento	74
Figura 40: Diagrama esquemático de la tarjeta de acondicionamiento 2	75
Figura 41: Tarjeta de acondicionamiento de señal para el detector de humo	76
Figura 42: Diagrama esquemático de la tarjeta de control de acceso 1	77
Figura 43: Diagrama de flujo 1	79
Figura 44: Diagrama de flujo 2	80
Figura 45: Diagrama de flujo 3	81
Figura 46: Diagrama de flujo 4	82
Figura 47: Tarjeta de control de acceso 1	82
Figura 48: Diagrama esquemático de la tarjeta de control de acceso 2.....	84
Figura 49: Tarjeta de control de acceso 2	85
Figura 50: Diagrama esquemático de la tarjeta control de acceso 3.....	86
Figura 51: Tarjeta de control de acceso 3	87
Figura 52: Diagrama esquemático de la alarma inalámbrica	88
Figura 53: Programa realizado en el módulo Arduino Leonardo R3.....	89
Figura 54: Programa DIGI XCTU ,se realizó pruebas de comunicación en los módulos XBee PRO S2C	91
Figura 55: Tarjeta de alarma inalámbrica	91
Figura 56: Configuración de tarjeta de red de computadora	92

Figura 57: Acceder a la cámara IP por la interfaz de gestión web	93
Figura 58: Parámetros de configuración en la cámara IP	93
Figura 59: Asociar cámara IP para conexión inalámbrica	94
Figura 60: Configuración de cámara IP utilizando aplicativo de celular	94
Figura 61: Instalación de la cámara IP	95
Figura 62: Dispositivos de seguridad en el primer escenario	96
Figura 63: Pruebas de funcionamiento en el primer escenario	97
Figura 64: Instalación del Detector de Movimiento con el Dispositivo de Acondicionamiento de Señal.....	98
Figura 65: Instalación del Dispositivo de Alarma Inalámbrica	98
Figura 66: Validación de funcionamiento en el primer escenario	99
Figura 67: Dispositivos de seguridad en el segundo escenario	100
Figura 68: Pruebas de funcionamiento en el segundo escenario.....	101
Figura 69: Revisión del funcionamiento en el segundo escenario.....	102
Figura 70: Instalación del Detector de Humo con el Dispositivo de Acondicionamiento de Señal.....	103
Figura 71: Validación de funcionamiento en el segundo escenario.....	104
Figura 72: Dispositivos de Control de acceso en el tercer escenario	105
Figura 73: Opción 1 ingresar la contraseña y luego confirmar	106
Figura 74: Digitar la contraseña previamente asignada	107
Figura 75: La contraseña fue correcta, el acceso es aprobado.....	107
Figura 76: Activación de la cerradura eléctrica en el tercer escenario	108
Figura 77: Opción 1 ingresar contraseña, confirmar y luego digitarla	109
Figura 78: Activación de la alarma inalámbrica en el tercer escenario.....	109
Figura 79: Opción 2 cambiar contraseña, confirmar y luego digitarla.....	110
Figura 80: Contraseña cambiada en el tercer escenario	111
Figura 81: Instalación del Dispositivo de control de acceso 1 y cámara	112
Figura 82: Instalación del Dispositivo de control de acceso 2,3 y cerradura	113
Figura 83: Dispositivo de control de acceso 1 en el tercer escenario.....	115
Figura 84: Opción 1 en el primer caso	116
Figura 85: Validación de contraseña en el tercer escenario.....	117

Figura 86: Validación de funcionamiento del acceso en el tercer escenario	118
Figura 87: Opción 1 en el segundo caso	119
Figura 88: Contraseña incorrecta, acceso denegado	119
Figura 89: Validación de funcionamiento de alarma en el tercer escenario	120
Figura 90: Opción 2 confirma y digitar contraseña anterior	121
Figura 91: Opción 2 ingresar contraseña nueva	122
Figura 92: Ingresar y digitar la nueva contraseña	123
Figura 93: Validación de funcionamiento de cambio de contraseña	123
Figura 94: Validación de funcionamiento desde una equipo de cómputo	124
Figura 95: Validación de funcionamiento desde un teléfono celular	124

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Características de transmisión ZigBee	17
Tabla 2: Características de transmisión de Wi-Fi	20
Tabla 3: Banda de Frecuencias de Bluetooth.....	22
Tabla 4: Diferencias entre las tres principales tecnologías orientadas a la comunicación inalámbrica	22
Tabla 5: Pines de Conector	61
Tabla 6: Parámetros de configuración en el dispositivo XBee PRO S2C	90

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la falta de seguridad que azota a nuestro país, no solo en las calles, sino también en nuestros hogares, cuando por motivos de trabajo, viajes, realizar compras, se tiene el temor de perderlo todo; ya que la delincuencia ha alcanzado cifras alarmantes en los últimos años, las cuales nos indican que vivimos en uno de los países con mayor cantidad de delitos cometidos, a su vez la gran mayoría de personas no confían en que la policía estará en el momento oportuno.

El propósito de este proyecto es ofrecer una solución integrada a través del diseño de un prototipo de sistema automatizado para el control de seguridad en las viviendas del distrito de Villa el Salvador.

El presente proyecto está dividido en tres capítulos, en el primer capítulo se planteara la problemática de la falta de seguridad y implementación de un sistema contra robos. En el segundo capítulo trata sobre los conceptos de las tecnologías a utilizar y en el tercer capítulo se detallara la realización de diseño, análisis, revisión e implementación en la mejora de la seguridad.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Actualmente en el departamento de Lima en esta caso en el distrito de Villa El Salvador Lima, uno de los problemas que más preocupa a la mayoría de ciudadanos es la falta de seguridad, este problema es atribuido en muchas ocasiones al crecimiento de manera muy rápida de la ciudad, el incremento muy acelerado de la densidad poblacional en nuestra ciudad en los últimos años.

La formación de una ciudadanía competente comienza en el hogar, se fortalece mediante una educación de calidad en las instituciones educativas; pero la crisis de valores que en nuestro país tiene una consistencia social muy compleja, en el Informe Técnico de Estadísticas de Seguridad Ciudadana del año 2016, basados en los datos del INEI, a nivel nacional urbano, los principales motivos por los que la población percibe que puede ser víctima de algún hecho delictivo son: Robo de dinero, cartera, celular (80,4%), el segundo hecho con mayor percepción de inseguridad es el robo a su vivienda (75,6%), seguido de las amenazas e intimidaciones (38,8%) y robo de vehículo (37,7%). **[1]**

1.2 Justificación del Problema

En el distrito de Villa el Salvador, en la Zona “A”, donde el problema es la falta de seguridad, por una parte no se cuenta con personal de vigilancia ni con equipos de monitoreo especializados y sistema de seguridad en las viviendas que ayuden a solventar este problema.

Por esta razón este proyecto propone una solución al problema que existe en la falta de seguridad en las viviendas, por medio del diseño de un prototipo de sistema automatizado para el control de seguridad que cuenta con los distintos sensores de seguridad, cámaras, protocolos de comunicación, nos permitirá brindar seguridad y confiabilidad.

1.3 Delimitación del Proyecto

1.3.1 Delimitación Teórica

- Control de Seguridad en las viviendas mediante sistema automatizado.
- Comunicación de dispositivos electrónicos mediante conexión inalámbrica.
- Programación en software y hardware con módulos Arduino, XBee. Microcontroladores (Atmel, Microchip).

1.3.2 Delimitación Temporal

Este proyecto está elaborado desde el diseño del sistema, software y hardware, fue realizado durante el período Enero a Marzo del año 2016.

1.3.3 Delimitación Espacial

Este proyecto se realizara para las viviendas, ubicadas en la Zona “A” distrito de Lima - Villa el Salvador; en la provincia y región Lima. Ver figura 1.

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema Principal

¿Se podrá implementar un sistema automatizado para el control de seguridad en las viviendas del distrito de Villa el Salvador?

1.4.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo diseñar e implementar un control de acceso en la vivienda y que beneficios brindaría?

- ¿Cómo integrar las señales digitales del detector de movimiento, detector de humo y como poner en funcionamiento los módulos XBee?

- ¿Cómo poner en funcionamiento una red de comunicación para el control de seguridad en las viviendas?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Implementar un sistema automatizado para el control de seguridad en las viviendas del distrito de Villa el Salvador.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Diseñar e implementar un circuito electrónico programable para brindar un control de acceso rápido, entorno amigable y seguro contra posibles intrusos.
- Integrar un circuito electrónico a las señales digitales del detector de movimiento, detector de humo para obtener una señal lógica positiva y adecuarla al funcionamiento de los módulos XBee.
- Poner en funcionamiento la red de comunicación inalámbrica ZigBee para el control de seguridad en las viviendas.



Figura 1: Ubicación del proyecto

Fuente: [https://www.google.com.pe/maps/place/Villa+El+Salvador/@-](https://www.google.com.pe/maps/place/Villa+El+Salvador/@-12.19251)

12.19251

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

- Guerra, F. (2013), en su tesis: “Diseño de un sistema de control domótica y video vigilancia supervisado por un teléfono móvil” de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Concluye lo siguiente: **[2]**

“El diseño del sistema en que consiste esta tesis es factible en el ámbito de una red local, debido a que sus requerimientos de ancho de banda son muy bajos, además no requiere un servidor con grandes capacidades de procesamiento para su funcionamiento ni la instalación de muchos componentes complejos.

El sistema, puede ser incrementado en tamaño y funcionalidades con relativa facilidad, debido a que ocupa una parte mínima de la capacidad de la red local, así como de la capacidad en la salida a internet de la vivienda, este incremento lo puede realizar la empresa que provee el servicio.

Además al reducido tamaño del micro controlador de dispositivos, que funciona también como servidor web y central telefónica, la instalación del sistema será sencilla y puede darse en cualquier lugar de la casa.

Al bajo costo del sistema a utilizarse hardware y software de libre distribución, se presenta como una muy buena propuesta de negocio. El control de las luces, así como la posibilidad de incluir otros aparatos eléctricos al sistema controlado de manera remota, y así brindar una facilidad a las personas con poca movilidad.

Todo el procesamiento y almacenamiento ocurre dentro de la casa, lo cual brinda facilidad de acceso para el usuario, pero puede ser una vulnerabilidad.

Debido a las características de los componentes utilizados, el sistema no sería apto para su instalación en exteriores, sino únicamente dentro de la vivienda. Gracias a las alertas instantáneas que genera el sistema puede ayudar al usuario a prevenir que se complete un robo.”

- Lozada, D. A. (2008), en su tesis: “Diseño y desarrollo de un transmisor y receptor de un sistema domótico utilizando tecnología de corrientes portadoras y el protocolo X-10” de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Concluye lo siguiente: **[3]**

“La automatización de la vivienda tiene como objetivo principal brindar confort a las personas, un mayor nivel de seguridad y además es posible optimizar el uso de la energía eléctrica utilizada.

Para lograr esto es necesario desarrollar un sistema de control automatizado de la vivienda que se encargue de controlar los dispositivos eléctricos y electrónicos instalados en ella, así como los sistemas que los gobiernan. Una manera de automatizar la vivienda es implementar un sistema domótico.

Cuando se habla de domótica, se debe de pensar en el concepto de control integrado de dispositivos eléctricos y electrónicos instalados en la vivienda, tanto de forma presencial como remota. La domótica permite controlar dispositivos en el lugar y tiempo deseado, esto es posible gracias a la facilidad de programación y de interconexión que dispone.

El desarrollar la domótica tiene como finalidad integrar en una unidad centralizada todos los sistemas de control de la vivienda, de manera que la interacción entre ellos de lugar a una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

Existe una gran variedad de sistemas y tecnologías que pueden ser utilizados y permiten lograr las características antes mencionadas tales como: LonWorks, Instabus EIB, Hometronic, etc.

Aun con todos los beneficios que la automatización de la vivienda posee no se ha tenido la difusión esperada. Esto se debe principalmente a la desinformación por parte de la sociedad sobre las tecnologías existentes y a sus aplicaciones prácticas.

Además el elevado costo de adquisición e instalación es otro factor apremiante. El objetivo principal de la tesis es desarrollar un dispositivo transmisor y receptor, con los cuales será posible implementar un sistema domótico básico, que podrá ser instalado en viviendas unifamiliares.

También se ahonda en los sistemas domóticos más utilizados y en sus características principales, las cuales serán tomadas en cuenta para determinar la tecnología a utilizar.

Además, se plantea la propuesta de diseño y desarrollo de sus componentes principales, el módulo transmisor y el módulo receptor.

Como conclusión principal del trabajo realizado se obtiene que el sistema implementado funciona adecuadamente, por lo que el diseño y el desarrollo basado en la tecnología de corrientes portadoras es una técnica que puede ser utilizada para implementar un sistema domótico que permita automatizar una vivienda unifamiliar.”

- Rodríguez, W.M. (2012), en su tesis: “Sistema de control domótico utilizando una central IP PBX basado en software libre” de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Concluye lo siguiente: **[4]**

“Se entiende como domótica o inmótica a sistemas cuyos elementos nos permiten automatizar una vivienda o edificio, considerando sus cuatro pilares: comodidad, seguridad, comunicaciones y un eficiente consumo energético.

Actualmente la domótica no sólo está enfocada a la gestión de estos elementos, sino también en darle al usuario una visión única y sencilla frente a los diferentes elementos que existen en el sistema, dándole un control al usuario de su sistema tanto de la misma área como desde otra ubicación, es decir brindarle una total interoperabilidad al usuario.

Sin embargo, la incompatibilidad que es generada debido a los diferentes estándares y protocolos que existen en la actualidad, la falta de cultura domótica en el Perú, y los costos muy elevados de controladores que permiten el acceso remoto al sistema, hacen que esta tecnología sea inaccesible al público en general.

El presente trabajo de tesis titulado “Sistema de Control domótico utilizando una central IP PBX basado en software libre” plantea una solución enfocada a brindarle una interoperabilidad al usuario considerando resolver los problemas arriba mencionados.

Se plantea una arquitectura que permite el sistema sea escalable y heterogéneo. Se utilizan protocolos de Internet que integran al sistema domótico a una actual convergencia de comunicaciones, y la implementación del servidor IP PBX en Asterisk permiten que el usuario tenga un control del sistema de una forma sencilla, confiable y accesible para el público en general.

La implementación del Gestor de eventos mediante lenguaje de programación PHP basado en sockets y el mapeo de puertos en los router, permitió la comunicación por Internet o LAN entre el Servidor Domótico y los Controladores de Equipos.

La implementación de la base de datos Modelo de área en MySQL permitió no solo integrar las tablas con el SID, sino también con el servidor WEB.

Demostrando que la plataforma implementada puede incorporar al sistema domótico no sólo a las redes de telefonía, sino también, puede brindar una flexibilidad para desarrollar otras plataformas como servidores web en el mismo sistema. Todo considerando un presupuesto bajo comparado con otros productos en el mercado.”

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Redes Inalámbricas de Sensores

Las tecnologías de redes inalámbricas han tenido un rápido desarrollo en los últimos años. Hemos pasado del veterano infrarrojo (Irda) para comunicaciones punto de corto alcance y multipuntos como “BlueTooth” o las redes de rango de alcance medio multi-saltos como “ZigBee”.

Otras tecnologías inalámbricas que podemos nombrar son, la tecnología WI-FI para redes locales (WLAN), la tecnología “WIMAX” para redes WMAN. También la telefonía celular de largo alcance (GPRS) o el desarrollo de las comunicaciones M2M con tecnología inalámbrica. El desarrollo más interesante es de las redes de sensores inalámbricos (WSN), debido a sus múltiples aplicaciones, en distintos sectores (seguridad, medio ambiente, industria, agricultura etc.).

Los principales analistas tecnológicos, dentro de las tecnologías inalámbricas valoran las redes inalámbricas de sensores (WSN) como una de las opciones de futuro más prometedora.

Fabricantes como Microsoft, Intel, IBM, Motorola y Texas Instruments por citar algunos han lanzado líneas de investigación en esta tecnología. [5]

2.2.1.1 Topología Bus

En la topología de bus, todos los equipos están conectados a la misma línea de transmisión mediante un cable, generalmente coaxial. De esta forma todos los dispositivos comparten el mismo canal para comunicarse entre sí.

Ver figura 2. [6]

- Ventaja: Facilidad de implementación, crecimiento y simplicidad en la arquitectura.
- Desventaja: Altas pérdidas en la transmisión debido a colisiones entre mensajes.

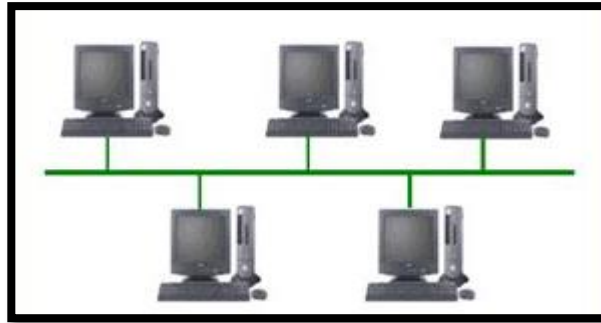


Figura 2: Topología Bus

Fuente: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/admonredes/PHP>

2.2.1.2 Topología Estrella

Una red en estrella es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central, la mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador (router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub) siguen esta topología. Ver figura 3.

- Ventaja: Permite que todos los nodos se comuniquen entre sí de manera conveniente.
- Desventaja: Si el nodo central falla, toda la red se desconecta. [7]

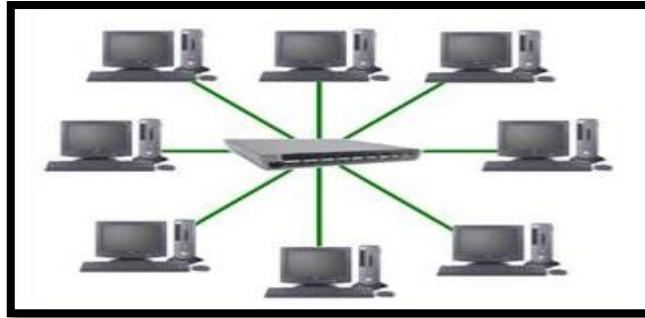


Figura 3: Topología Estrella

Fuente: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/admonredes/PHP>

2.2.1.3 Topología Árbol

Topología de red en la que los nodos están colocados en forma de árbol. El cual tiene un nodo de enlace troncal, generalmente ocupado por un hub o switch, desde el que se ramifican los demás nodos.

Es una variación de la red en bus, la falla de un nodo no implica interrupción en las comunicaciones. Ver figura 4. [7]

- Ventaja: Hace posible la conexión entre punto a punto por su cableado que da de host a host.
- Desventaja: Los nodos individuales pueden quedar aislados de la red por un fallo puntual en la ruta de conexión del nodo. [8]



Figura 4: Topología Árbol

Fuente: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/admonredes/PHP>

2.2.1.4 Topología Malla

La topología en malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. El establecimiento de una red de malla es una manera de encaminar datos, voz e instrucciones entre los nodos esta configuración ofrece caminos redundantes por toda la red de modo que, si falla un cable, otro se hará cargo del tráfico [7]. Ver figura 5.

- Ventaja: El sistema ofrece un incremento de la fiabilidad y facilidad para resolver problemas
- Desventaja: El sistema tiene un alto coste, debido a la utilización de mucho cableado. [9]

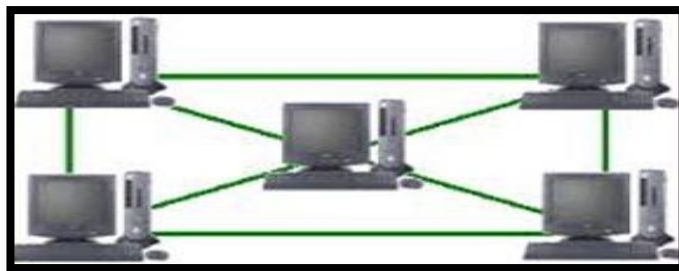


Figura 5: Topología Malla

Fuente: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/admonredes/PHP>

2.2.2 Estándares Inalámbricos

Los estándares inalámbricos ofrecen facilidades para la comunicación entre diferentes dispositivos a distancias importantes, altas velocidades de transmisión y funciona sin cableado. Representan muy diferentes etapas de desarrollo y ofrecen varios niveles de funcionalidad. [10]

2.2.2.1 ZigBee

Es una tecnología de uso libre desarrollada por la Alianza ZigBee. Está basada en el estándar IEEE 802.15.4, con velocidades comprendidas entre 20 kbps y 250 kbps y rangos de 10 m a 100 m. Es un estándar usualmente aplicado en redes de sensores y puede interoperar con otras tecnologías de radiofrecuencia.

Tiene como objetivo las aplicaciones que requieran comunicaciones en una red altamente segura, ya que usa el estándar AES-128 (Advanced Encryption Standard), un bloque de cifrado complejo que encripta los paquetes de tal manera que sea difícil vulnerar el sistema de protección de la información. [11]

IEEE 802.15.4:

Componentes: Hay tres tipos de dispositivos:

- Coordinador ZigBee (ZigBee coordinator, ZC).

El tipo de dispositivo más completo. Puede actuar como director de una red en árbol así como servir de enlace a otras redes. Existe exactamente un coordinador por cada red, que es el nodo que la comienza en principio. Puede almacenar información sobre la red y actuar como su centro de confianza en la distribución de claves de cifrado.

- Router ZigBee (ZR).

Además de ofrecer un nivel de aplicación para la ejecución de código de usuario, puede actuar como router interconectando dispositivos separados en la topología de la red.

- Dispositivo final (ZigBee end device, ZED).

Posee la funcionalidad necesaria para comunicarse con su nodo padre (el coordinador o un 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 tiene requerimientos .Ver figura 6. [12]

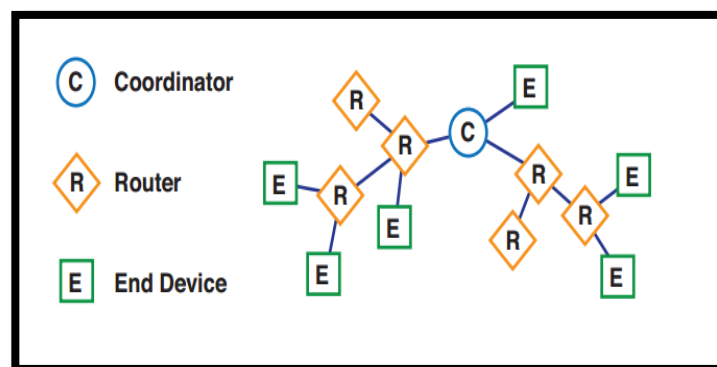


Figura 6: Elementos de la red ZigBee (Red en malla)

Fuente: <http://www.blogandvolts.com/2015/02/wireless-mesh-networking.html>

- Topologías:

ZigBee permite tres topologías: en estrella, malla y árbol. Las redes ZigBee pueden usar redes de malla, las cuales pueden extenderse sobre un área grande y contener miles de nodos.

Puede estar formada por hasta 255 nodos. Utilizando el direccionamiento local, se puede configurar una red de 65000 nodos.

- Características de transmisión:

Están disponibles 27 canales a través de las diferentes bandas de frecuencias, como se indica en la tabla 1.

	Banda de Frecuencias (MHz)	Tasa de Transmisión (kbps)	Número de Canales	Modulación
Europa	868	20	1	BPSK
Estados Unidos	915	40	10	BPSK
Mundial	2450	250	16	O-QPSK

Tabla 1: Características de transmisión ZigBee

Fuente:http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundi_a_p_fm/capitulo4.pdf

- **Arquitectura:**

ZigBee es una pila de protocolos, que de manera similar al modelo OSI está constituido por diferentes capas, las cuales son independientes una de la otra. En la Figura 7 se muestran las diferentes capas que conforman la pila de protocolos para ZigBee. [13]

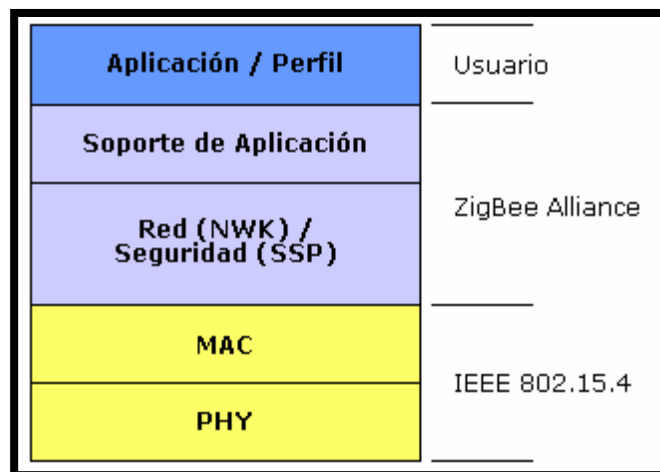


Figura 7: Las capas de la pila de protocolos para ZigBee

Fuente: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/ZIGBEE>

2.2.2.2 Wi-Fi

Es una tecnología inalámbrica ampliamente aceptada que se conoce por ser un sello de interoperabilidad entre diferentes dispositivos inalámbricos que soportan el estándar IEEE 802.11. Existe una gran variedad de configuraciones que ayudan a que este tipo de redes inalámbricas se adapten a casi cualquier necesidad.

Asimismo, el estándar IEEE 802.11 define diferentes mecanismos de cifrado que permita transportar de manera segura la información, buscando la autenticación y la privacidad. Entre ellos, está el WEP (Wired Equivalent Privacy) que es un método de cifrado basado en un algoritmo de encriptación RC4, que utiliza clave de 64 bits para el cifrado de los datos.

Por otro lado, el WPA (Wi-Fi Protected Access) es un que mejora el cifrado de los datos y propone el protocolo TKIP (Temporary Key Integrity Protocol), el cual cambia la clave compartida entre punto de acceso y cliente cada cierto tiempo, para evitar ataques que permitan revelar la clave.

IEEE 802.11:

- Componentes:

La arquitectura IEEE 802,11 se compone de varios elementos que interactúan para proporcionar una WLAN. Entre ellos están: las estaciones, los dispositivos con interfaz inalámbrica; el Conjunto de Servicio Básico (BSS), grupo de estaciones que se intercomunican entre ellas; y el Conjunto de Servicio Extendido (ESS), unión de varios BSS .En la figura 8 se puede observar la conexión entre ellos. [14]

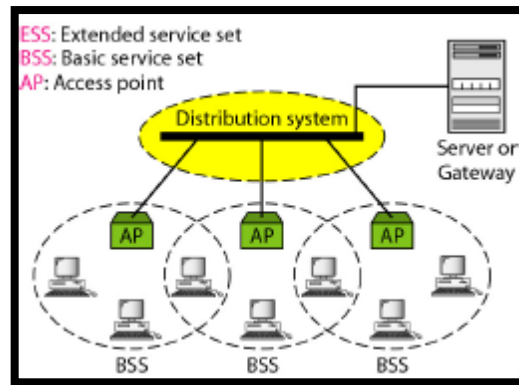


Figura 8: Componentes de la red Wi-Fi

Fuente: <http://blog.oureducation.in/ieee-802-11-standards-for-wlan>

- Topologías:

Estas configuraciones se pueden dividir en dos grupos:

P2P: También conocidas como redes ad hoc, es la configuración más sencilla, ya que en ella los únicos elementos necesarios son terminales móviles equipados con los correspondientes adaptadores para comunicaciones inalámbricas. **[15]**

Punto de acceso: Puede cumplir la función de un puente o repetidor, por tanto son capaces de aumentar el alcance de una red inalámbrica. Esta es la topología más común de una red Wi-Fi.

El usuario, una vez conectado a un punto de acceso, puede moverse libremente por las zonas en las que haya cobertura, y en su movimiento irá cambiando de punto de acceso, de manera que se mantenga a una conexión a red. **[16]**

- Características de transmisión:

Wi-Fi posee diferentes subestándares: 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n. En la tabla 2 se muestran las características de transmisión. **[17]**

IEEE	Banda (GHz)	Tasa de Transmisión Máxima (Mbps)	Modulación
802.11	2.4	2	DSSS, FHSS
802.11a	5	54	OFDM
802.11b	2.4	11	DSSS
802.11g	2.4	54	DSSS, OFDM
802.11n	2.4 y 5	600	OFDM

Tabla 2: Características de transmisión de Wi-Fi.

Fuente: <http://electronicdesign.com/communications/understanding-ieee-80211ac-vht-wireless>

2.2.2.3 Bluetooth

Es un enlace radio de corto alcance asociado a las redes de área personal inalámbricas o WPAN. Se extiende a un espacio de radio de 10 hasta 100 metros, dependiendo de la clase del dispositivo Bluetooth. Funciona en la banda de frecuencia de 2.4 GHz que no precisa de ninguna licencia y su máxima velocidad de transmisión es de 3 Mbps. Los componentes de Bluetooth son más pequeños, baratos y consumen menos energía que sus homólogos de Wi-Fi. Desarrollado originalmente por Ericsson, Bluetooth es estandarizado bajo la referencia IEEE 802.15.1.

IEEE 802.15:

- Componentes:

La comunicación también se basa en el principio maestro-esclavo, como se muestra en la figura 9.

Una piconet, grupo de equipos, comprende de un maestro y ocho esclavos como máximo, donde la comunicación sólo se da entre maestro y esclavo, mas no entre los esclavos.

No hay ningún límite teórico para el número de dispositivos habilitados con Bluetooth que compartan un canal, pero sí, un límite para el número de estos dispositivos que pueden participar activamente en el intercambio de datos con el maestro. Un esclavo puede ser parte de muchos piconets.

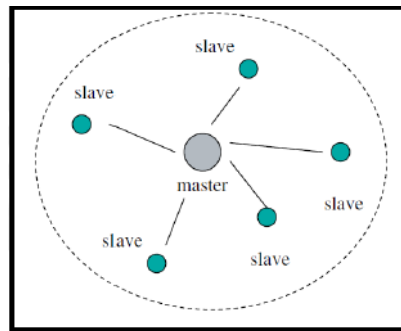


Figura 9: Arquitectura Maestro/ Esclavo

Fuente: <https://es.scribd.com/doc/129287455/IEEE-802-15>

- Características de transmisión:

El rango de frecuencias en el que se mueve Bluetooth es de 2.402 GHz a 2.480 GHz (ver tabla 3). Se puede transmitir voz, datos y video a 721 Kbps. La versión 1,0 ofrece un ancho de banda máximo de 1 Mbps para un intervalo de aproximadamente 10 m.

Existen tres clases:

Clase 1: Para dispositivos de alto rango (rango de hasta 100 m), las características de potencia son: 20 dBm (100 mW).

Clase 2: Para PCs normales y dispositivos portátiles conectados (rangos de hasta 10 m), las características de potencia son 4 dBm (2,5 mW).

Clase 3: Para dispositivos de baja potencia (rango de hasta de 1 m), las características eléctricas son: 0 dBm (1 mW). **[18]**

Países	Rango de Frecuencia (MHz)	Canales RF
Europa y Estados Unidos	2400 - 2483.5	$f = 2402 + k, k = 0, \dots, 78$
Francia	2446.5 - 2483.5	$f = 2454 + k, k = 0, \dots, 22$
España	2445 - 2475	$f = 2449 + k, k = 0, \dots, 22$

Tabla 3: Banda de Frecuencias de Bluetooth.

Fuente: <http://danitelematica.blogspot.pe/>

2.2.2.4 Comparación entre ZigBee, Wi-Fi y Bluetooth

Como se observa en la tabla 4, tanto ZigBee como Bluetooth tienen bajo consumo de potencia a diferencia de WiFi. Sin embargo, la desventaja del Bluetooth es poca cantidad de nodos que soporta (8 nodos), a diferencia de ZigBee que soporta hasta 65536 nodos agrupados hasta 255 subredes. [19]

	Wi-Fi	Bluetooth	ZigBee
Modulación	DSSS	FHSSS	DSSS
Ancho de Banda	54 Mbps	1 Mbps	250 Kbps
Consumo de potencia	Transmisión: 400mA Reposo: 20 mA	Transmisión: 40mA Reposo: 0.2 mA	Transmisión: 30mA Reposo: 3 uA
N° nodos por maestro	32	7	6400
Alcance	100m	10m	10 - 100 m
Duración de baterías	12 - 48 horas	1 semana	100-1000 días
Software y Hardware	Complejo	Muy complejo	Sencillo
Aplicaciones	Web, e-mail y datos, WLAN	Solución de cables, móviles, WPAN	Control y monitorización.
Ventajas	Velocidad y flexibilidad	Interoperabilidad, sustituto del cable.	Fiabilidad, bajo consumo, bajo coste.

Tabla 4: Diferencias entre las tres principales tecnologías orientadas a la comunicación inalámbrica

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

2.2.2.5 Coexistencia de ZigBee y Wi-Fi

Actualmente, la banda de 2.4GHz es compartida por diferentes tecnologías como Wi-Fi, Bluetooth y más recientemente ZigBee. Es por esta razón que, para asegurar un buen comportamiento, dichas tecnologías necesitan coexistir de manera pacífica y sin ningún tipo de interferencia que pueda perjudicar la comunicación de dispositivos con protocolos diferentes. Sin embargo, los diferentes niveles de potencia y según los canales utilizados por cada una de estas tecnologías, ocasionan que en situaciones específicas pueda existir interferencia.

Se han implementado algunas técnicas sobre ZigBee para disminuir el impacto por interferencia y de ese modo asegurar la coexistencia con otras tecnologías de comunicación.

El estándar IEEE 802.15.4, que define la capa física y el control de acceso al medio del protocolo ZigBee, utiliza una modulación de espectro disperso, con lo cual se utiliza un ancho de banda mayor a lo necesario para la transmisión de información. Asimismo, dicho estándar divide la banda de 2.4GHz en 16 canales no traslapados, con un ancho de canal de 2MHz y una banda de guarda de 5MHz, de los cuales cuatro de ellos no se superponen a los canales más usados para tráfico Wi-Fi. En la figura 10, se observa que los canales 15, 16, 21,22 no se superponen a los comúnmente utilizados canales 1,7,13 en los estándares IEEE 802.11b/g de la tecnología Wi-Fi. **[20]**

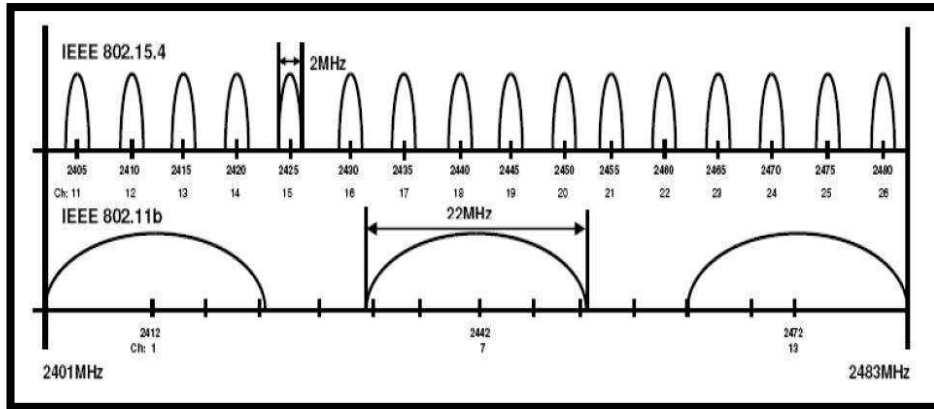


Figura 10: Interferencia de IEEE 802.15.4 y IEEE 802.11b/g

Fuente: <http://www.rexense.cn/upfile/ZigBee->

WiFi%E5%85%B1%E5%AD%98%E9%97%AE%E9%A2%98.pdf

Por otro lado, antes del establecimiento de una nueva red, los dispositivos ZigBee muestrean todos los canales y de esa manera pueden elegir el canal que presente menor interferencia. Del mismo modo, ZigBee incluye comandos de confirmación de los datos enviados por parte del receptor, por lo que la información es retransmitida hasta que se confirme la recepción sin errores.

Por último, ZigBee es una tecnología diseñada bajo la topología tipo malla, con lo cual es posible transmitir los paquetes a través de múltiples rutas, en caso de que alguna de ellas no se encuentre disponible por interferencia.

En la figura 11, se muestra el mecanismo que utilizan los dispositivos basados en ZigBee implementados en una red tipo malla, los cuales automáticamente generan otra ruta al encontrar interferencia en alguno de los tramos de la red.

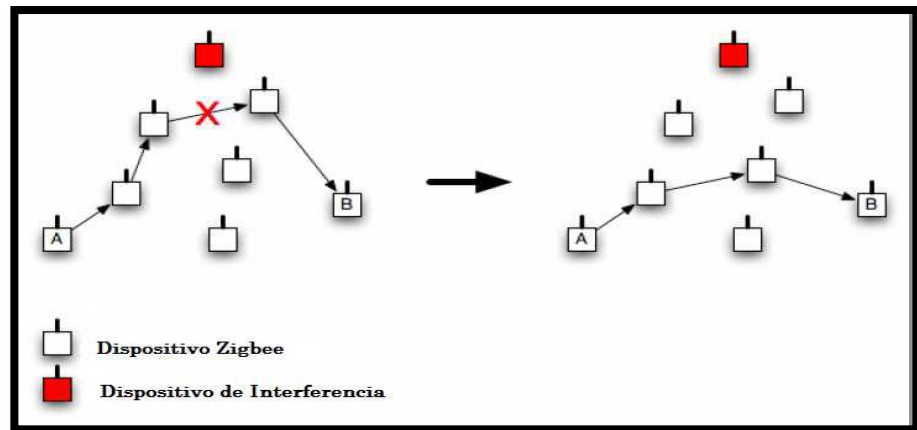


Figura 11: Topología tipo malla e interferencia

Fuente: [http://www.rexense.cn/upfile/ZigBee-](http://www.rexense.cn/upfile/ZigBee-WiFi%E5%85%B1%E5%AD%98%E9%97%AE%E9%A2%98.pdf)

[WiFi%E5%85%B1%E5%AD%98%E9%97%AE%E9%A2%98.pdf](http://www.rexense.cn/upfile/ZigBee-WiFi%E5%85%B1%E5%AD%98%E9%97%AE%E9%A2%98.pdf)

Finalmente, del estudio realizado por la empresa Schneider Electric, se concluye que en presencia de aplicaciones reales sobre Wi-Fi; ZigBee puede operar satisfactoriamente sin experimentar pérdidas de paquetes. No obstante, en ocasiones se podría experimentar un incremento del retardo en la comunicación, debido al alto número de retransmisiones de los datos por parte de los dispositivos ZigBee. [21]

2.2.2.6 Selección de los Protocolos de Comunicación

a) Protocolo de la Red de Soporte

La red de soporte será implementada bajo el protocolo Wi-Fi, puesto que actualmente existe un gran número de viviendas con redes locales inalámbricas configuradas bajo este protocolo. De esta manera, se podrá aprovechar este recurso para el control y monitoreo de los dispositivos que conforman el sistema de seguridad.

Por otro lado, la implementación sólo tomará en cuenta los estándares IEEE 802.11b/g, debido a que la mayor parte de los equipos comercializados en nuestro medio trabajan en la banda de libre uso de 2.4GHz.

Finalmente, el uso de Wi-Fi permitirá el acceso a la red desde cualquier dispositivo compatible, previamente registrado, ya que se encriptará la información dentro de la red con el tipo de seguridad conocido como WAP2 y tipo de encriptación AES, reduciendo de esa manera la vulnerabilidad de la red frente a un ataque.

b) Protocolo de la Red Actuador – Sensor

La red actuador – sensor será implementada bajo el protocolo ZigBee, debido a las características inalámbricas que posee sobre la banda de libre uso de 2.4GHz. De esta manera, la coexistencia de este estándar con la tecnología Wi-Fi proporcionará la disponibilidad de comunicación en todo momento. Asimismo, la escalabilidad del protocolo permitirá realizar ampliaciones en el sistema de manera sencilla, sin importar la cantidad de nuevos dispositivos, gracias a su capacidad para manejar una alta densidad de nodos.

Finalmente, el uso de ZigBee proporcionará un reducido consumo de energía y la transmisión segura de la información, puesto que los paquetes serán encriptados con el Estándar Avanzado de Encriptación o AES. [20]

c) Protocolo de Interconexión de Redes

La interconexión entre el nodo coordinador ZigBee y el nodo de acceso a la WLAN de soporte será mediante comunicación serial asíncrona o UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), debido a que se

encuentra ampliamente difundido para la transferencia de datos serialmente entre dispositivos electrónicos. Proporcionando comunicación punto a punto de manera simple y eficiente.

La versión menos compleja de comunicación a través de un puerto UART sólo necesita de tres líneas Tx., Rx. y línea común de tierra. Por otro lado, UART no proporciona señal de reloj, por lo que se requiere configurar ambos dispositivos con los mismos parámetros de velocidad, control de flujo, bits de datos, bit de paridad y bits de parada, para evitar errores que ocasionen la pérdida de información. En la figura 12, se muestra la trama que conforma la comunicación serial asíncrona. [22]

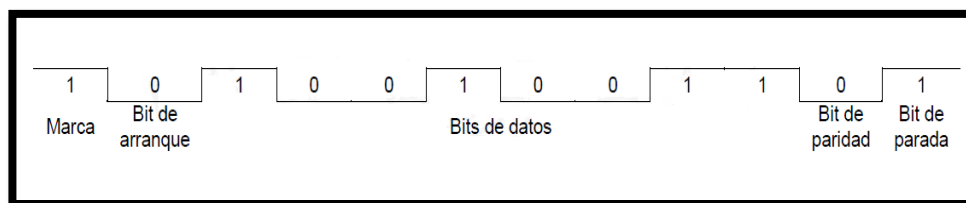


Figura 12: Trama que conforma la comunicación serial asíncrona.

Fuente: <http://es.slideshare.net/lzuarez/lectura02-tecnicas-comunicacion-de-datos>

2.2.3 Elementos de una Red Inalámbrica de Sensores

2.2.3.1 Sensores

Los sensores son los dispositivos encargados de recoger la información de los diferentes parámetros que controla el sistema de control centralizado (la temperatura ambiente, la existencia de un escape de gas, la presencia de un intruso, etc.) y enviársela a la pasarela residencial para que ejecute automáticamente las tareas programadas. Existen de diversos tipos (gas, temperatura, agua, humedad, luz, movimiento, rotura, etc.), entre otros. [23]

Detector de humo: Es un dispositivo cuyo funcionamiento se basa en el efecto óptico, el humo visible que penetra, afecta al haz de rayos luminosos generado por una fuente de luz, de forma que varía la luz recibida en una célula fotoeléctrica y se activa una alarma al llegar a un cierto nivel. Existen dos tipos de tecnologías de detección:

a) Detector de tipo óptico (fotoeléctrico):

En este tipo, el humo visible oscurece el haz de rayos luminosos proyectado por el emisor disminuyendo la luz recibida en la célula fotoeléctrica del receptor situado a distancia.

Consta de un emisor de luz y su receptor correspondiente de célula fotoeléctrica, situados ambos en los extremos de la zona a proteger

b) Detector de tipo iónico:

Se basan en la disminución que experimenta el flujo de corriente eléctrica formada por moléculas de O₂ y N₂ ionizadas por una fuente radiactiva entre dos electrodos, al penetrar los productos de combustión de un incendio.

Estos detectores detectan partículas visibles e invisibles generadas por la combustión y su mayor eficacia se encuentra para tamaños de partículas entre 1 y 0,01 micras. Las partículas visibles tienen un tamaño de 4 a 5 micras y tienden a caer por gravedad excepto en el caso de que haya una fuerte corriente turbulenta en la columna que forma la llama.

Existen materiales que desprenden partículas pequeñísimas a temperaturas inferiores a la de combustión en el aire y a esta temperatura se la denomina temperatura de formación de partículas (thermal particulate point). [24]

Detector de inundación: Es un dispositivo para detectar posibles escapes de agua que permite advertir el problema a distancia. Con un relé inversor, una alarma externa que emite una señal sonora y una electroválvula, puede ser accionada interrumpiendo el foco de la inundación. Con el fin de evitar inundaciones en lugares como baños, cocinas, garajes, lavaderos y cajas de agua de edificios. [25]

Detector de movimiento: Son dispositivos basados en la tecnología de los rayos infrarrojos o las ondas ultrasónicas para poder captar en tiempo real los movimientos que se generan en un espacio determinado. Estos sensores, utilizados sobre todo a cámaras de seguridad, puertas en almacenes y centros comerciales, etc; son uno de los dispositivos más reconocidos e importantes dentro de la seguridad electrónica.

c) Sensor infrarrojo (PIR):

Son dispositivos que miden cambios en los niveles de radiación infrarroja emitida por los objetos a su alrededor a una distancia máxima de 6 metros. Como respuesta al movimiento, el sensor cambia el nivel lógico de un pin. Además es un sensor de bajo costo y reducido tamaño, utilizado en sistemas de alarmas, iluminación controlada por movimiento y aplicaciones de robótica.

El sensor contiene unos filtros especiales llamados lentes de Fresnel, que enfocan las señales infrarrojas sobre el elemento sensor. Cuando éstas cambian rápidamente, el amplificador activa la salida para indicar movimiento.

d) Sensor ultrasónico:

Son detectores de movimiento volumétrico que usan el principio Doppler para registrar dicho movimiento. Los sensores hacen rebotar ondas ultrasónicas de sonido sobre objetos localizados en un área vigilada y luego miden la cantidad de tiempo que les toma para regresar al sensor. El movimiento de una persona en el área provoca que las ondas de sonido regresen a frecuencias más altas o bajas, lo cual resulta en un desplazamiento Doppler y la detección de ocupación.

Éstos transmiten ondas de sonido de alta frecuencia generadas por un oscilador de cristal de cuarzo. Las ondas de sonido escapan al alcance de registro del oído humano y no causan daño. **[26]**

Contacto magnético: Es el elemento de detección más básico y simple que forma parte de los sistemas de seguridad electrónica. Se trata de un interruptor reed (reed switch) o de lengüeta, que es un par de contactos ferrosos encerrados al vacío dentro de una cápsula de vidrio para que mantengan sus propiedades con el paso del tiempo.

Estos contactos están separados (circuito abierto) hasta que se les acerca un campo magnético, momento en el que hacen contacto cerrando el circuito. Se utilizan normalmente para detectar aperturas de puertas y ventanas. Al separar unos centímetros el imán del contacto reed, este se abre provocando la situación de alarma. **[27]**

Detector de gas: Este dispositivo se utilizan para la detección de posibles fugas de gas, permitiendo evitar así la intoxicación de personas en un edificio y/o reducir los riesgos de explosión. En la figura 13 se pueden observar algunos ejemplos de sensores. **[28]**



Figura 13: Ejemplo de sensores (detectores)

Fuente:

<http://seguridad100.com/?indx=producto&IDProducto=1883>

2.2.3.2 Actuadores

Son los dispositivos utilizados por el sistema de control centralizado, para modificar el estado de ciertos equipos o instalaciones (el aumento o la disminución de la calefacción o el aire acondicionado, el corte del suministro de gas o agua, el envío de una alarma a una centralita de seguridad, etc.). Los hay de diversos tipos (contactores de carril DIN, electroválvulas de corte de suministro, sirenas, etc.) y están distribuidos por todo el edificio. En la figura 14 se puede observar algunos ejemplos de actuadores. [23]



Figura 14: Ejemplo de actuadores

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/10350362/>

2.2.3.3 Unidad de control

La información recibida de los sensores en la unidad de control se trata según un algoritmo introducido en la memoria del sistema; además, la unidad de control es capaz de proporcionar información del estado del sistema al operador. Por otro lado, el operador tiene la posibilidad de intervenir en el proceso, o bien tomar el mando completo del mismo. Las acciones a tomar serán enviadas a los distintos actuadores, con el fin de que se produzca la respuesta deseada. [29]

2.2.3.4 Estación base y remota

En la estación base posee servidores cuya tarea es procesar y almacenar todos los datos provenientes de la red.

La estación remota, verifica los mensajes que el sensor envía. [30]

2.2.4 Aplicaciones de Redes de Sensores

Entre las aplicaciones más utilizadas se encuentran las:

Aplicaciones Militares: Pueden ser utilizadas para monitorización, vigilancia en el campo de batalla, reconocimiento del terreno, detección de ataques biológicos, químicos o nucleares, etc.

Aplicaciones en la Agricultura: En la agricultura se utilizan para realizar la monitorización de las condiciones ambientales en cultivos, riegos, medición de la humedad del suelo.

Aplicaciones en Medio Ambiente: En este caso se utilizan para la detección de incendios forestales, detección de inundaciones, estudios de contaminación, prevención de desastres, monitorización de áreas afectadas por desastres, etc.

Aplicaciones en la Domótica: En la domótica permiten proveer control de electrodomésticos, entornos inteligentes, control ambiental, control de acceso, etc. [31]

2.2.5 Cámara IP

Una cámara de red, también llamada cámara IP, puede describirse como una cámara y un ordenador combinados para formar una única unidad. Los componentes principales que integran este tipo de cámaras de red incluyen un objetivo, un sensor de imagen, uno o más procesadores y memoria. Los procesadores se utilizan para el procesamiento de la imagen, la compresión, el análisis de vídeo y para realizar funciones de red. La memoria se utiliza para fines de almacenamiento del firmware de la cámara de red (programa informático) y para la grabación local de secuencias de vídeo.

Como un ordenador, la cámara de red dispone de su propia dirección IP, está directamente conectada a la red y se puede colocar en cualquier ubicación en la que exista una conexión de red. Esta característica es la diferencia respecto a una cámara Web, que únicamente puede ejecutarse cuando está conectada a un ordenador personal (PC) por medio del puerto USB o IEEE 1394. Asimismo, es necesaria la existencia de software instalado en el PC para que pueda funcionar. Una cámara de red proporciona servidor web, FTP File Transfer Protocol (Protocolo de transferencia de archivos) y funciones de correo electrónico. También incluye gran variedad de protocolos de red IP y de seguridad.

La mayoría de las cámaras de red también dispone de puertos de entrada/salida (E/S) que habilitan las conexiones con dispositivos externos como sensores y relés. Igualmente, pueden incluir prestaciones como

funciones de audio y soporte integrado para alimentación por Ethernet (PoE). En la figura 15 se puede observar un ejemplo de cámara IP. [32]



Figura 15: Cámara IP

Fuente: <https://www.axis.com/pe/es/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/network-cameras>

Tipos de cámaras de red

Las cámaras de red se pueden clasificar en función de si están diseñadas únicamente para su uso en interiores o para su uso en interiores y exteriores.

Las cámaras de red para exteriores suelen tener un objetivo con iris automático para regular la cantidad de luz a la que se expone el sensor de imagen. Una cámara de exteriores también necesitará una carcasa de protección externa, salvo que su diseño ya incorpore un cerramiento de protección. Las carcasas también están disponibles para cámaras para interiores que requieren protección frente a entornos adversos como polvo y humedad y frente a riesgo de vandalismo o manipulación. Las cámaras de red, diseñadas para su uso en interiores o exteriores, pueden clasificarse en cámaras de red fijas, domo fijas, PTZ, y domo PTZ. En la siguiente figura 16 se pueden observar tipos de cámaras. [33]



Figura 16: Cámara fijas, domo fijas, PTZ, domo PTZ

Fuente: <http://www.teostekwebstore.com/securtek/que-es-una-camara-ip>

2.2.6 Microcontrolador PIC

Los PIC son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.[34]

En realidad, el nombre completo es PICmicro, aunque generalmente se utiliza como Peripheral Interface Controller (controlador de interfaz periférico).

El PIC original se diseñó para ser usado con la nueva CPU de 16 bits CP16000. Siendo en general una buena CPU, ésta tenía malas prestaciones de entrada y salida, y el PIC de 8 bits se desarrolló en 1975 para mejorar el rendimiento del sistema quitando peso de entrada/salida a la CPU.

El PIC utilizaba microcódigo simple almacenado en ROM para realizar estas tareas; y aunque el término no se usaba por aquel entonces, se trata de un diseño RISC que ejecuta una instrucción cada 4 ciclos del oscilador.

Hoy en día multitud de PIC vienen con varios periféricos incluidos (módulos de comunicación serie, UART, núcleos de control de motores, etc.) y con memoria de programa desde 512 a 32 000 palabras (una palabra corresponde a una instrucción en lenguaje ensamblador, y puede ser de 12, 14, 16 o 32 bits, dependiendo de la familia específica de PICmicro). Ver figura 17. [35]



Figura 17: Ejemplo de PIC

Fuente: <https://microcontroladoresesv.wordpress.com/microcontroladores-pic-y-sus-variedades/>

2.2.6.1 Juego de instrucciones y entorno de programación

El PIC usa un juego de instrucciones, cuyo número puede variar desde 35 para PIC de gama baja a 70 para los de gama alta. Las instrucciones se clasifican entre las que realizan operaciones entre el acumulador y una constante, entre el acumulador y una posición de memoria, instrucciones de condicionamiento y de salto/retorno, implementación de interrupciones y una para pasar a modo de bajo consumo llamada sleep.

Microchip proporciona un entorno de desarrollo freeware llamado MPLAB que incluye un simulador software y un ensamblador.

Otras empresas desarrollan compiladores C y BASIC. Microchip también vende compiladores para los PIC de gama alta ("C18" para la serie F18 y "C30" para los dsPIC) y se puede descargar una edición para estudiantes del C18 que inhabilita algunas opciones después de un tiempo de evaluación. [36]

2.2.6.2 Arquitectura central

La arquitectura del PIC es sumamente minimalista. Está caracterizada por las siguientes prestaciones:

- Área de código y de datos separadas (Arquitectura Harvard).
- Un reducido número de instrucciones de longitud fija.
- Implementa segmentación de tal modo que la mayoría de instrucciones duran 1 tiempo de instrucción (o 4 tiempos de reloj). Pueden haber instrucciones de dos tiempos de instrucción (saltos, llamadas y retornos de subrutinas y otras) o inclusive con más tiempo de instrucción en PIC de gama alta.
- Esto implica que el rendimiento real de instrucciones por segundo del procesador es de al menos 1/4 de la frecuencia del oscilador.
- Un solo acumulador (W), cuyo uso (como operador de origen) es implícito (no está especificado en la instrucción).
- Todas las posiciones de la RAM funcionan como registros de origen y/o de destino de operaciones matemáticas y otras funciones.
- Una pila de hardware para almacenar instrucciones de regreso de funciones.

- Una relativamente pequeña cantidad de espacio de datos direccionable (típicamente, 256 bytes), extensible a través de manipulación de bancos de memoria.
- El espacio de datos está relacionado con el CPU, puertos, y los registros de los periféricos.
- El contador de programa está también relacionado dentro del espacio de datos, y es posible escribir en él (permitiendo saltos indirectos).

A diferencia de la mayoría de otros CPU, no hay distinción entre los espacios de memoria y los espacios de registros, ya que la RAM cumple ambas funciones, y esta es normalmente referida como "archivo de registros" o simplemente, registros. [37]

2.2.6.3 Espacio de datos (RAM)

Los microcontroladores PIC tienen una serie de registros que funcionan como una RAM de propósito general. Los registros de propósito específico para los recursos de hardware disponibles dentro del propio chip también están direccionados en la RAM.

La direccionabilidad de la memoria varía dependiendo de la línea de dispositivos, y todos los dispositivos PIC tienen algún tipo de mecanismo de manipulación de bancos de memoria que pueden ser usados para acceder memoria externa o adicional. Las series más recientes de dispositivos disponen de funciones que pueden cubrir todo el espacio direccionable, independientemente del banco de memoria seleccionado. En los dispositivos anteriores, esto debía lograrse mediante el uso del acumulador.

Para implementar direccionamiento indirecto, se usa un registro de "selección de registro de archivo" (FSR) y uno de "registro indirecto" (INDF): Un número de registro es escrito en el FSR, haciendo que las lecturas o escrituras al INDF serán realmente hacia o desde el registro apuntado por el FSR.

Los dispositivos más recientes extienden este concepto con post y preincrementos/decrementos para mayor eficiencia al acceder secuencialmente a la información almacenada. Esto permite que se pueda tratar al FSR como un puntero de pila.

2.2.6.4 Tamaño de palabra

El tamaño de palabra de los microcontroladores PIC es fuente de muchas confusiones. Todos los PIC (excepto los dsPIC) manejan datos en trozos de 8 bits, con lo que se deberían llamar microcontroladores de 8 bits. Pero a diferencia de la mayoría de las CPU, el PIC usa arquitectura Harvard, por lo que el tamaño de las instrucciones puede ser distinto del de la palabra de datos.

De hecho, las diferentes familias de PIC usan tamaños de instrucción distintos, lo que hace difícil comparar el tamaño del código del PIC con el de otros microcontroladores. Por ejemplo, un microcontrolador tiene 6144 bytes de memoria de programa: para un PIC de 12 bits esto significa 4096 palabras y para uno de 16 bits, 3072 palabras. **[36]**

2.2.6.5 Programación del PIC

Para transferir el código de un ordenador al PIC normalmente se usa un dispositivo llamado programador. La mayoría de PIC que Microchip distribuye hoy en día incorporan ICSP (In Circuit Serial Programming, programación serie incorporada) o LVP (Low Voltage Programming, programación a bajo voltaje), lo que permite programar el PIC directamente en el circuito destino.

Para la ICSP se usan los pines RB6 y RB7 (En algunos modelos pueden usarse otros pines como el GP0 y GP1 o el RA0 y RA1) como reloj y datos y el MCLR para activar el modo programación aplicando un voltaje de 13 voltios.

Existen programadores complejos incluyen ellos mismos PIC preprogramados como interfaz para enviar las órdenes al PIC que se desea programar. Uno de los programadores más simples es el TE20, que utiliza la línea TX del puerto RS-232 como alimentación y las líneas DTR y CTS para mandar o recibir datos cuando el microcontrolador está en modo programación.

El software de programación puede ser el ICprog, muy común entre la gente que utiliza este tipo de microcontroladores. Entornos de programación basados en intérpretes BASIC ponen al alcance de cualquier proyectos que parecieran ser ambiciosos. Se pueden obtener directamente de Microchip muchos programadores/depuradores .

Programadores:

- PICStart Plus (puerto serie y USB)
- Promate II (puerto serie)

- MPLAB PM3 (puerto serie y USB)
- ICD2 (puerto serie y USB)
- ICD3 (USB)
- PICKit 1 (USB)
- IC-Prog 1.06B
- PICAT 1.25 (puerto USB2.0 para PIC y Atmel)
- WinPic 800 (puerto paralelo, serie y USB)
- PICKit 2 (USB)
- PICKit 3 (USB)
- Terusb1.0
- Eclipse (PIC y AVR. USB)
- MasterProg (USB)

Depuradores integrados:

- ICD (Serie)
- ICD2 (Serie o full speed USB - 2 Mbits/s)
- ICD3 (High speed USB - 480 Mbits/s)

Emuladores:

- Proteus - ISIS
- ICE2000 (puerto paralelo, convertidor a USB disponible)
- ICE4000 (USB)
- PIC EMU
- ISEC
- PIC CDlite
- PIC Simulator

- Crocodile Clips

En la siguiente figura 18 se puede observar la ubicación de pines para PIC18F4455/18F4550 de los puertos A, B, C, D, E. [38]

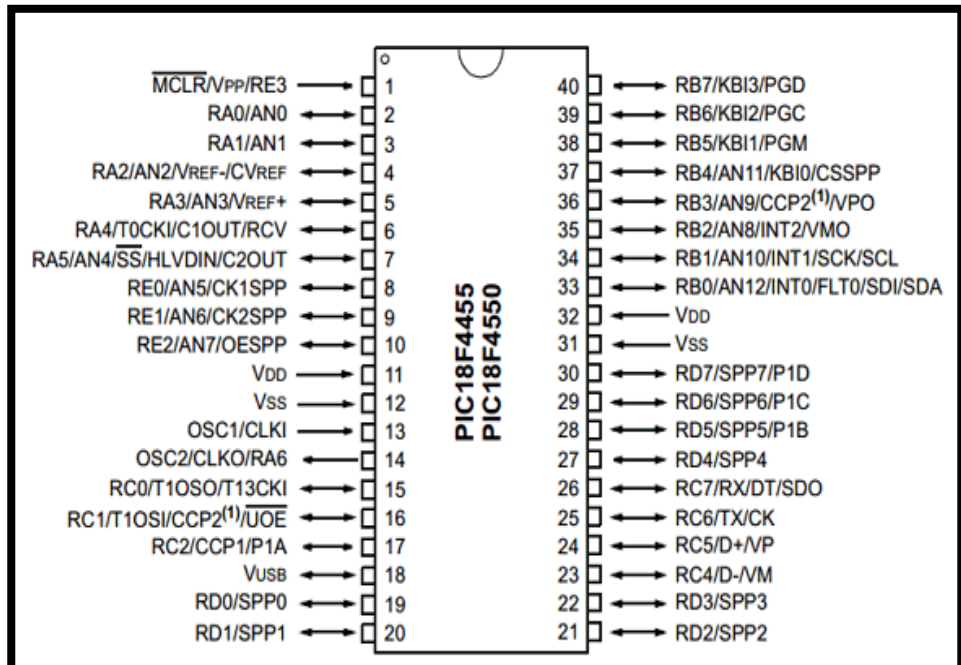


Figura 18: Ejemplo de la ubicación de pines para PIC18F4455/18F4550 de los puertos A, B, C, D, E.

Fuente: <http://www.datasheetcafe.com/pic18f4550-datasheet-microcontroller/>

2.2.6.6 Características

Los PIC actuales vienen con una amplia gama de mejoras hardware incorporadas:

- Núcleos de CPU de 8/16 bits con Arquitectura Harvard modificada.
- Memoria Flash y ROM disponible desde 256 bytes a 256 kilobytes.
- Puertos de entrada/salida (típicamente 0 a 5.5 voltios).
- Temporizadores de 8/16/32 bits.
- Tecnología Nanowatt para modos de control de energía.

- Periféricos serie síncronos y asíncronos: USART, AUSART, EUSART.
- Conversores analógico/digital de 8-10-12 bits.
- Comparadores de tensión.
- Módulos de captura y comparación PWM.
- Controladores LCD.
- Periférico MSSP para comunicaciones I²C, SPI, y I²S.
- Memoria EEPROM interna con duración de hasta un millón de ciclos de lectura/escritura.
- Periféricos de control de motores.
- Soporte de interfaz USB.
- Soporte de controlador Ethernet.
- Soporte de controlador CAN.
- Soporte de controlador LIN.
- Soporte de controlador Irda.

Los antiguos PICs con memoria PROM o EPROM se están renovando gradualmente por chips con memoria Flash. [39]

2.2.6.7 PIC más comúnmente usados

Funcionan a 3.3V en sus puertos de entrada y salida, aunque el fabricante indica que salvo en los pines con función analógica, en la mayoría se toleran tensiones de hasta 5V.

Disponen de una arquitectura optimizada con alto grado de paralelismo y núcleo de tipo M4K y una elevada capacidad de memoria RAM y FLASH ROM.

- PIC12C508/509 (Encapsulamiento reducido de 8 pines, oscilador interno, popular en pequeños diseños como el iPod remote).
- PIC12F629/675
- PIC16F84 (Considerado obsoleto, pero imposible de descartar y muy popular).
- PIC16F84A (Actualización del anterior, la A indica que cuenta con módulos de comparación A/D, algunas versiones funcionan a 20 MHz, compatible 1:1).
- PIC16F628A/648A (Opciones típicas para migrar o actualizar desde diseños antiguos hechos con el PIC16F84A. Poseen módulos de comparación A/D, Capture & Compare CCP (PWM), comunicación en serie USART y oscilador interno, entre otras mejoras).
- PIC16F88 (Nuevo sustituto del PIC16F84A y superior al PIC16F648A con más memoria, oscilador interno, USART, SSP, comparador y convertidor A/D. Muy popular).
- PIC16F87X/87XA ("Hermanos mayores" del PIC16F84/84A, con cantidad de mejoras incluidas en hardware. Bastante común en proyectos de aficionados).
- PIC16F886/887 (Nuevo sustituto del 16F876A y 16F877A con la diferencia que ahora ya incluye oscilador interno, considerados los más cercanos a la familia 18F).
- PIC16F193x (Nueva gama media de PIC optimizado y con mucha RAM, ahora con 49 instrucciones frente al conjunto de 35 más común).

- PIC18F452
- PIC18F2455 Con manejo de puerto USB 2.0.
- PIC18F2520/4520 Múltiples comparadores y convertidores A/D.
- PIC18F2550/4550 Manejo de puertos USB 2.0 y muy versátil.
- DSPIC30F2010
- DSPIC30F3014
- DSPIC30F3011 (Ideales para control electrónico de motores eléctricos de inducción, control sobre audio, etc).
- PIC32 (Nueva gama de PIC de 32 bits, los más modernos son compatibles con USB 2.0).

En la siguiente figura 19 se puede observar la arquitectura Microcontroladores PIC. [40]

Familia	ROM [Kbytes]	RAM [bytes]	Pines	Frecuencia de reloj. [MHz]	Entradas A/D	Resolución del convertidor A/D	Comparadores	Temporizadores de 8/16 bits	Comunicación serial	Salidas PWM	Otros
Arquitectura de la gama baja de 8 bits, palabra de instrucción de 12 bits											
PIC10FXXX	0.375 - 0.75	16 - 24	6 - 8	4 - 8	0 - 2	8	0 - 1	1 x 8	-	-	-
PIC12FXXX	0.75 - 1.5	25 - 38	8	4 - 8	0 - 3	8	0 - 1	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16FXXX	0.75 - 3	25 - 134	14 - 44	20	0 - 3	8	0 - 2	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16HVXXX	1.5	25	18 - 20	20	-	-	-	1 x 8	-	-	V _{dd} = 15V
Arquitectura de la gama media de 8 bits, palabra de instrucción de 14 bits											
PIC12FXXX	1.75 - 3.5	64 - 128	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	EEPROM
PIC12HVXXX	1.75	64	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	-
PIC16FXXX	1.75 - 14	64 - 368	14 - 64	20	0 - 13	8 or 10	0 - 2	1 - 2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	0 - 3	-
PIC16HVXXX	1.75 - 3.5	64 - 128	14 - 20	20	0 - 12	10	2	2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	-	-
Arquitectura de la gama alta de 8 bits, palabra de instrucción de 16 bits											
PIC18FXXX	4 - 128	256 - 3936	18 - 80	32 - 48	4 - 16	10 or 12	0 - 3	0 - 2 x 8 2 - 3 x 16	USB2.0 CAN2.0 USART I2C SPI	0 - 5	-
PIC18FXXX	8 - 128	1024 - 3936	28 - 100	40 - 48	10 - 16	10	2	0 - 2 x 8 2 - 3 x 16	USB2.0 USART Ethernet I2C SPI	2 - 5	-
PIC18FXXX	8 - 64	768 - 3936	28 - 44	64	10 - 13	10	2	1 x 8 3 x 16	USART I2C SPI	2	-

Figura 19: Arquitectura de Microcontroladores PIC

Fuente: <https://microcontroladoresesv.wordpress.com/microcontroladores>

-pic-y-sus-variedades/

2.2.6.8 Monitorización y control vía Internet

Con estos se pueden desarrollar sistemas SCADA, para adquirir y enviar datos al puerto serial de un computador utilizando, por ejemplo, transmisión UART y el protocolo RS-232, o implementando el protocolo TCP/IP directamente para construir un sistema completamente embebido. [41]

2.2.7 Sistema de Seguridad

Un sistema de seguridad corresponde a todo un grupo de elementos propiamente interrelacionados cuyo fin u objetivo principal es establecer un cierto nivel de protección frente a posibles riesgos, peligros, carencias o delitos que puedan afectar de forma negativa la integridad de una cierta población en todos los aspectos y generar un sentimiento de tranquilidad frente a cualquiera de ellos. [42]

La caracterización básica de un sistema considera las variables (entradas, recursos, etc.) que ingresan al mismo, los productos o respuestas obtenidos, por ejemplo un sistema de alarma tendría como entrada o estímulo el impulso eléctrico generado por uno de sus sensores y como respuesta o salida tendría la activación de una sirena, la llamada a una central de monitoreo o el bloqueo de accesos.

El esquema básico para un sistema de seguridad se describe a continuación:

2.2.7.1 Red

Es la forma de conexión de los elementos o componentes, básicamente la red es de tipo cableada o inalámbrica, aunque pueden existir también redes híbridas; dependiendo del tipo de conexiones de la red se pueden también clasificar en tipo bus, estrella, anillo, etc.

2.2.7.2 Central de seguridad

Es el elemento que gestiona el sistema, recibe las señales de los detectores y envía comandos a los señalizadores en función de lo receptado, siendo su función primordial para el funcionamiento del sistema se recomienda criterios de alta disponibilidad.

2.2.7.3 Detectores

Son los “ojos” y “oídos” del sistema, puede ser un detector de movimiento, una cámara de seguridad, un detector magnético entre otros, su función es entregar información de cualquier tipo, relacionada con la protección de los lugares clave del sitio protegido.

2.2.7.4 Señalizadores o indicadores

Los señalizadores o indicadores, son los elementos a través de los cuales el sistema actúa al existir un impulso o alarma generado por los detectores ante un intento de intrusión, puede tratarse de sirenas, luces, avisos a centrales de monitoreo, bloqueo de cerradura, etc.

2.2.7.5 Interfaz de usuario

Son todos los componentes que permiten que el usuario (o el programador) interactúe con el sistema, puede tratarse de un computador con conexión al sistema, un teclado independiente, sistemas dactilares, etc.

2.2.7.6 Fuente de alimentación

Permite entrega la energía eléctrica necesaria para los elementos del sistema (aunque algunos pueden tener su fuente independiente), se conecta directamente a la red eléctrica pública y adapta el voltaje alterno a voltaje continuo que es el utilizado por los dispositivos electrónicos, es recomendable

que el sistema tenga fuentes de alimentación secundarias en caso de fallo de la red eléctrica pública. Se puede observar un ejemplo; sistema de seguridad en la figura 20. [43]



Figura 20: Sistema de Seguridad

Fuente: <http://www.digisoftcr.com/seguridad.php>

2.2.8 Cerradura Electrónica

Las cerraduras electrónicas no solo ofrecen seguridad sino también comodidad y funcionalidad. Desde hace dos años tienen más demanda para viviendas, oficinas y departamentos en la provincia de Azuay (Ecuador). El usuario no debe preocuparse por el uso, pérdida o traslado de las llaves porque para ingresar a un inmueble se utiliza una tarjeta, un código o la huella dactilar previamente registrada en esta cerradura. Ver figura 21. [44]



Figura 21: Cerradura Electrónica

Fuente: <http://www.i-sai.net/es/productos-y-soluciones/control-de-accesos/cerraduras-electronicas-wireless-en-red/escudo-key-pad>

2.2.8.1 LCD

Los módulos LCD (Display de Cristal Líquido), son utilizados para mostrar mensajes que indican al operario el estado de la máquina, o para dar instrucciones de manejo, mostrar valores, etc. El LCD permite la comunicación entre las máquinas y los humanos, este puede mostrar cualquier carácter ASCII, y consumen mucho menos que los displays de 7 segmentos, existen de varias presentaciones por ejemplo de 2 líneas por 8 caracteres, 2x16, 2x20, 4x20, 4x40, etc. Sin backlight (14 pines) o con backlight (16 pines, iluminado de pantalla), el LCD más popular es el 2x16, 2 líneas de 16 caracteres cada una. Ver figura 22.



Figura 22: LCD 16x2

Fuente: <http://electrotec.pe/tienda/lcd-16x2>

2.2.8.2 Teclado Matricial

Los teclados matriciales son muy útiles para ingresar datos, un ejemplo es el teclado del computador, el teclado de una alarma que nos permite armar y desarmar un sistema de seguridad, el teclado de una caja fuerte, el de una cerradura eléctrica, etc.

En el manejo de un teclado, es necesario identificar filas y columnas que lo componen un teclado hexadecimal de 16 pulsadores, y su correspondiente barrido de teclas, luego se visualizará en un display de 7 segmentos el número de la tecla presionada. Ver figura 23. [45]

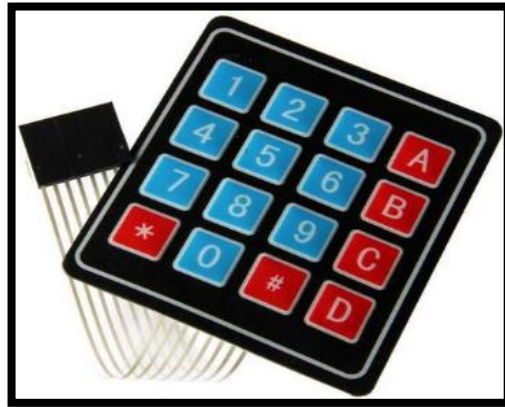


Figura 23: Teclado Matricial 4x4

Fuente: <https://electrocrea.com/products/membrana-keypad-4x4>

2.2.8.3 Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación se encarga de convertir la entrada de tensión alterna de la red en una tensión continua y consta de varias etapas:

1. Etapa de Transformación

Esta etapa consta básicamente de un transformador que está formado por un bobinado primario y uno o varios bobinados secundarios, que tiene como función principal. Convertir la energía eléctrica alterna de la red, en

energía alterna de otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético. Además provee una aislación galvánica.

2. Etapa de Rectificación

Esta etapa queda constituida por diodos rectificadores cuya función es de rectificar la señal proveniente del bobinado secundario del transformador. Existen 2 tipos de configuraciones que son rectificación de media onda y de onda completa.

3. Filtrado

Esta etapa queda constituida por uno o varios capacitores que se utilizan para eliminar la componente de tensión alterna que proviene de la etapa de rectificación. Los capacitores se cargan al valor máximo de voltaje entregado por el rectificador y se descargan lentamente cuando la señal pulsante desaparece. Permitiendo lograr una nivel de tensión lo más continua posible.

4. Regulación

Esta etapa consiste del uso de uno o varios circuitos integrados que tienen la función de mantener constante las características del sistema y tienen la capacidad de mantener el estado de la salida independientemente de la entrada. Ver figura 24. **[46]**

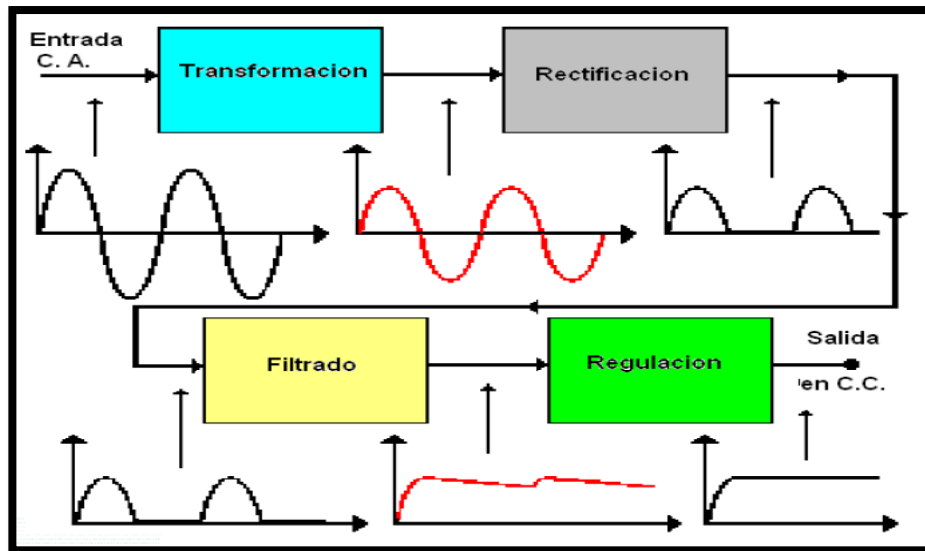


Figura 24: Fuente de Alimentación (diagrama de bloques y gráficas de onda)

Fuente: http://www.sase.com.ar/2011/files/2010/11/SASE2011-Fuentes_de_alimentacion.pdf

2.2.9 Microcontrolador Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basado en hardware y software fácil de usar. Placas Arduino son capaces de leer las entradas (la luz en un sensor, un dedo sobre un botón) y convertirlo en una salida, la activación de un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Para ello se utiliza el lenguaje de programación de Arduino (basado en el cableado) y el software de Arduino (IDE) , sobre la base de procesamiento.

2.2.9.1 Placa de Arduino

Comenzó a cambiar para adaptarse a las nuevas necesidades y desafíos, diferenciando su oferta de tableros simples de 8 bits a productos para aplicaciones, portátiles, impresión 3D y entornos integrados.

Todas las placas Arduino son completamente de código abierto, permite a los usuarios construirlas de forma independiente y eventualmente adaptarlas a sus necesidades particulares. El software también es de código abierto, está creciendo a través de las contribuciones de los usuarios en todo el mundo.

2.2.9.2 El software de Arduino

Es fácil de usar para principiantes, pero lo suficientemente flexible para usuarios avanzados. Funciona en Mac, Windows y Linux. Los maestros y los estudiantes lo utilizan para construir instrumentos científicos de bajo costo, para probar los principios de química y física, o para empezar a usar la programación y la robótica.

Diseñadores y arquitectos construyen prototipos interactivos musicales, artistas lo usan para instalaciones para experimentar con nuevos instrumentos musicales.

2.2.9.3 Modelos de Arduino

Explorar la gama completa de productos oficiales de Arduino, incluidas las tablas, los módulos (uno más pequeño factor de forma de tableros clásicos), Escudos (elementos que se pueden conectar a un tablero para darle características adicionales) y los kits. Ver figura 25. [47]

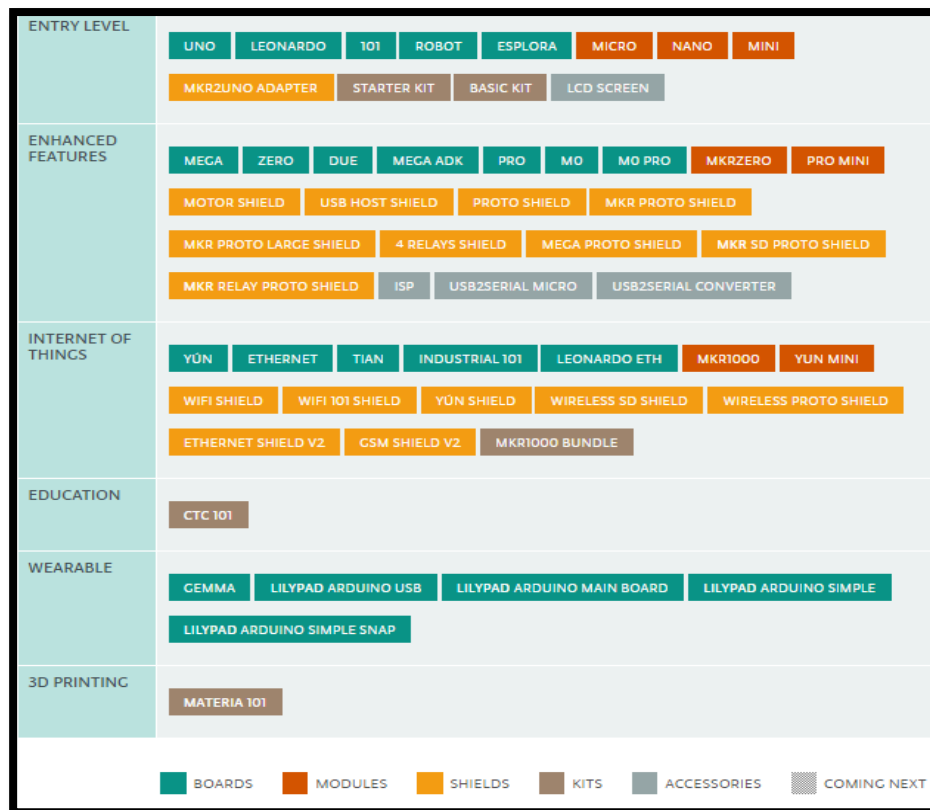


Figura 25: Modelos de Arduino

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

2.2.9.3.1 Arduino Uno

Arduino / Genuino Uno es una placa electrónica basada en el ATmega328P. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 se podrán utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o la corriente con un adaptador de CA a CC o una batería para empezar. Ver figura 26.

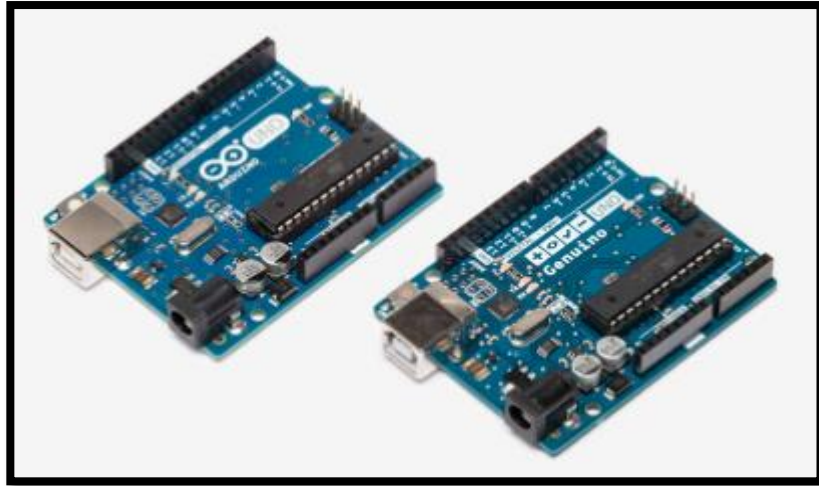


Figura 26: Arduino Uno

Fuente: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

2.2.9.3.2 Arduino Leonardo

El Arduino Leonardo es un tablero de microcontroladores basado en el ATmega32u4. Cuenta con 20 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 7 se pueden utilizar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión micro USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctelo a un ordenador con un cable USB o conéctelo con un adaptador AC-DC o una batería para empezar.

El Leonardo difiere de todos los tableros anteriores en que el ATmega32u4 tiene incorporado la comunicación USB, eliminando la necesidad de un procesador secundario. Ver figura 27. [48]



Figura 27: Arduino Leonardo

Fuente: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-leonardo-with-headers>

2.2.10 Módulo XBee

De acuerdo a Digi, los módulos XBee son soluciones integradas que brindan un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos. Estos módulos utilizan el protocolo de red llamado IEEE 802.15.4 para crear redes FAST POINT-TO-MULTIPOINT (punto a multipunto); o para redes PEER-TO-PEER (punto a punto). Fueron diseñados para aplicaciones que requieren de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación predecible. Por lo que básicamente XBee es propiedad de Digi basado en el protocolo ZigBee.

En términos simples, los XBee son módulos inalámbricos fáciles de usar. Ver figura 28. [49]

XBee® Family Features Comparison										
Protocol	Product	Frequency	Description	RF Line of Sight Range	Form Factor	MSRP	RF Data Rate	Current Draw Tx/Rx	Hardware	Certified Regions
IEEE 802.11	XBee® Wi-Fi	2.4 GHz	Wi-Fi 802.11b/g/n with easy provisioning, native Device Cloud features	N/A	Through-hole, SMT	\$35.00	1 to 72 Mbps	309 mA / 100 mA	S6B	US, CA, EU, AU, JP
	XBee® 802.15.4	2.4 GHz	Best way to get started with point-to-multipoint device connectivity	300 ft / 90 m	Through-hole	\$19.00	250 Kbps	45 mA / 50 mA	S1	US, CA, EU, AU, BR, JP
		XBee-PRO® 802.15.4	2.4 GHz	Point-to-multipoint extended range version		1 mile / 1.6 km	\$32.00	250 Kbps	215 mA / 55 mA	S1
	2.4 GHz		International("J") variant	2500 ft / 1 km		\$32.00	250 Kbps		S1	US, CA, EU, AU, BR, JP
Multipoint Proprietary	XBee-PRO® XSC	900 MHz	Long-range proprietary multipoint connectivity	9 miles / 14.5 km	Through-hole	\$39.00	10 Kbps or 20 Kbps	215 mA / 26 mA	S3B	US, CA, AU
	XBee-PRO® 868	868 MHz	Long-range multipoint for Europe	25 miles / 40 km		\$45.00	24 Kbps	500 mA / 65 mA	S5	EU
ZigBee® PRO Feature Set	XBee® ZB SMT	2.4 GHz	ZigBee mesh networking, low-cost, low-power, surface mount	4000 ft / 1.2 km	SMT	\$17.50	250 Kbps	45 mA / 28 mA	S2C	US, CA, EU, AU, BR, JP
	XBee-PRO® ZB SMT	2.4 GHz	Extended-range ZigBee, surface mount	2 miles / 3.2 km		\$28.50	250 Kbps	100 mA / 31 mA	S2C	US, CA, AU, BR
	XBee® ZB	2.4 GHz	ZigBee mesh, low-cost, low-power, through-hole	400 ft / 120 m	Through-hole	\$17.00	250 Kbps	N/A	S2	US, CA, EU, AU, BR, JP
	XBee-PRO® ZB	2.4 GHz	Extended-range ZigBee, through-hole	2 miles / 3.2 km		\$28.00	250 Kbps	205 mA / 47 mA	S2B	US, CA, AU, BR
		2.4 GHz	International("J") variant	5000 ft / 1.5 km		\$28.00	250 Kbps		S2B	US, CA, EU, AU, BR, JP
DigiMesh® Proprietary	XBee-PRO® 900HP	900 MHz	Extended-range peer-to-peer mesh, sleeping routers (900 MHz)	9 miles / 14.5 km	Through-hole	\$39.00	10 Kbps or 200 Kbps	215 mA / 29 mA	S3B	US, CA, AU, BR
	XBee® 865/868LP	865 MHz or 868 MHz	Low-power peer-to-peer mesh for India (865 MHz) or Europe (868 MHz)	2.5 miles / 4 km	SMT	\$23.00	10 Kbps or 80 Kbps	48 mA / 27 mA	S8	India, EU
	XBee® DigiMesh® 2.4	2.4 GHz	Low-cost, low-power peer-to-peer mesh, sleeping routers	300 ft / 90 m	Through-hole	\$19.00	250 Kbps	45 mA / 50 mA	S1	US, CA, EU, AU, BR, JP
		XBee-PRO® DigiMesh® 2.4	2.4 GHz	Extended-range peer-to-peer mesh, sleeping routers (2.4 GHz)		1 mile / 1.6 km	\$32.00	250 Kbps	250 mA / 55 mA	S1
	2.4 GHz		International("J") variant	3200 ft / 1 km		\$32.00	250 Kbps	150 mA / 55 mA	S1	US, CA, EU, AU, BR, JP

Figura 28: Tabla de Comparación de las características de la familia XBee

Fuente: <http://docs.digi.com/display/XBeeArduinoCodingPlatform/XBee+>

buying+guide

2.2.10.1 Direcccionamiento

Existen varios parámetros que deben configurarse correctamente para dos módulos que se comunican entre sí; aunque con los ajustes por defecto, todos los módulos deben ser capaces de hablar entre sí.

Tienen que estar en la misma red, tal como se establece por el ID de parámetro (ver "Configuración" a continuación para más detalles sobre los parámetros).

Los módulos necesitan estar en el mismo canal, según lo establecido por la CH parámetro. Por último, la dirección de destino de un módulo (DH y DL parámetros) determine los módulos en su red y el canal recibirá los datos que transmite. Esto puede suceder de varias maneras:

- Si un módulo de DH es 0 y su DL es inferior a 0xFFFF (es decir, 16 bits), los datos transmitidos por dicho módulo serán recibidos por cualquiera de los módulos cuyos 16 bits frente a MI parámetro es igual a DL.
- Si DH es 0 y DL es igual a 0xFFFF, las transmisiones del módulo serán recibidos por todos los módulos.
- Si DH no es cero o DL es mayor que 0xFFFF, la transmisión solamente será recibido por el módulo cuyo número de serie es igual a la dirección de destino del módulo de transmisión (es decir, cuya SH es igual a del módulo de transmisión DH y cuya SL es igual a su DL). [50]

2.2.10.2 Tipos de Antenas

1. Chip Antenna

Básicamente es un pequeño chip que actúa como antena. Rápido, sencillo y barato.

2. Wire Antenna (Whip Antenna)

Es un pequeño cable que sobresale.

3. U.FL Antenna

Un conector pequeño para conectar tu propia antena. Esto es perfecto si tienes tu equipo en una caja y deseas la antena afuera de ésta.

4. RPSMA Antenna

Un conector más grande para conectar tu propia antena. Nuevamente, esto es perfecto si tienes tu equipo en una caja y deseas la antena afuera de ésta. Ver figura 29. [49]

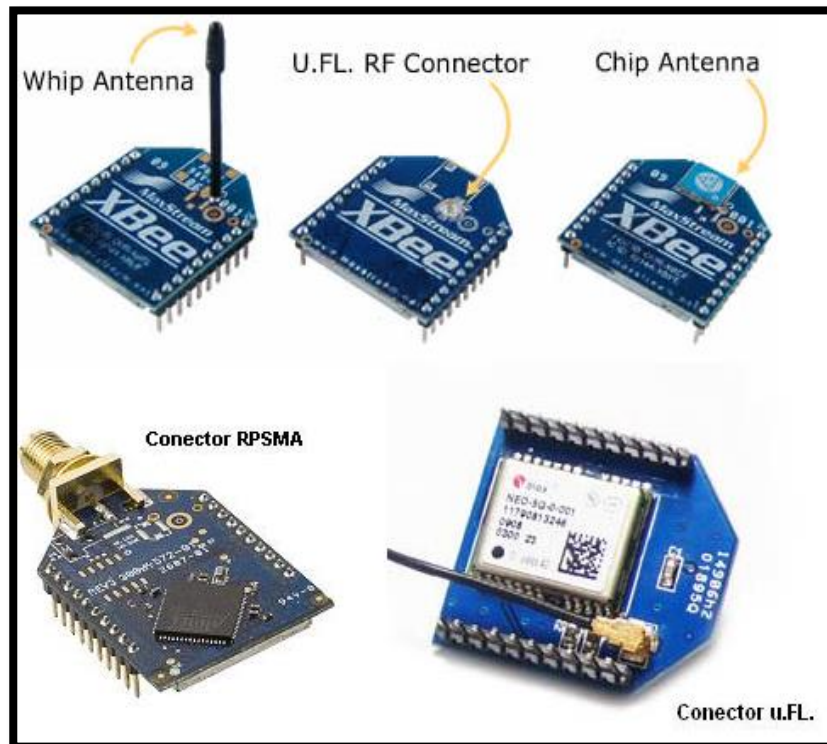


Figura 29: Tipos de Antenas

Fuente: <http://xbee.cl/que-es-xbee/>

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Protocolo RS 232

El protocolo RS-232 es una norma o estándar mundial que rige los parámetros de uno de los modos de comunicación serial. Por medio de este protocolo se estandarizan las velocidades de transferencia de datos, la forma de control que utiliza dicha transferencia, los niveles de voltajes utilizados, el tipo de cable permitido, las distancias entre equipos, los conectores, etc.

Además de las líneas de transmisión (Tx) y recepción (Rx), las comunicaciones seriales poseen otras líneas de control de flujo (Hands-hake), donde su uso es opcional dependiendo del dispositivo a conectar.

A nivel de software, la configuración principal que se debe dar a una conexión a través de puertos seriales. RS-232 es básicamente la selección de la velocidad en baudios (1200, 2400, 4800, etc.), la verificación de datos o paridad (parida par o paridad impar o sin paridad), los bits de parada luego de cada dato(1 ó 2), y la cantidad de bits por dato (7 ó 8), que se utiliza para cada símbolo o carácter enviado.

La Norma RS-232 fue definida para conectar un ordenador a un modem. Las tensiones empleadas están comprendidas entre +15/-15 voltios. **[51]**

Los puertos denominados COM1, COM2, COM3 y COM4 a pesar de que se mapean en un espacio diferente de los otros puertos, comparten las interrupciones, COM1 con COM3 y COM2 con COM4, por esto es muy difícil utilizar los cuatro cuando se trata de hacerlos funcionar mediante interrupciones. La siguiente tabla muestra el conector de 9 pines serie que se encuentra en la mayoría de las PC de hoy en día. Ver tabla 5. **[52]**

SIGNAL	PIN No.
Carrier Detect	1
Receive Data	2
Transmit Data	3
Data Terminal Ready	4
Signal Ground	5
Data Set Ready	6
Request To Send	7
Clear To Send	8
Ring Indicator	9

Tabla 5: Pines de Conector

Fuente: <http://juandeg.tripod.com/rs232.htm>

2.3.2 Protocolo USB

Las siglas USB corresponden a Universal Serial Bus, Bus Serie Universal, por lo que como su nombre indica, se trata de un sistema de comunicación entre dispositivos electrónicos informáticos que sólo transmite una unidad de información a la vez. El bus USB puede trabajar en dos modos, a baja velocidad (1,5 Mbps, para dispositivos como teclados, ratones, que no manejan grandes cantidades de información) y a alta velocidad (12 Mbps, para dispositivos como unidades de CDROM, altavoces, módems RTC e ISDN, etc.). En cuanto a la comodidad, el bus USB se compacta en un cable de cuatro hilos, dos para datos, dos para alimentación. Esto supone un gran ahorro, tanto de espacio como de material. De acuerdo a estos parámetros, una de las principales ventajas que se obtiene de USB es precisamente su diseño. [53]

Los puertos USB 1.0, 1.1 y USB 2.0 tienen 4 contactos, mientras que el puerto USB 3.0 cuenta con 9 (2 por los cuáles es capaz de enviar, 2 por los cuáles recibir de manera simultánea); en las siguientes figuras se muestran las líneas eléctricas y su descripción básica. Líneas eléctricas del conector USB 1.0 y USB 2.0: 1.- Vbus (+ 5 Volts, alimentación) ,2.- D- (- datos) ,3.- D+ (+ datos) ,4.- GND (tierra). Ver figura 30.



Figura 30: Líneas eléctricas del conector USB 1.0 y USB 2.0

Fuente: <http://jaazarellano.wixsite.com/interfazytecnologia/en-blanco-c1t6q>

También para las líneas eléctricas del conector USB 3.0: 1.- Vbus (+ 5 volts, alimentación) ,2.- D-(- datos) ,3.- D+ (+ datos) ,4.- GND (tierra) ,5.- StdA_SSRX- (Recibe datos) ,6.StdA_SSRX+ (Recibe datos) ,7.- GND_DRAIN (tierra - drenado) ,8.- StdA_SSTX- (Envía datos) ,9.- StdA_SSTX+ (Envía datos).Ver figura 31. [54]

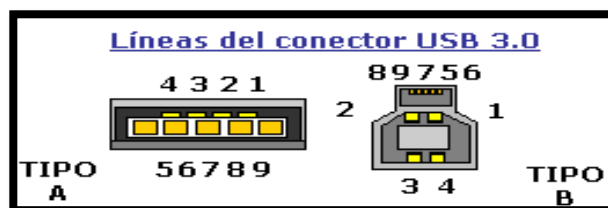


Figura 31: Líneas eléctricas del conector USB 3.0

Fuente: <http://jaazarellano.wixsite.com/interfazytecnologia/en-blanco-c1t6q>

2.3.3 WLAN

WLAN es una sigla de la lengua inglesa que alude a Wireless Local Area Network, una expresión que puede traducirse como Red de Área Local Inalámbrica. Como la denominación lo señala, una WLAN es una red de tipo local cuyos equipos no necesitan estar vinculados a través de cables para conectarse.

La WLAN es un tipo específico de LAN: una red informática formada por unidades ubicadas en un espacio geográfico de dimensiones reducidas. Mientras que las computadoras (ordenadores) que forman parte de una LAN se conectan entre sí o a un router con cables, en una WLAN la conexión se realiza utilizando ondas de radiofrecuencia.

Como son redes inalámbricas, las WLAN suelen posibilitar que los usuarios tengan una amplia movilidad, ya que no dependen de cables o elementos físicos para permanecer en la red.

La ausencia de cables también contribuye a mantener un orden o una organización en la oficina o el ambiente en cuestión.

Un ejemplo de WLAN es la red inalámbrica que se instala en una vivienda utilizando la tecnología WiFi. Supongamos que hay una computadora en un dormitorio, otra computadora en el comedor y una tercera computadora portátil. Los tres equipos disponen de tarjetas de red inalámbricas y están interconectados mediante un punto de acceso inalámbrico (dispositivo conocido como WAP por su sigla en inglés). De este modo, el padre de familia que utiliza la computadora del comedor puede enviarle una fotografía a su hijo, que usa la computadora del dormitorio.

A la vez, los dos pueden compartir archivos con quien use la computadora portátil. Ver figura 32. [55]



Figura 32: Red Inalámbrica

Fuente: <https://definicion.de/wlan/>

2.3.4 TCP/IP

El protocolo TCP/IP surgió alrededor de 1960 como base de un sistema de comunicación basado en redes de conmutación de paquetes desarrollado por el gobierno estadounidense y la agencia de defensa, ARPA. La infraestructura tecnológica más extendida y desarrollada sobre la que circulan las comunicaciones electrónicas (datos, voz, multimedia).

Cada una de las capas es responsable de llevar a cabo una tarea específica de la comunicación. Concretamente, TCP/IP dispone de cuatro capas:

- La capa física (Physical Layer) asociada al medio de comunicación físico y enlace, capas 1, 2 de OSI incluye los drivers que controlan las tarjetas de red y toda la gestión de la conexión entre el hardware, los cables, dispositivos de red.
- La capa de red (Network Layer, o capa 3 de OSI) se encarga del envío y recepción de los paquetes a través de la red, así como de encaminarlos por las diferentes rutas para llegar a su destino.

- La capa de transporte (Transport Layer, o capa 4 de OSI) se encarga de manejar los flujos de datos entre equipos. Existen dos protocolos principalmente a este nivel: TCP, un protocolo fiable orientado a conexión y UDP, un protocolo más simple pero que no garantiza la recepción de los datos, además, no orientado a conexión.
- Por último la capa de aplicación (Application Layer, que en OSI correspondería a las capas 5, 6 y 7) gestiona las características de las comunicaciones propias de la aplicación. En TCP/IP en este nivel se encuentran numerosos protocolos, como Telnet, FTP, HTTP, SMTP, SNMP, NFS, NTP. [56]

2.3.5 ICSP

ICSP (In Circuit Serial Programming, programación serie incorporada) o LVP (Low Voltage Programming, programación a bajo voltaje), lo que permite programar el PIC directamente en el circuito destino. Para la ICSP se usan los pines RB6 y RB7 como reloj y datos y el MCLR para activar el modo programación aplicando un voltaje de 13 voltios. [57]

2.3.6 Cristal de Cuarzo

Al utilizar el cristal de cuarzo para estabilizar la frecuencia, un oscilador incorporado funciona a una frecuencia determinada, y no es afectada por los cambios de temperatura y de voltaje de alimentación. Esta frecuencia se etiqueta normalmente en el encapsulado del cristal. Aparte del cristal, los condensadores C1 y C2 deben estar conectados como se muestra en el siguiente esquema.

Por eso, los valores proporcionados en la siguiente tabla se deben tomar como recomendación y no como regla estricta. Ver figura 33. [58]

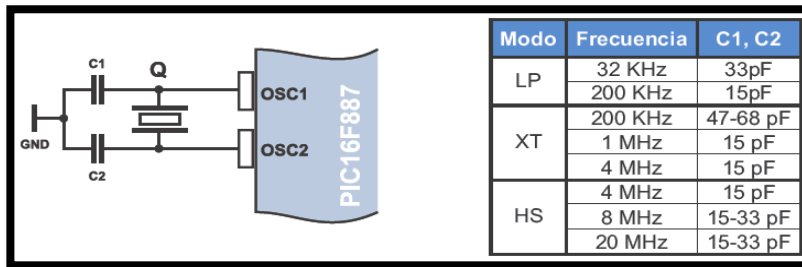


Figura 33: Tabla de valores de cristal y condensadores

Fuente: <https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespic/chapter/4-1-conexion-basica/>

2.3.7 TX y RX

El microcontrolador PIC utilizado como modelo será el PIC16F877A, los pines que trabajan con el módulo USART PIC son el pin RX o pin receptor y el pin TX o pin transmisor. El pin RX es el pin para la recepción de datos y tendrá que ser configurado como una entrada digital. El pin TX es el pin para la transmisión de datos y tendrá que ser configurado como una salida digital.

El pin RX del PIC tiene que ser conectado al pin TX del otro dispositivo. El pin TX del PIC tiene que ser conectado al pin RX del otro dispositivo. Los comunes de ambos dispositivos también tienen que estar conectados entre si.

Ver figura 34. [59]

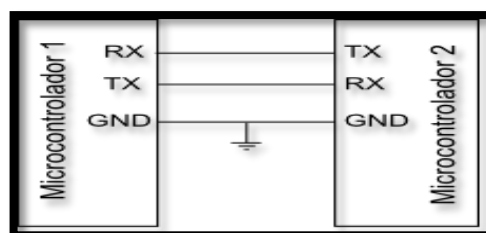


Figura 34: Comunicación entre microcontrolador

Fuente: <http://microcontroladores-mrelberni.com/usart-pic-comunicacion-serial/>

CAPÍTULO III: DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SEGURIDAD

3.1 Análisis del diseño

Debido a la problemática falta de seguridad en las viviendas del distrito de Villa el Salvador; no cuentan con personal de vigilancia, la falta equipos de monitoreo especializados y ningún sistema de seguridad.

Por ello se requiere implementar un sistema de seguridad en las viviendas en el presente proyecto de investigación se basará en brindar protección, confiabilidad y bienestar.

3.1.1 Análisis del sistema

En el funcionamiento del sistema de seguridad se utilizará la conexión de red inalámbrica, para poder realizar la comunicación se emplea el protocolo ZigBee aplicada en la tecnología de los módulos XBee.

Una vez definida la conexión de red se podrán interconectar a los sistemas de control de acceso, dispositivos de seguridad adaptados con los módulos XBee para la transmisión-recepción de información.

En el diagrama de flujo se puede observar el funcionamiento de la interconexión que debe existir en el sistema de seguridad. Ver figura 35.

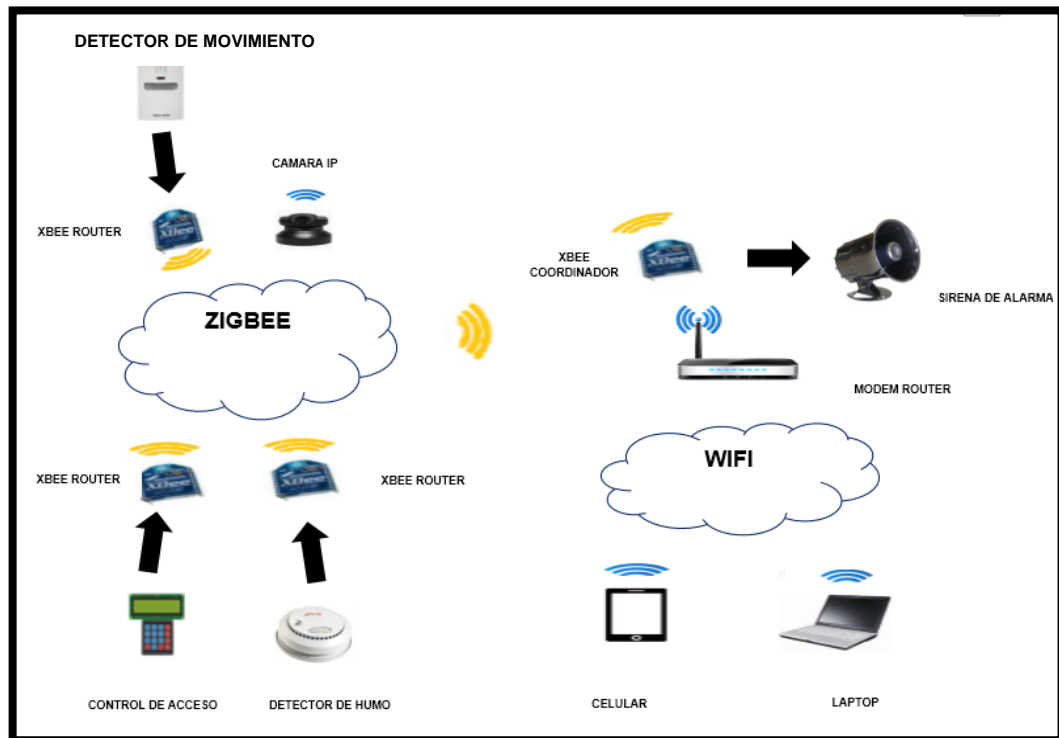


Figura 35: Diagrama de flujo del sistema de seguridad

Fuente: Propia

En este sistema automatizado se tendría un primer escenario para brindar seguridad externa en la vivienda, se instalará el dispositivo de control de acceso. Dicho dispositivo está diseñado para brindar acceso seguro en la vivienda, si la contraseña digitada es correcta procederá la apertura de la puerta por medio de una cerradura eléctrica instalada y en caso la contraseña digitada fuera errónea el sistema decidirá que es un intruso por tanto no realizará la apertura de puerta pero se activará la alarma mediante la comunicación inalámbrica con los módulos XBee.

La cámara Ip con conexión inalámbrica Wi-Fi, será una instalación adicional al proyecto para realizar el monitoreo del acceso a la vivienda, en

una versión mejorada el dispositivo de control de acceso se incorporará una cámara.

En el segundo escenario para poder brindar seguridad interna en la vivienda, se instalará dispositivos de seguridad como son: detector de movimiento, detector de humo y alarma.

El detector de movimiento en este dispositivo se adaptó una tarjeta electrónica integrada con un módulo XBee para realizar la comunicación inalámbrica utilizando el protocolo ZigBee. Dicho dispositivo tiene un sensor PIR el cual recibe la variación de radiación infrarroja del entorno, en este proyecto por ejemplo cuando una persona ingresa a una habitación y está en constante movimiento debido al calor corporal que emitirá, el dispositivo enviará una señal digital que activará la alarma.

También en el detector de humo en este dispositivo se adaptó una tarjeta electrónica integrada con un módulo XBee para realizar la comunicación inalámbrica utilizando el protocolo ZigBee. Este dispositivo utiliza la detección fotoeléctrica, tiene dispositivo emisor de luz (led) está dirigido hacia un área que no es observada por un elemento fotosensible o fotodiodo pero cuando las partículas de humo entran en la trayectoria de la luz, esta incide sobre esas partículas es reflejada o refractada sobre el fotodiodo por lo cual emitirá una señal digital que activará alarma.

Finalmente en el dispositivo de alarma se integra por una sirena, un módulo Arduino Leonardo R3, se diseñó una tarjeta electrónica con el módulo XBee. Este dispositivo utiliza la comunicación inalámbrica con el protocolo ZigBee, se realizó la configuración de los módulos XBee media un

software XCTU; uno de ellos en modo router que actuaría como emisor y el otro en modo coordinador que sería el receptor.

En el instante que el detector de movimiento o detector de humo emitan una señal digital será enviada al módulo XBee (emisor), mediante conexión inalámbrica será recibida la señal por el módulo XBee (receptor), el XBee enviara una señal al módulo Arduino Leonardo R3 y automáticamente activará la sirena por un tiempo definido. Los dispositivos fueron instalados en ubicaciones estratégicas de la vivienda en la parte externa del ingreso estará el control de acceso, una cámara IP y en la parte interna el detector de movimiento en la sala, el detector de humo estará en el centro del comedor y la alarma estará en la parte externa de la cocina. Ver figura 36.



Figura 36: Plano de la vivienda con la ubicación de los dispositivos

Fuente: Propia

3.1.2 Ejecución del sistema

La ejecución del proyecto se dividirá en fases, cada una indicando las actividades a realizar. Las secuencias de actividades para la ejecución del proyecto son:

- Diseño del diagrama esquemático para cada circuito electrónico.
- Programación de microcontroladores PIC16F887A y ATMEGA328P.
- Programación y pruebas de conectividad del módulo XBee.
- Realización de pruebas en base al diagrama esquemático en la conexión de los circuitos electrónicos y verificación de conectividad con los módulos XBee.
- Diseño de tarjetas electrónicas en base al diagrama esquemático de cada circuito.
- Implementación de tarjetas electrónicas en base al diseño, realizar pruebas de conectividad.
- Diseño en láminas de acrílico para cada tarjeta electrónica.
- Realización de pruebas para la verificación del funcionamiento de los sistemas de control de acceso, dispositivos de seguridad adaptados con los módulos XBee.
- Realización de pruebas del funcionamiento de los sistemas de control de acceso, dispositivos de seguridad adaptados con los módulos XBee en los ambientes estratégicos de la vivienda. Ver figura 37.

ACTIVIDADES		SEMANAS											
		ENERO_2016				FEBRERO_2016				MARZO_2016			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FASE I	Diseño del diagrama esquemático para cada circuito electrónico	■	■	■									
	Programación de microcontroladores PIC16F887A y ATMEGA328P			■	■	■							
	Programación y pruebas de conectividad del módulo XBee					■	■						
FASE II	Realización de pruebas en base al diagrama esquemático en la conexión de los circuitos electrónicos y verificación de conectividad con los módulos XBee					■	■	■					
FASE III	Diseño de tarjetas electrónicas en base al diagrama esquemático de cada circuito							■	■				
FASE IV	Implementación de tarjetas electrónicas en base al diseño, realizar pruebas de conectividad								■	■			
FASE V	Diseño en láminas de acrílico para cada tarjeta electrónica									■	■	■	
FASE VI	Realización de pruebas para la verificación del funcionamiento de los sistemas de control de acceso, dispositivos de seguridad adaptados con los módulos XBee												■
FASE VII	Realización de pruebas del funcionamiento de los sistemas de control de acceso, dispositivos de seguridad adaptados con los módulos XBee en los ambientes estratégicos de la vivienda												■

Figura 37: Diagrama de Gantt de las fases

Fuente: Propia

3.2 Diseño e implementación del sistema

Posteriormente de analizar el sistema se procederá a detallar el diseño del sistema de seguridad e implementación del presente proyecto.

3.2.1 Diseño de Tarjeta de Acondicionamiento de Señal para el Detector de Movimiento

El detector de movimiento se utilizó de la marca HOUSE SAFE cuyas características son las más adecuadas, debido a que cuenta con un detector infrarrojo que permite un amplio rango de cobertura de detección de 6 a 8 metros, lo que permite monitorear espacios amplios en la vivienda.

Este diseño estará conformada por un regulador de voltaje LM1117T, utilizara dos condensadores de 10uF con lo cual mejorara la estabilidad del voltaje de salida en 3.3VDC para la alimentación del C.I 74LS14 (compuerta inversora) y recomendado para el módulo XBee PRO S2C (conexión inalámbrica). Asimismo la alimentación de la tarjeta electrónica se utilizara una batería de 9VDC, las características de los componentes y dispositivos electrónicos se pueden observar en los anexos C, E, K. A continuación el diagrama esquemático utilizando el programa de diseño Eagle ver figura 38.

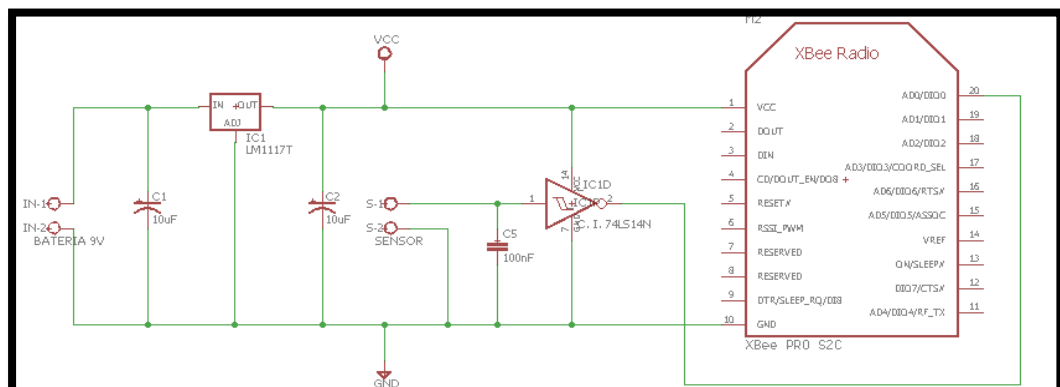


Figura 38: Diagrama esquemático de la tarjeta de acondicionamiento 1

Fuente: Propia

El funcionamiento se inicia cuando el detector de movimiento en su señal de salida envía una variación de voltaje que estará conectada; a la entrada del C.I 74LS14 en el pin 1(input) tendrá un voltaje inicial de 0.81VDC, cuando detecta el movimiento en ese instante el voltaje pasara a ser 0VDC posteriormente se establecerá en 2.29VDC y en la salida del C.I 74LS14 cuando el voltaje de entrada es 0VDC en el pin 2(output) tendrá un voltaje de 2.40VDC.

La señal de salida del C.I 74LS14, se conecta directamente al módulo XBee PRO S2C en el pin 20 (input/output) estará configurada en modo Router, dependiendo del estado de la señal para la activación de la alarma. Ver figura 39.

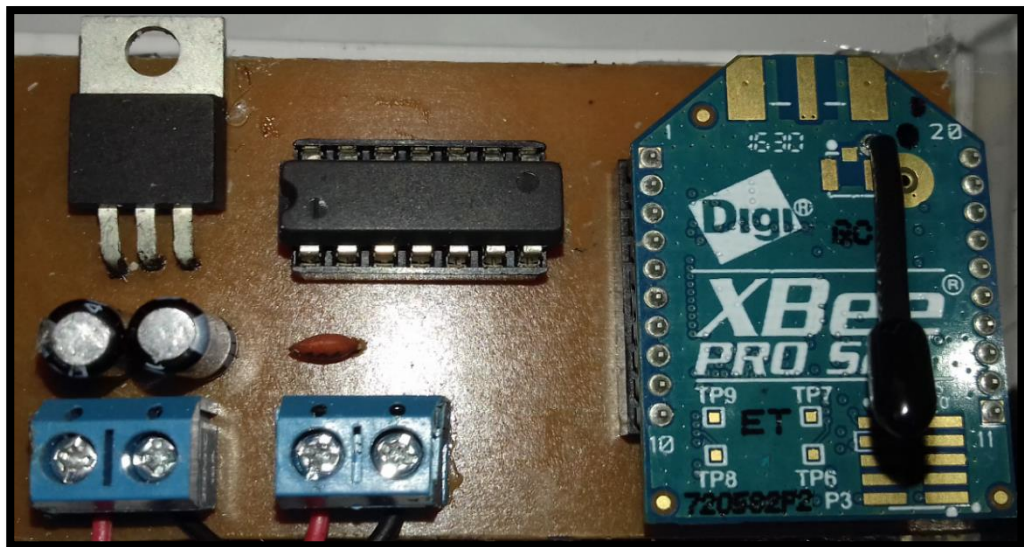


Figura 39: Tarjeta de acondicionamiento de señal para el detector de movimiento

Fuente: Propia

3.2.2 Diseño de Tarjeta de Acondicionamiento de Señal para el Detector de Humo

El detector de humo se utilizó de la marca OPALUX cuyas características son las más adecuadas, debido a que cuenta con un sistema fotoeléctrico sensible para la detección de pequeñas partículas de humo.

Este diseño estará conformada por dos reguladores de voltaje LM1117T, cada regulador utilizara dos condensadores de 10uF con lo cual mejorara la estabilidad del voltaje de salida en 3.3VDC, en el primero para la alimentación del C.I 74LS32 (compuerta OR), el módulo XBee PRO S2C (conexión inalámbrica) y en el segundo para limitar la señal del sensor de 9VDC a 3.3VDC. En la alimentación de la tarjeta electrónica se utilizara una batería de 9VDC, las características de los componentes y dispositivos electrónicos se pueden observar en los anexos C, F, K. A continuación el diagrama esquemático utilizando el programa de diseño Eagle ver figura 40.

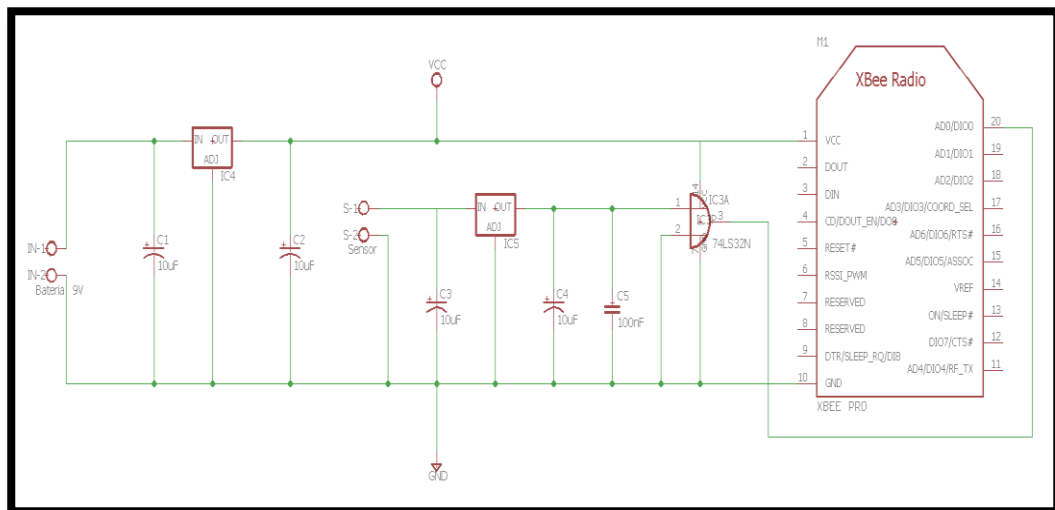


Figura 40: Diagrama esquemático de la tarjeta de acondicionamiento 2

Fuente: Propia

El funcionamiento se inicia cuando el detector de humo en su señal de salida enviara un voltaje de 9VDC que estará conectada; al regulador LM1117T para una salida de voltaje de 3VDC que irá conectada en el C.I 74LS32 en la entrada del pin 1(input), el pin 2 (input) estará conectado en GND.

En la salida del C.I 74LS32 en el pin 3(output) se conecta directamente al módulo XBee PRO S2C en el pin 20 (input/output) estará configurada en modo Router, dependiendo del estado de la señal para la activación de la alarma. Ver figura 41.

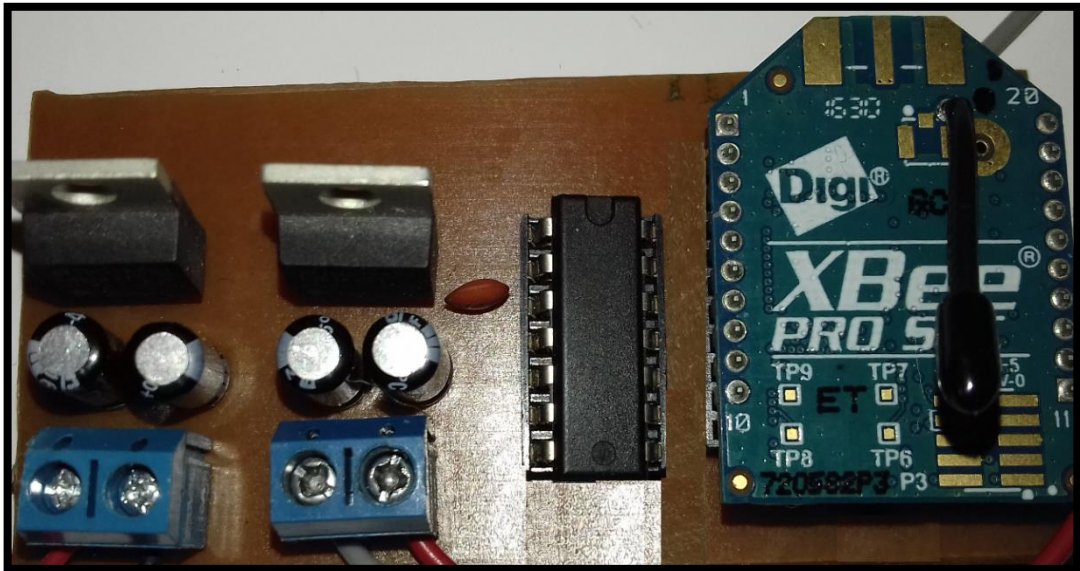


Figura 41: Tarjeta de acondicionamiento de señal para el detector de humo

Fuente: Propia

3.2.3 Diseño de Tarjeta de Control de Acceso

3.2.3.1 Diseño de Tarjeta de Control de Acceso 1

Conformado por un display LCD 16x2, un microcontrolador PIC 16F877A, dos condensadores de 22 pF con un cristal de 4 MHz, un teclado hexadecimal de 4x4, tres pulsadores de 2 pines utilizando cada uno resistencia de 10KΩ, una resistencia de 220Ω, un potenciómetro de 20KΩ y un espadín de 4 pines (utilizada para la alimentación de la tarjeta y los valores lógicos del PIC 16F877A de los PIN 21, PIN 22), la característica del microcontrolador se puede observar en el anexo I. A continuación el diagrama esquemático utilizando el programa de diseño Eagle ver figura 42.

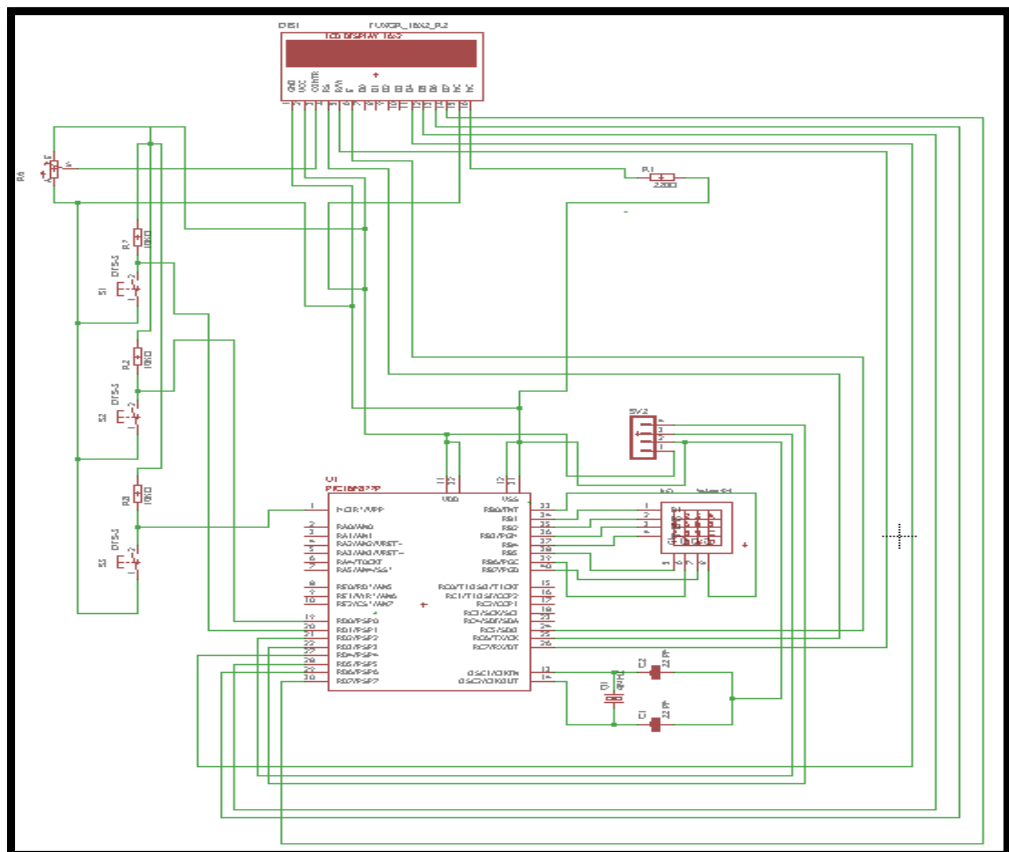


Figura 42: Diagrama esquemático de la tarjeta de control de acceso 1

Fuente: Propia

En el funcionamiento se utilizara un display LCD 16x2,el cual se gradua con un potenciómetro de 20KΩ para la visualización del texto, un microcontrolador PIC 16F877A con ayuda del programa PIC C Compiler se pudo desarrollar el código hex en base a un diagrama de flujo predefinido, dos condensadores de 22 pF con un cristal de 4 MHz utilizados en generar una señal de reloj y estabilizar la frecuencia, tres pulsadores de 2 pines utilizando cada uno resistencia de 10KΩ en el primer pulsador se deberá elegir la opción de ingresar a la vivienda o cambiar la contraseña, luego en el segundo pulsador tiene la función de confirmación, en el tercer pulsador en caso el usuario tenga la certeza de haber digitado mal la contraseña tiene la función de resetear, un teclado hexadecimal de 4x4 con lo cual podrá digitar la contraseña en caso sea correcta el PIN 22 enviara un valor lógico y en caso la contraseña sea incorrecta el PIN 21 enviara un valor lógico, un espadín de 4 pines para la alimentación de la tarjeta y conectividad de los pines PIN 21,PIN 22 del PIC 16F877A.

A continuación se muestra el diagrama de flujo utilizado en el desarrollo de la programación del lenguaje C para el control de acceso en las figuras 43,44,45,46 .La tarjeta de control de acceso 1 ,ver en la figura 47.

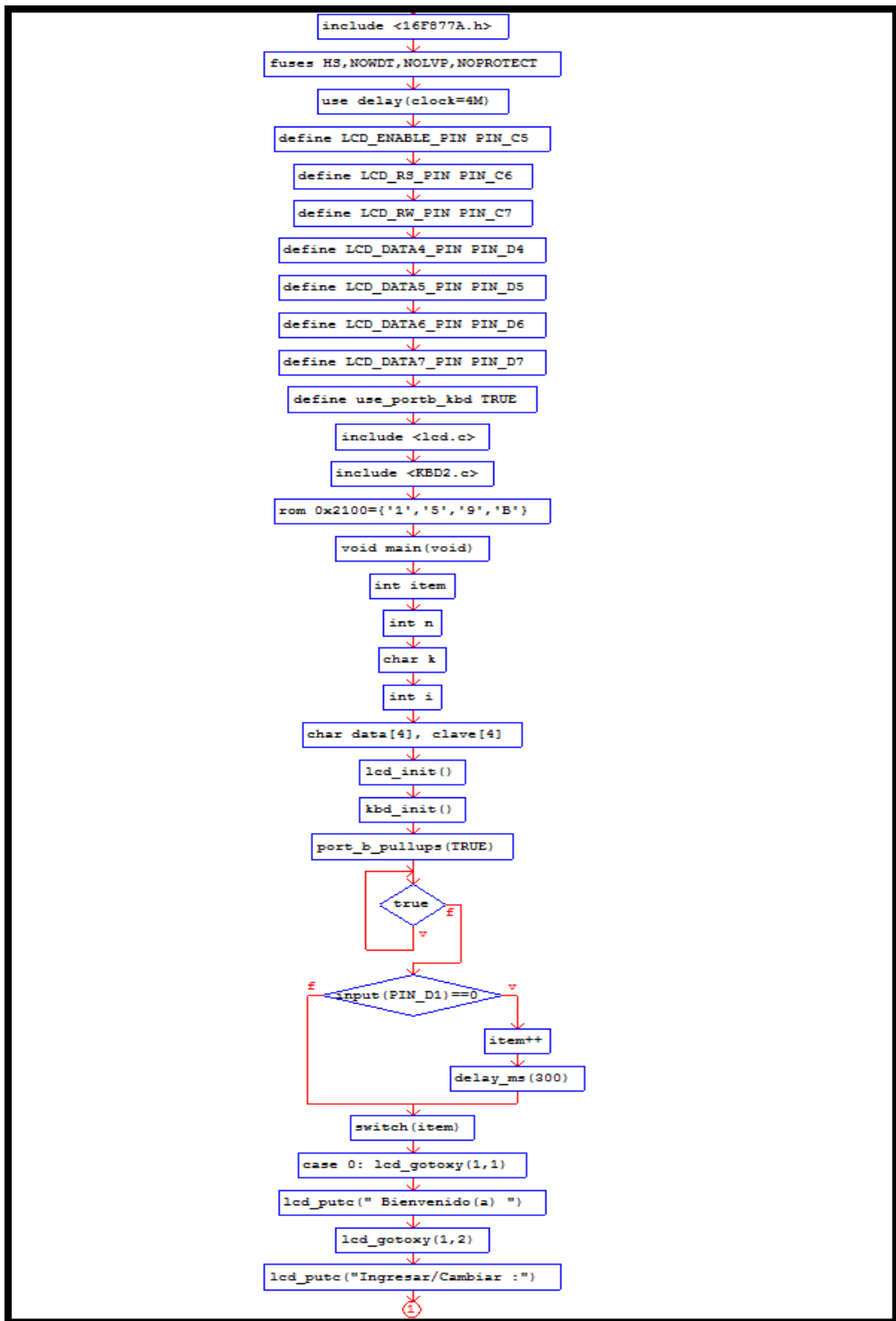


Figura 43: Diagrama de flujo 1

Fuente: Propia

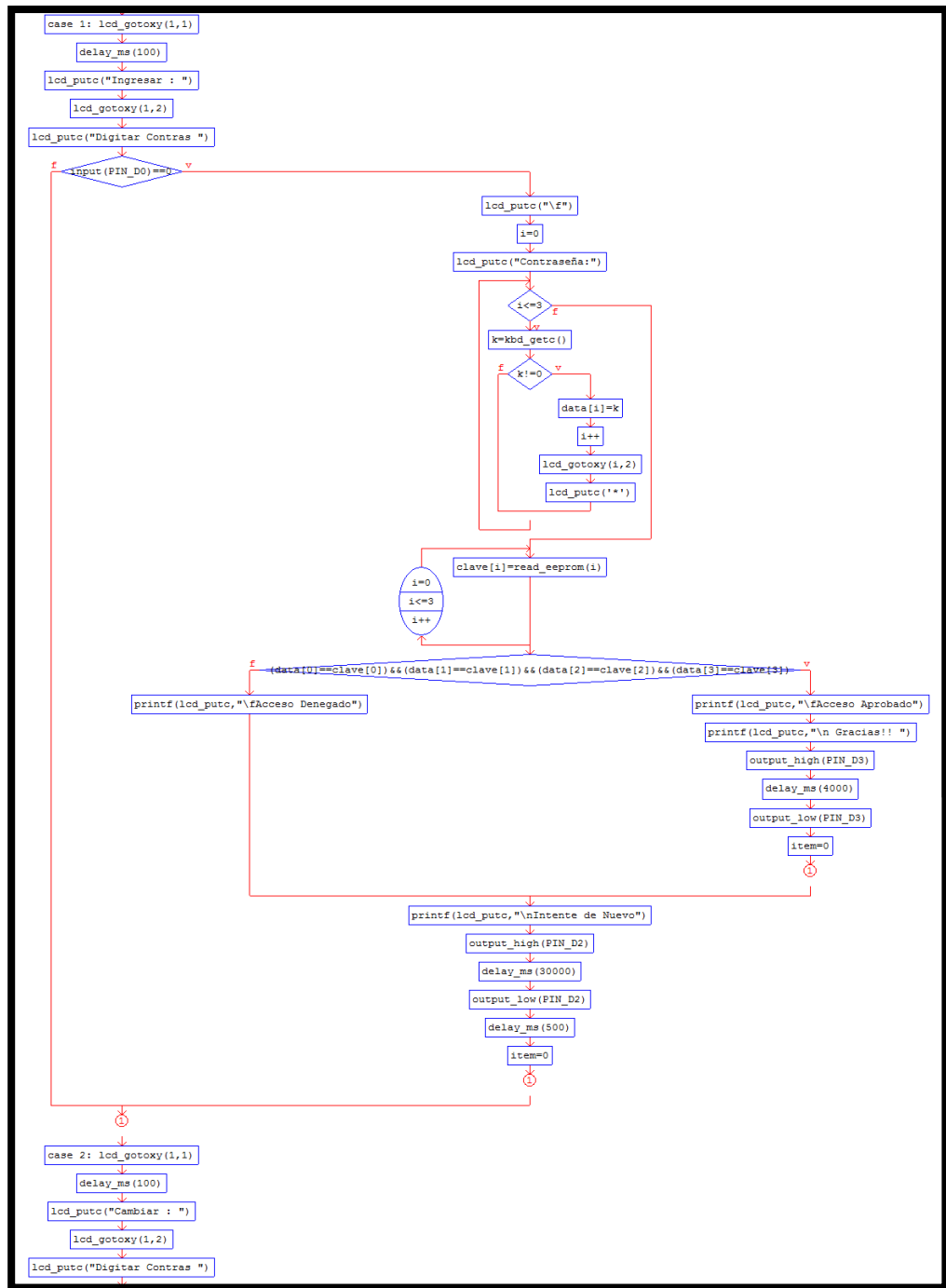


Figura 44: Diagrama de flujo 2

Fuente: Propia

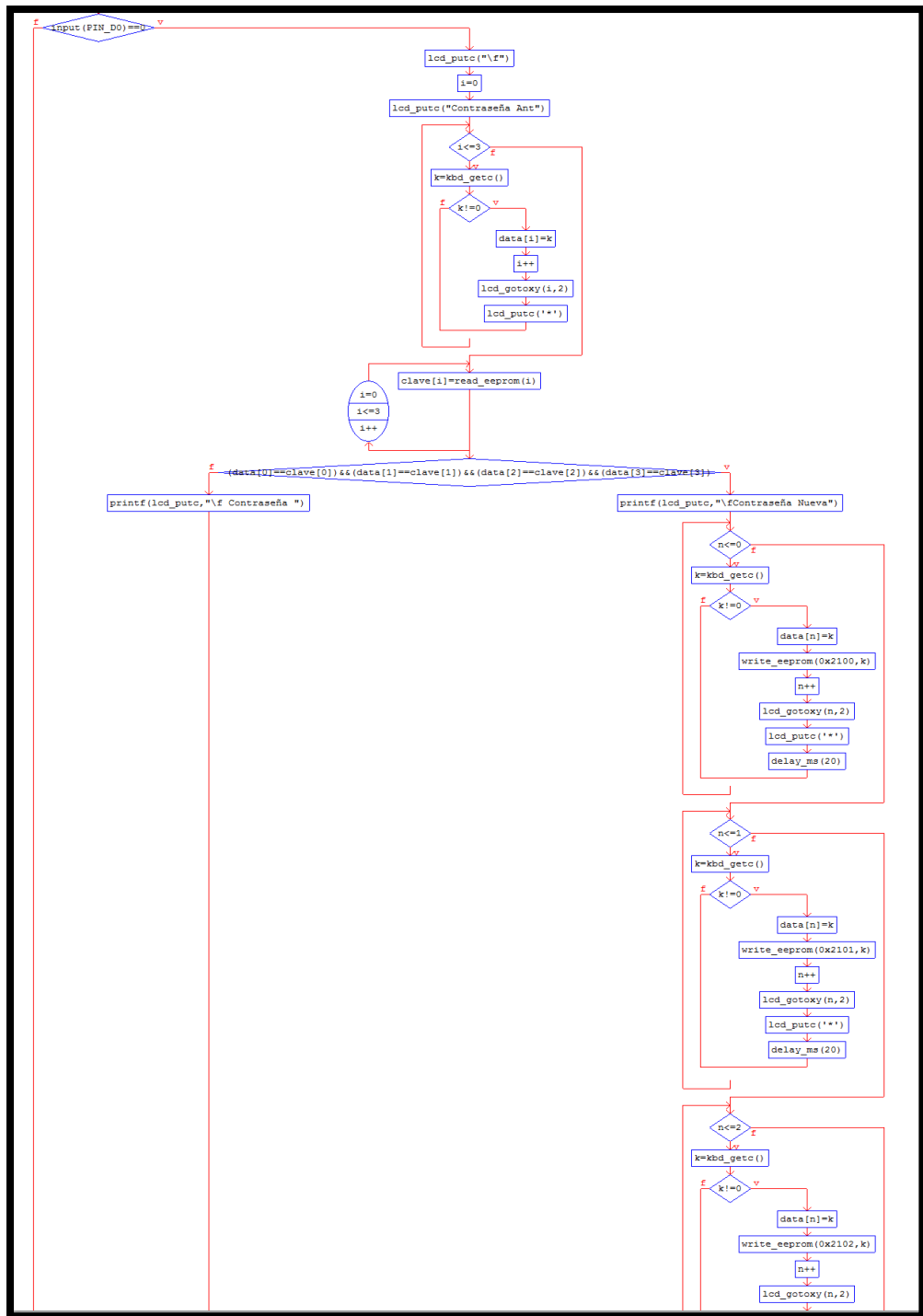


Figura 45: Diagrama de flujo 3

Fuente: Propia

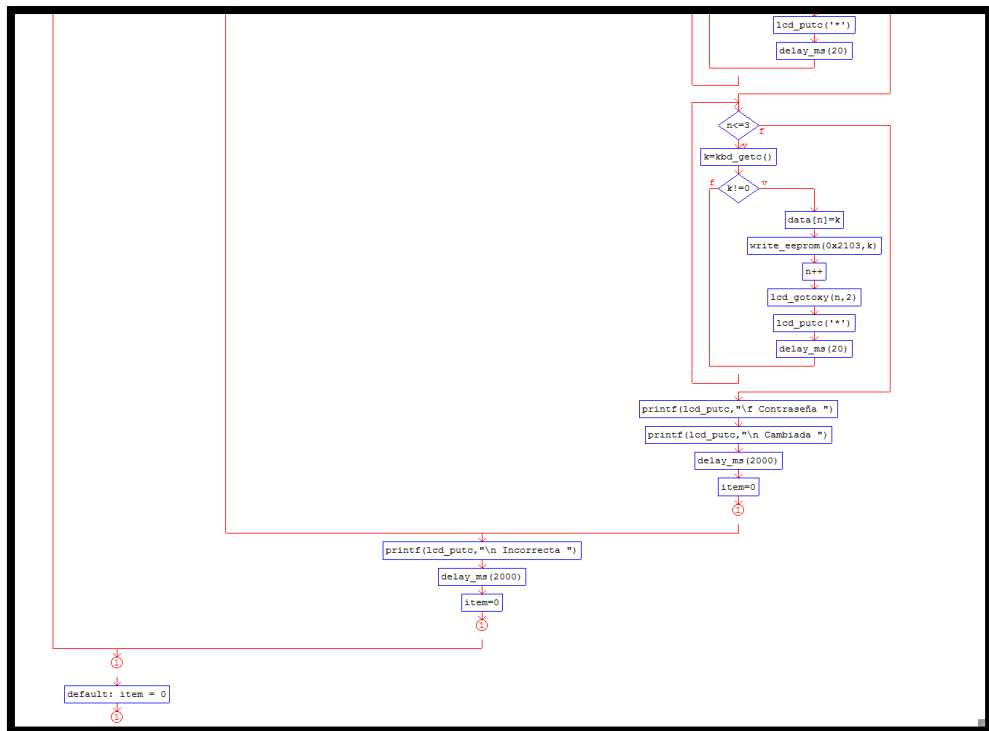


Figura 46: Diagrama de flujo 4

Fuente: Propia



Figura 47: Tarjeta de control de acceso 1

Fuente: Propia

3.2.3.2 Diseño de Tarjeta de Control de Acceso 2

Para la activación de la alarma estará conformada por dos regulares de voltaje LM1117T, cada regulador utilizara dos condensadores de 10uF con lo cual mejorara la estabilidad del voltaje de salida en 3.3VDC, en el primero para la alimentación del módulo XBee PRO S2C (conexión inalámbrica), en el segundo para limitar el valor lógico de 5VDC en la entrada del PIN 20 ,se utilizara un diodo led rojo con una resistencia de 220Ω .

En la apertura de la puerta se utilizara un autocooplador MOC3021 con una diodo zener 1N4728 unida a una resistencia de 330Ω en el PIN 1, una resistencia de 1KΩ en el PIN 6, un triac BT137 en el PIN 4 para la salida a la cerradura eléctrica, se utilizara un diodo led blanco con una resistencia de 220 Ω, un regulador de voltaje LM7805, un espadín de 4 pines para la alimentación de la tarjeta de control de acceso 1 y para los valores lógicos los pines PIN 21, PIN 22 del PIC 16F877A.

En la alimentación de esta tarjeta electrónica se utilizara una fuente de alimentación de 9VDC, las características de los componentes y dispositivos electrónicos se pueden observar en los anexos A,C,G,H,I,K. A continuación el diagrama esquemático utilizando el programa de diseño Eagle ver figura 48.

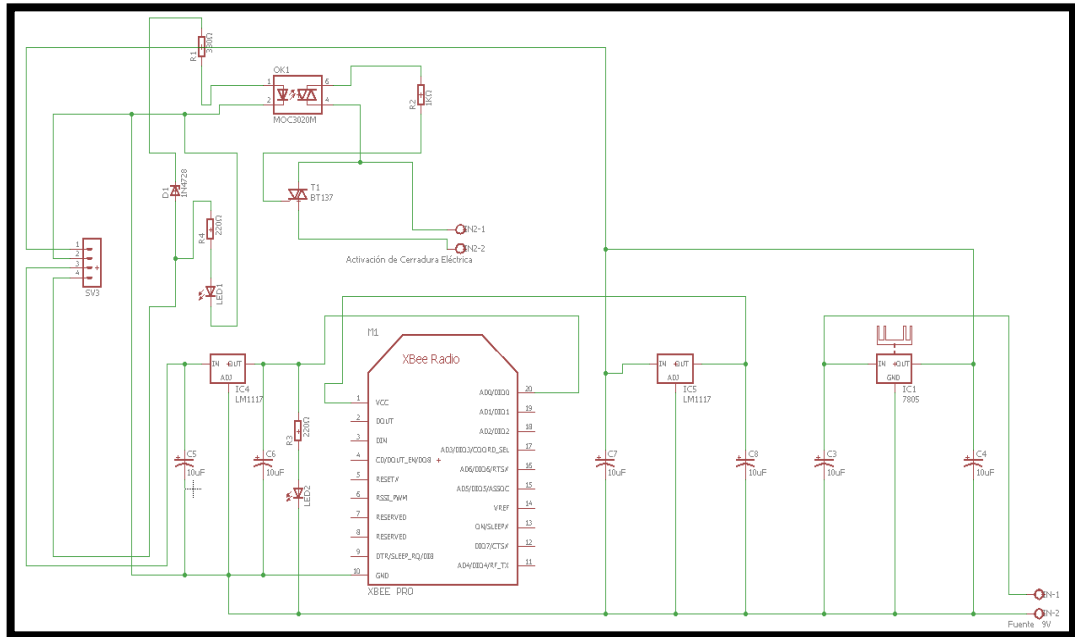


Figura 48: Diagrama esquemático de la tarjeta de control de acceso 2

Fuente: Propia

En el funcionamiento dependerá de los valores lógicos que recibirá de la tarjeta de control 1 de los pines PIN 21 ó PIN22 del PIC 16F877A, un espadín de 4 pines: los 2 primeros es para la alimentación de la tarjeta de control 1 que a su vez el tercero pin es la activación de la alarma y el cuarto pin para la activación de cerradura eléctrica, cuando esta tarjeta reciba el valor lógico del PIN 21 con un voltaje de entrada de 5V se activara el regulador LM117T en su voltaje de salida de 3.3V enviara al PIN 20 del XBee PRO (emisor para activar alarma) y un led rojo con una resistencia de 220Ω, un regulador LM117T voltaje de salida 3.3V para la alimentación del XBee PRO S2C. Cuando esta tarjeta reciba el valor lógico del PIN 22 activara un diodo led blanco con una resistencia de 220Ω y un diodo zener 1N4728 para que la corriente solo vaya desde el integrado con una resistencia de 330Ω hacia un optocoplador MOC3021 en el PIN

1 sin retorno, una resistencia de $1K\Omega$ en el PIN 6 del MOC3021 con un triac BT137 unirá también en el PIN 4 del MOC3021 luego para la salida a la cerradura eléctrica, un regulador LM7805 en su voltaje de entrada 9V y su voltaje de salida de 5V para alimentación de la tarjeta de control 2 y tarjeta de control 1. Ver figura 49.

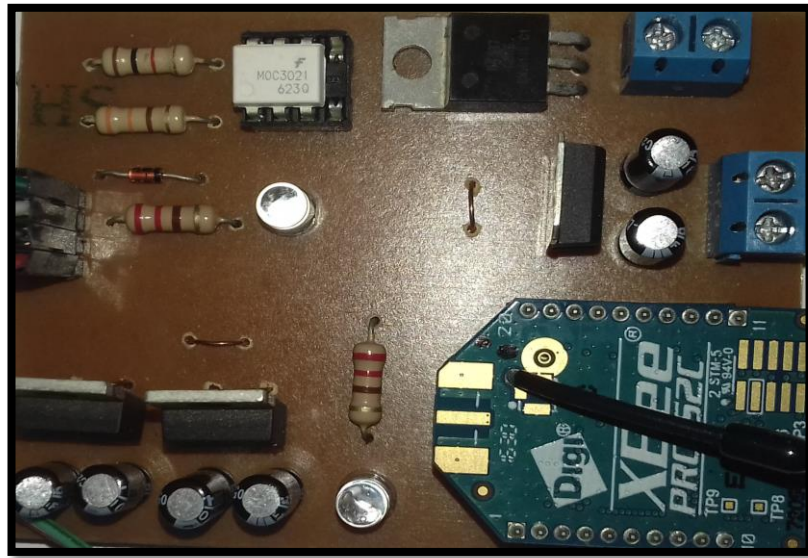


Figura 49: Tarjeta de control de acceso 2

Fuente: Propia

3.2.3.3 Diseño de Tarjeta de Control de Acceso 3

Conformada por seis diodos rectificador 1N5399, un condensador de $2200\mu F$, un regulador de voltaje LM317T, cuatro resistencias de 220Ω , dos condensadores de $10\mu F$, una resistencia de $1K\Omega$, un diodo led verde, un condensador de $0.1\mu F$, la característica del componente electrónico se

puede observar en el anexo D. A continuación el diagrama esquemático utilizando el programa de diseño Eagle ver figura 50.

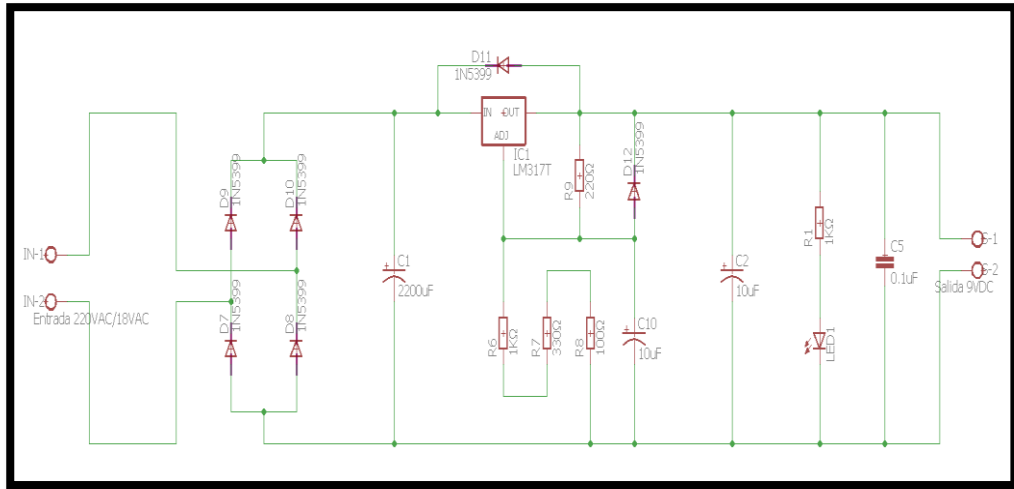


Figura 50: Diagrama esquemático de la tarjeta control de acceso 3

Fuente: Propia

En el funcionamiento se utilizara un transformador marca Belcom de 220VAC a 18VAC, el cual será para activar la cerradura eléctrica marca Belcom y para la alimentación de la tarjeta electrónica; con la ayuda de cuatro diodos rectificadores 1N5399 convertirá la señal entrante en una onda de corriente continua pulsante,(elimina la parte negativa de la onda senoidal),un condensador 2200uF/50v realizara el filtro(asociación del diodo y condensador), para lo cual alisara o aplanara la onda, el regulador LM317T recibe la señal que proviene del filtro y entregara una tensión constante, en base al datasheet para el ajuste de salida del voltaje fijo de 9VDC aproximadamente, se utilizara las resistencias de R1(220 Ω), R2(1K Ω ,100 Ω ,330 Ω),para la protección del regulador se utilizara dos diodos rectificadores 1N5399,dos condensadores de 10uF y un 0.1uF

para la estabilidad del voltaje de salida, una resistencia de 1K Ω con un diodo led verde para verificar la activación. Ver figura 51.



Figura 51: Tarjeta de control de acceso 3

Fuente: Propia

3.2.4 Diseño de Tarjeta de Alarma Inalámbrica

Este diseño estará conformada por cuatro diodos rectificador 1N5397, dos reguladores de voltaje LM7809, dos condensadores de 30 μ F, 2 espadines cada uno de 12 pines, un módulo XBee PRO S2C (conexión inalámbrica), una resistencia de 220 Ω , un diodo led rojo, una resistencia de 10K Ω , un diodo rectificador 1N4004, un transistor BC547, un relay de 5VDC, un Arduino Leonardo R3, una sirena Autotech 12VDC, una batería de 12VDC para la alimentación del circuito, las características de los componentes y dispositivos electrónicos se pueden observar en los anexos B,J,K. A continuación el diagrama esquemático utilizando el programa de diseño Eagle ver figura 52.

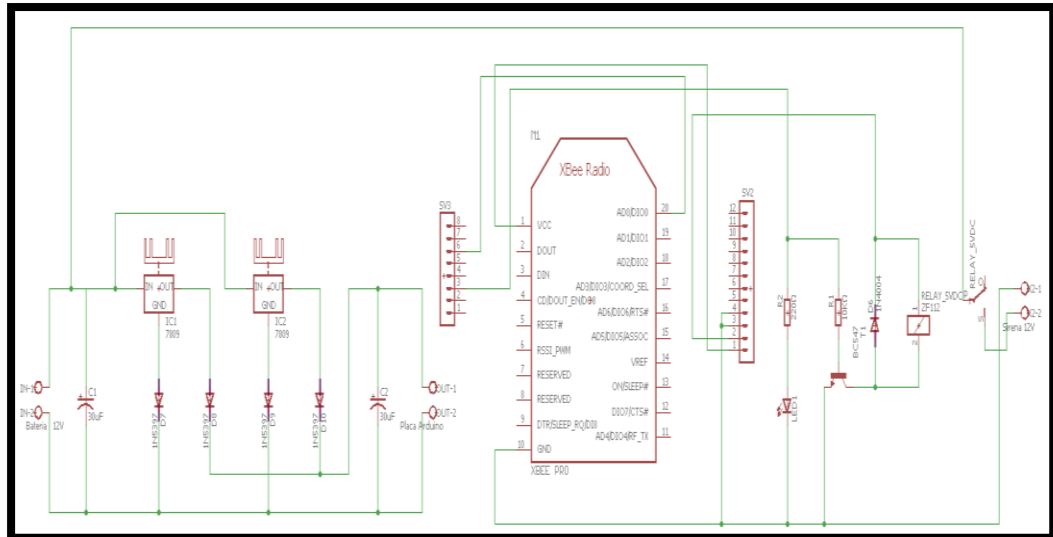


Figura 52: Diagrama esquemático de la alarma inalámbrica

Fuente: Propia

El funcionamiento dependerá de la señal de emisión de los módulos XBee PRO que se encuentran en la tarjeta de acondicionamiento de señal para el detector de movimiento, la tarjeta de acondicionamiento de señal para el detector de humo, la tarjeta de control de acceso; en la alimentación del circuito utilizara una batería de 12VDC, dos reguladores de voltaje LM7809 estarán en paralelo utilizara un condensador de 30uF (entrada y salida), cada regulador con una conexión a GND usando un diodo rectificador 1N5397 y también ambos estarán unidos con un diodo rectificador 1N5397 para el voltaje de salida entonces la corriente se disipara preservando los reguladores, luego alimentara el módulo Arduino Leonardo R3 en el cual se utilizara su fuente de 3.3 VDC para alimentar el XBee PRO S2C, a su vez su fuente 5 VDC para el diodo 1N4004 que ira unido a la bobina del relay. Cuando ocurra la emisión de la señal el módulo XBee PRO S2C recibirá la señal en el pin 20 (input/output), que estará configurada en modo coordinador, enviara un valor lógico hacia al módulo Arduino Leonardo

R3 a la entrada del pin 2(int) y en la salida del pin 5(out) activara un led rojo con resistencia de 220Ω unido con un transistor BC547 utilizando una resistencia de $100K\Omega$,con la cual inducirá la bobina del relay de 5VDC cuyo contacto de NA pasara NC activando la sirena, con un tiempo de 40 segundos en base al programa del módulo Arduino Leonardo R3 se visualiza en la figura 53.

```
Proyecto2016
// Pin digital al que conectamos el LED rojo
int ledRojo = 5;
// Pin digital desde el que leeremos el estado del botón
int estadoBoton = 2;

void setup()
{
  // Configuración del pin 5 como salida
  pinMode(ledRojo, OUTPUT);
  // Configuración del pin 2 como entrada
  pinMode(estadoBoton, INPUT);
}

void loop()
{
  // Comprobamos si el botón está presionado
  if (digitalRead(estadoBoton) == HIGH)
  { // Está presionado
    // Activamos el pin 5 (+5V)
    digitalWrite(ledRojo, HIGH);
    delay(40000);
  }
  else
  { // No está presionado
    // Desactivamos el pin 5 (0V)
    digitalWrite(ledRojo, LOW);
  }
}
```

Figura 53: Programa realizado en el módulo Arduino Leonardo R3

Fuente: Propia

En la conexión de red inalámbrica ZigBee considerando en este caso tres XBee PRO S2C en modo router por ejemplo; si el usuario al tratar de ingresar a su vivienda digitara un contraseña errónea en la tarjeta de control de acceso emitirá una señal la cual será envía a la tarjeta de alarma inalámbrica mediante el XBee PRO S2C en modo coordinador con lo cual activara la sirena. Los parámetros necesarios para la configuración de los módulos XBee PRO S2C se visualizan en la tabla 6 y se procederá a configurar con ayuda del programa DIGI XCTU como se muestra en la figura 54. La tarjeta de alarma inalámbrica ver figura 55.

MODO	COORDINADOR	ROUTER	ROUTER	ROUTER
NI	COORDINADOR	ROUTER	ROUTER 1	ROUTER 2
PAN ID	2014	2014	2014	2014
SH	13A200	13A200	13A200	13A200
SL	40EB6511	40EB6507	41054CBB	41054C8E
DH	0	13A200	13A200	13A200
DL	FFFF	40EB6511	40EB6511	40EB6511

Tabla 6: Parámetros de configuración en el dispositivo XBee PRO S2C

Fuente: Propia

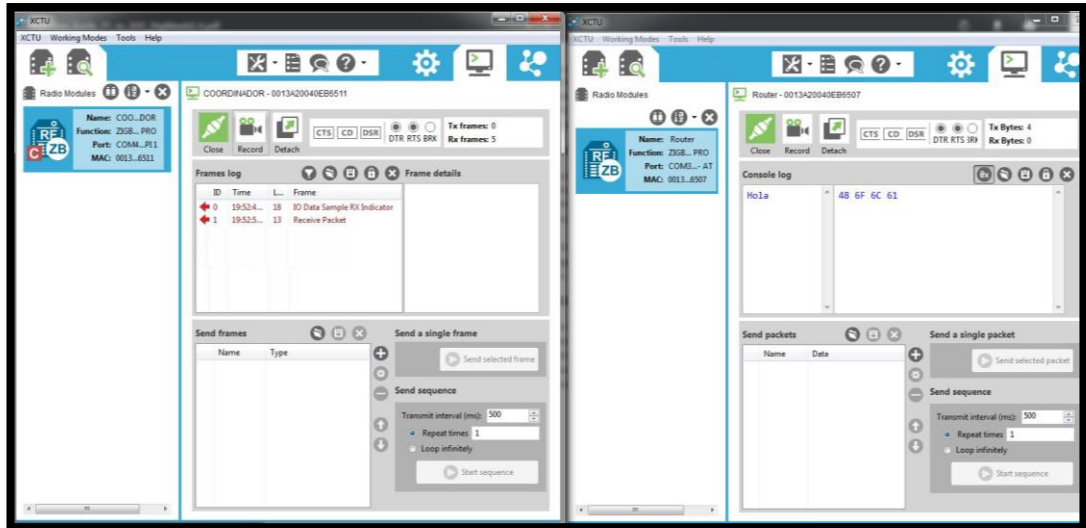


Figura 54: Programa DIGI XCTU, se realizó pruebas de comunicación en los módulos XBee PRO S2C.

Fuente: Propia



Figura 55: Tarjeta de alarma inalámbrica

Fuente: Propia

3.2.5 Cámara IP

La cámara IP utilizará la conexión de red inalámbrica para monitorear el acceso a la vivienda, el equipo a utilizar de la marca ZECÜR TAHG cuyas características son las adecuadas, teniendo en cuenta la iluminación infrarroja para una distancia de captura de video o imagen de 20 a 30mts. Se procederá a configurar la cámara IP conectando directamente a una computadora para poder acceder a la interfaz de gestión web IP 192.168.1.88, debido a que por defecto tiene asignada la red 192.168.1.0/24, en la computadora se utilizará la dirección IP 192.168.1.10 máscara 24 con puerta de enlace 192.168.1.1, como se muestra en la figura 56.

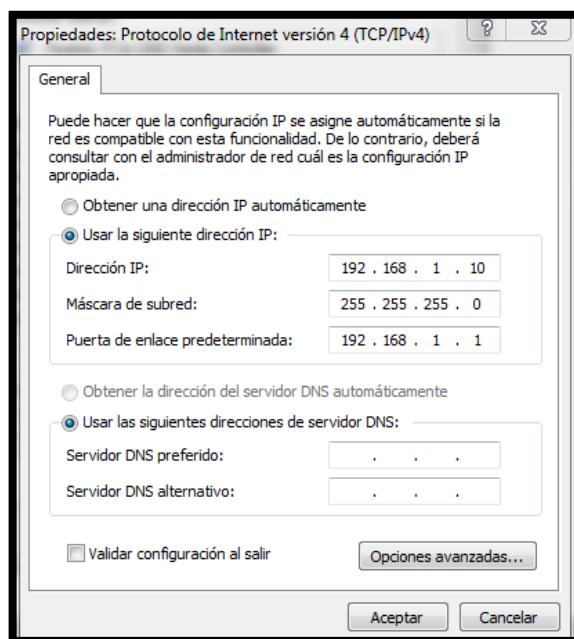


Figura 56: Configuración de tarjeta de red de computadora

Fuente: Propia

La cámara IP tiene asignada la dirección 192.168.1.88, se procederá a acceder a la interfaz de gestión web del usuario admin y la contraseña por defecto es admin, luego se irá a configurar en settings>network, como se muestra en la figura 57.

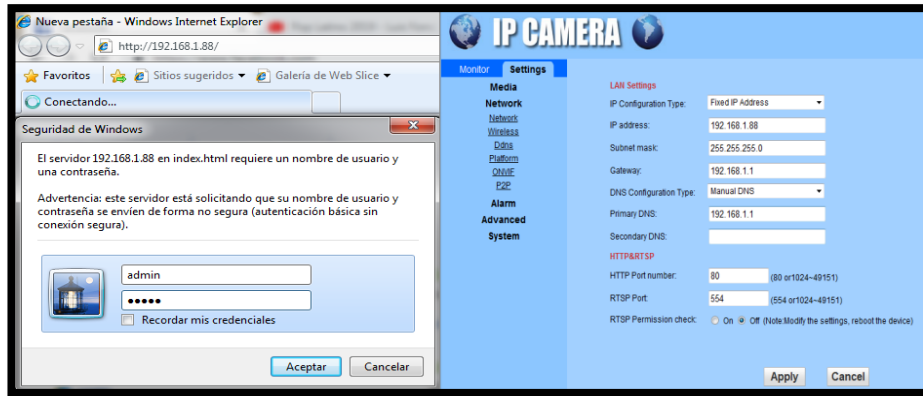


Figura 57: Acceder a la cámara IP por la interfaz de gestión web

Fuente: Propia

Se tendrá que cambiar por la red 192.168.8.0/24 debido a que cuenta con conexión a internet, con la IP disponible 192.168.8.120, se realizara los cambios de contraseña del usuario admin y los parámetros de DNS como se muestra en la figura 58.



Figura 58: Parámetros de configuración en la cámara IP

Fuente: Propia

Para poder visualizar la cámara IP en la conexión inalámbrica de la red, se procederá a registrar el SSID y la contraseña, como se muestra en la figura 59.

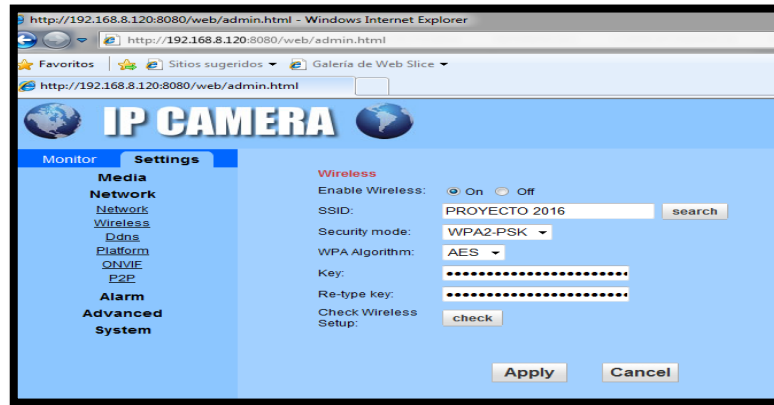


Figura 59: Asociar cámara IP para conexión inalámbrica

Fuente: Propia

También se podría realizar el monitoreo desde un celular, se utilizara el aplicativo IP Cam Viewer Lite más adecuado en este caso. Luego se ingresara la dirección IP de cámara, el usuario admin, la contraseña y el puerto 8080 como se muestra en la figura 60.

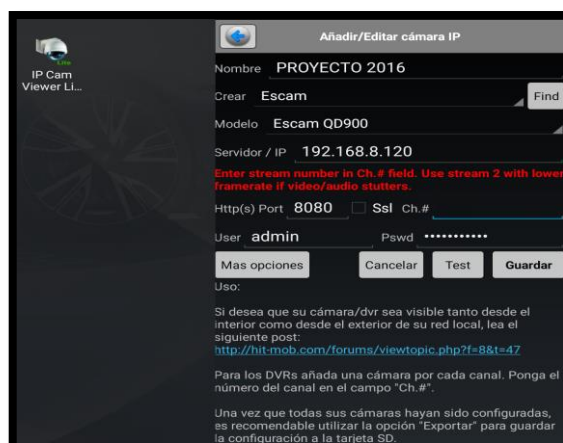


Figura 60: Configuración de cámara IP utilizando aplicativo de celular

Fuente: Propia

Para finalizar se procederá a instalar la cámara IP, tendrá una distancia adecuada con lo cual lograra visualizar el acceso a la vivienda, como se muestra en la figura 61.



Figura 61: Instalación de la cámara IP

Fuente: Propia

3.3 Revisión y consolidación de resultados

Se procederá a la realización de las pruebas de funcionamiento de los sistemas control de acceso, dispositivos de seguridad en comunicación inalámbrica con ayuda de los módulos XBee.

3.3.1 Revisión e instalación de los Dispositivos de Seguridad

En el primer escenario la tarjeta de acondicionamiento de señal para el detector de movimiento, se ensambla con su respectivo diseño en láminas de acrílico utilizara para la alimentación del circuito una batería de 9VDC y también en la tarjeta de alarma inalámbrica, se ensambla con su respectivo diseño en láminas de acrílico acoplado la sirena utilizara para la alimentación del circuito una batería de 12VDC.

Luego se realizara las pruebas de funcionamiento de los dispositivos de seguridad utilizando los módulos XBee para la comunicación inalámbrica, los cuales estarán inicialmente en un mismo ambiente como se muestra en la figura 62.

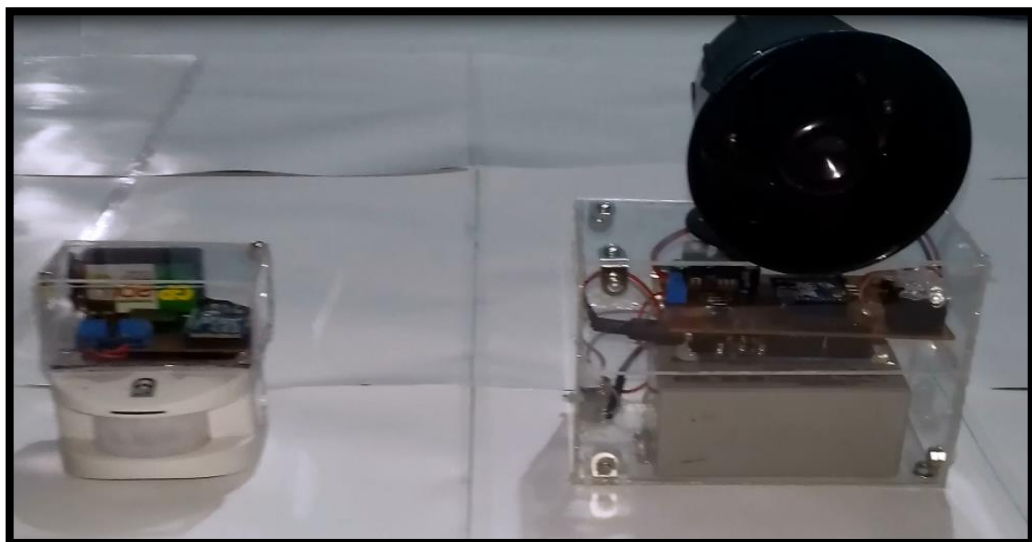


Figura 62: Dispositivos de seguridad en el primer escenario

Fuente: Propia

Se procedió a realizar un movimiento, el cual fue captado por el detector enviando una señal a la tarjeta de acondicionamiento con lo cual dicha señal se redirige al módulo XBee en este caso emisor mediante comunicación inalámbrica se enviara la señal al módulo XBee receptor, el cual enviara la señal a la entrada del módulo Arduino Leonardo R3 y luego enviara una respuesta a la tarjeta electrónica accionando el relay con lo cual se activara la sirena como se muestra en la figura 63.

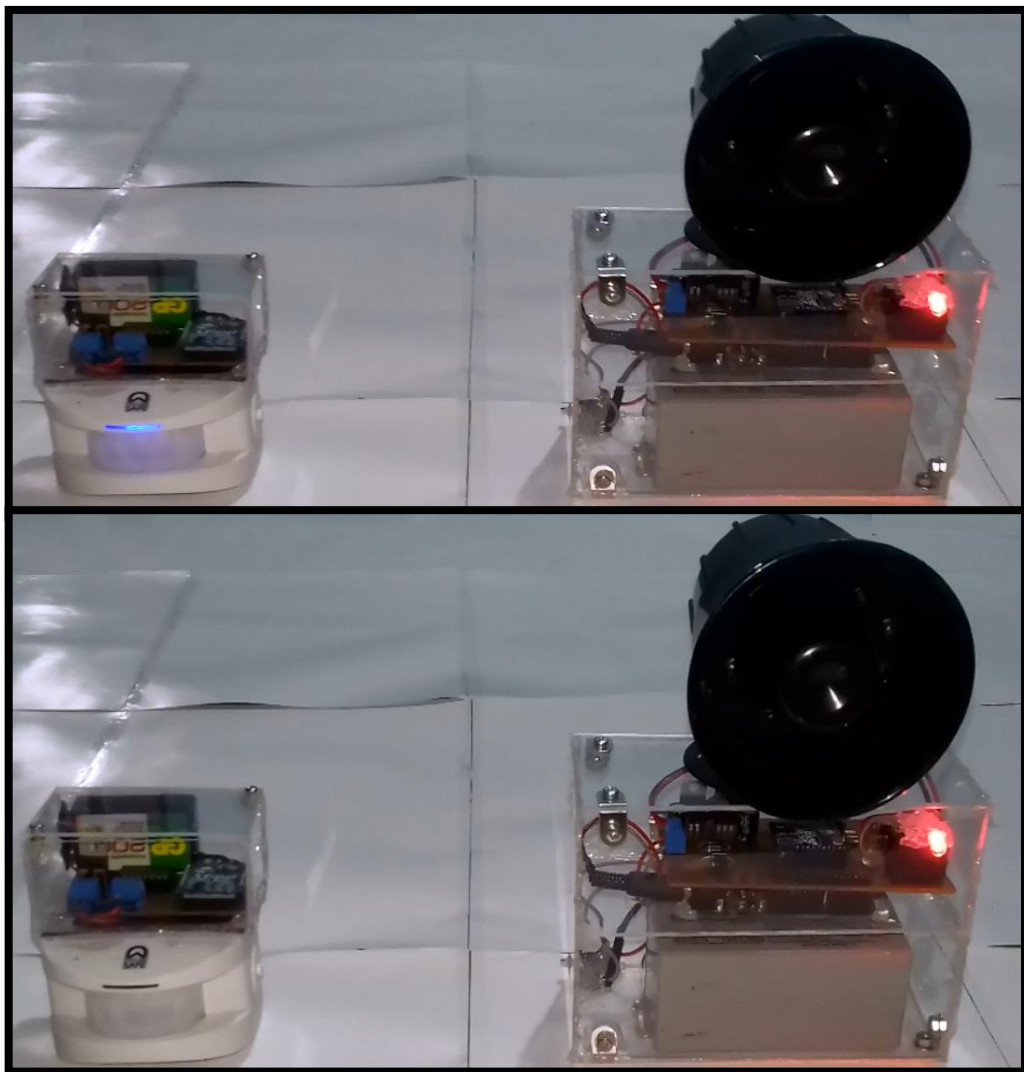


Figura 63: Pruebas de funcionamiento en el primer escenario

Fuente: Propia

Posteriormente se realizara las validaciones de funcionamiento en los ambientes estratégicos de la vivienda, el detector de movimiento el cual está unido al dispositivo de acondicionamiento de señal se instaló en la sala como se muestran en la figura 64 y el dispositivo de alarma inalámbrica se instaló en el comedor como se muestra en la figura 65.



Figura 64: Instalación del Detector de Movimiento con el Dispositivo de Acondicionamiento de Señal

Fuente: Propia



Figura 65: Instalación del Dispositivo de Alarma Inalámbrica

Fuente: Propia

Se realizó las pruebas en los ambientes estratégicos, teniendo en cuenta la distancia de la persona aproximadamente de 1.85 mts en ese instante fue captado por el detector de movimiento enviando una señal a la tarjeta de acondicionamiento. Luego en base a lo explicado de la comunicación inalámbrica, la información que recibió la tarjeta de alarma inalámbrica activara la sirena como se muestra en la figura 66.

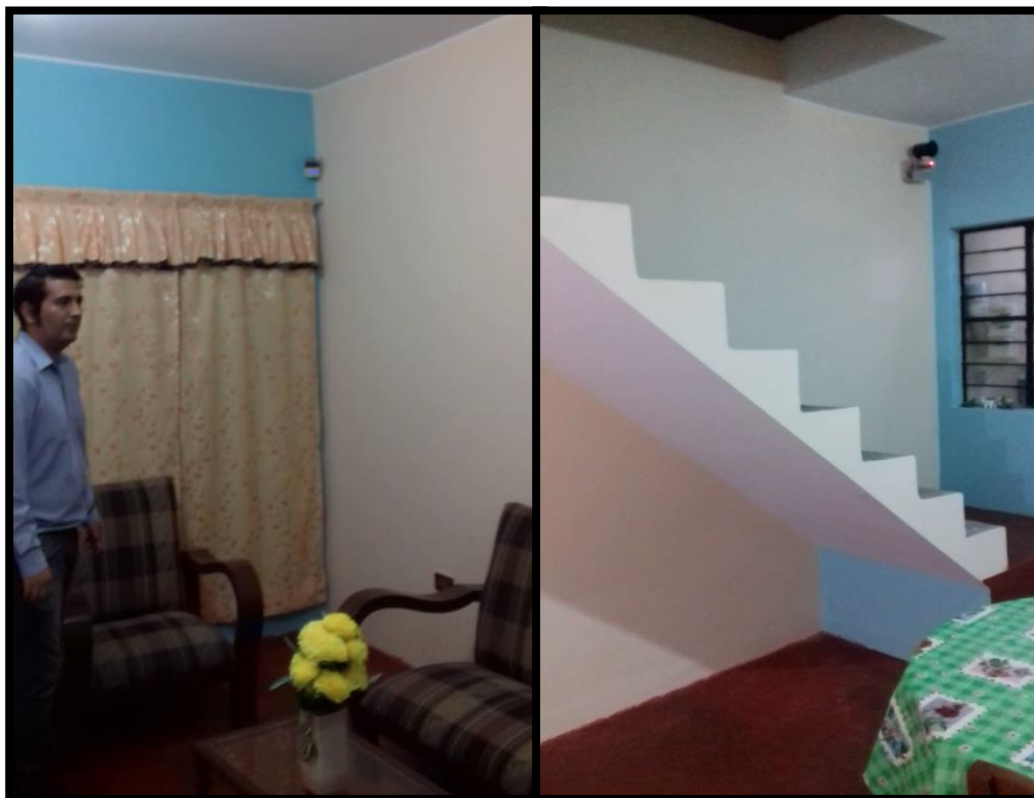


Figura 66: Validación de funcionamiento en el primer escenario

Fuente: Propia

En el segundo escenario la tarjeta de acondicionamiento de señal para el detector de humo, se ensambla con su respectivo diseño en láminas de acrílico utilizara para la alimentación del circuito una batería de 9VDC.

Luego se realizara las pruebas de funcionamiento de los dispositivos de seguridad utilizando los módulos XBee para la comunicación inalámbrica, los cuales estarán inicialmente en un mismo ambiente como se muestra en la figura 67.



Figura 67: Dispositivos de seguridad en el segundo escenario

Fuente: Propia

Para esta prueba se realizó en un tazón de acero quemar papeles, simulando un incendio con lo cual cubrirá la cavidad interna donde se encuentra el sensor fotoeléctrico del detector de humo como se muestra en la figura 68.

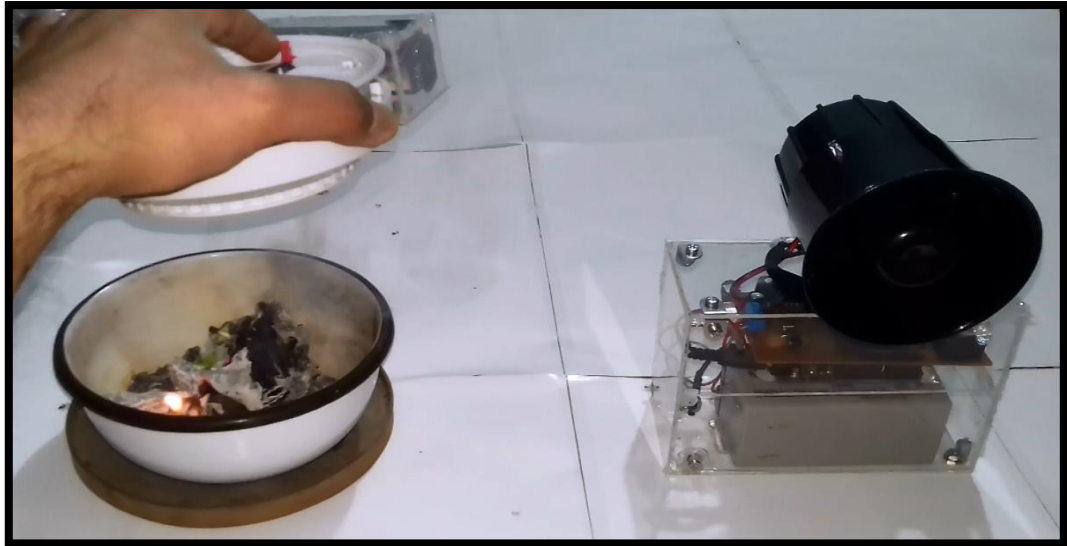


Figura 68: Pruebas de funcionamiento en el segundo escenario

Fuente: Propia

Cuando la cavidad interna donde se encuentra el sensor fotoeléctrico se encuentre cubierta por humo, el detector enviará una señal a la tarjeta de acondicionamiento. Luego dicha señal se dirige al módulo XBee en este caso emisor, mediante comunicación inalámbrica se enviara la señal al módulo XBee receptor, el cual enviara la señal a la entrada del módulo Arduino Leonardo R3 y luego enviara una respuesta a la tarjeta electrónica accionando el relay con lo cual se activara la sirena como se muestra en la figura 69.

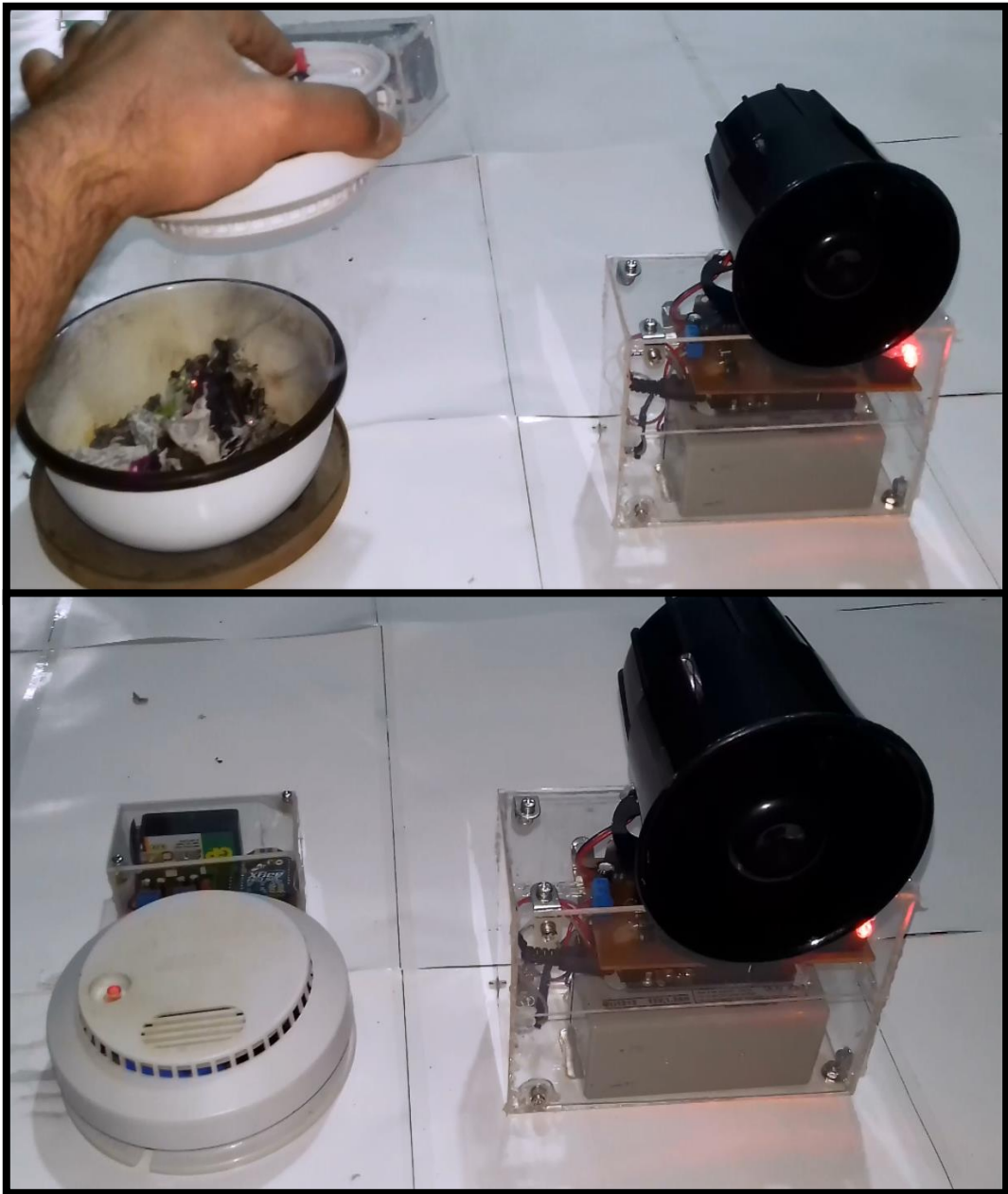


Figura 69: Revisión del funcionamiento en el segundo escenario

Fuente: Propia

Posteriormente se realizara las validaciones de funcionamiento en los ambientes estratégicos de la vivienda, el detector de humo el cual está unido al dispositivo de acondicionamiento de señal se instaló en el comedor como se muestra en la figura 70.



Figura 70: Instalación del Detector de Humo con el
Dispositivo de Acondicionamiento de Señal

Fuente: Propia

Se realizó las pruebas en el ambiente estratégico, cuando la cavidad interna se encuentre cubierta ese instante el detector de humo enviara una señal a la tarjeta de acondicionamiento.

Luego en base a lo explicado de la comunicación inalámbrica, la información que reciba la tarjeta de alarma inalámbrica activara la sirena como se muestra en la figura 71.

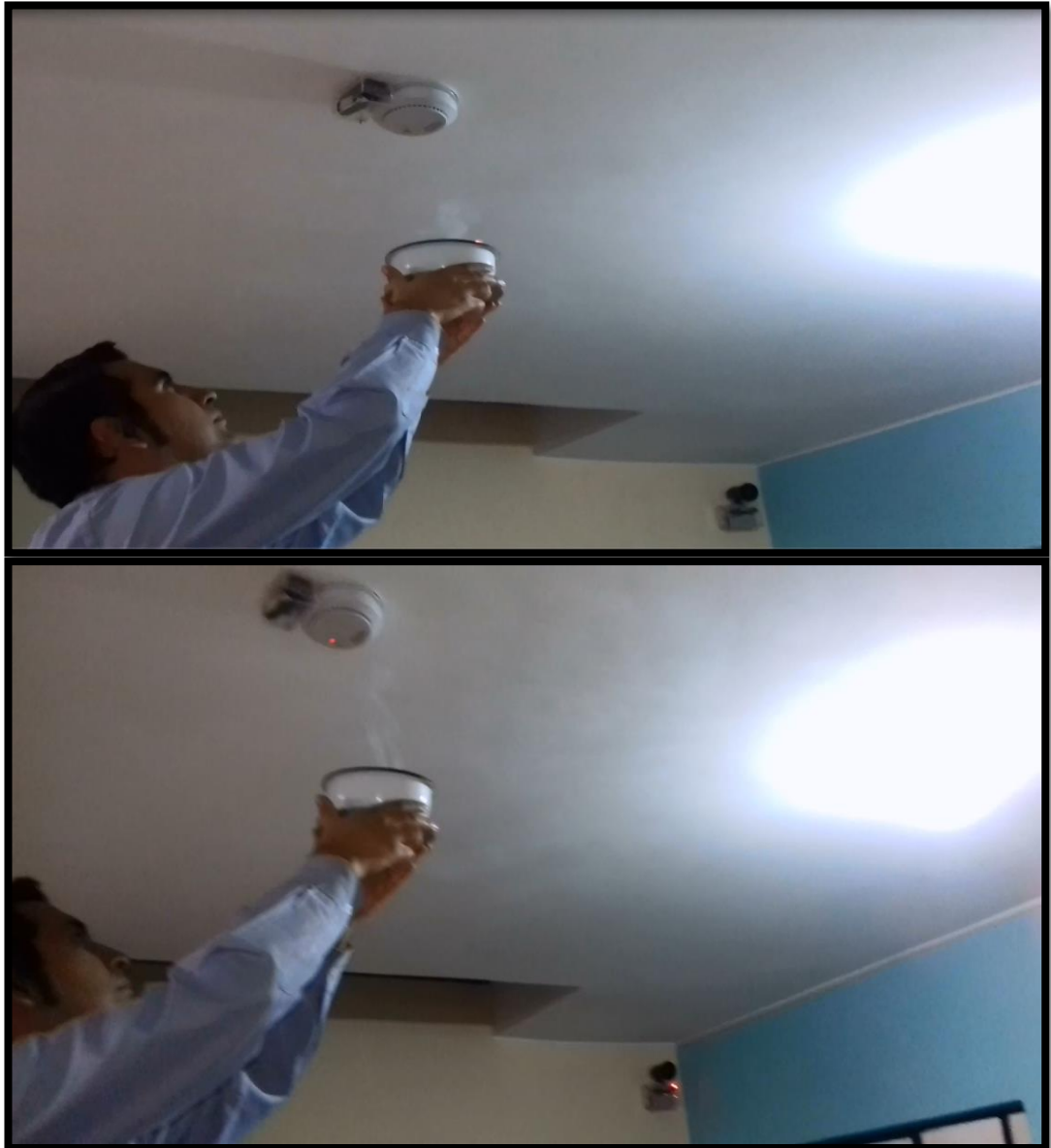


Figura 71: Validación de funcionamiento en el segundo escenario

Fuente: Propia

3.3.2 Revisión e instalación del Control de Acceso

En el tercer escenario consta de 3 tarjetas de control de acceso; en la primera tarjeta está encargada de interactuar con el usuario, se ensambla con su respectivo diseño en láminas de acrílico utilizara para la alimentación del circuito 5VDC.

En la segunda tarjeta de control tendrá la función en realizar la activación de la cerradura eléctrica o alarma inalámbrica la cual depende de los valores lógicos enviados de la primera tarjeta, se ensambla con su respectivo diseño en láminas de acrílico que utilizara para la alimentación del circuito 5VDC.

En la tercera tarjeta está encargada de brindar la alimentación de voltaje para los 2 circuitos anteriormente mencionados y también de la cerradura eléctrica, se ensambla con su respectivo diseño en láminas de acrílico.

Luego se realizara las pruebas de funcionamiento de los dispositivos de control de acceso y seguridad utilizando los módulos XBee para la comunicación inalámbrica, los cuales estarán inicialmente en un mismo ambiente como se muestra en la figura 72.

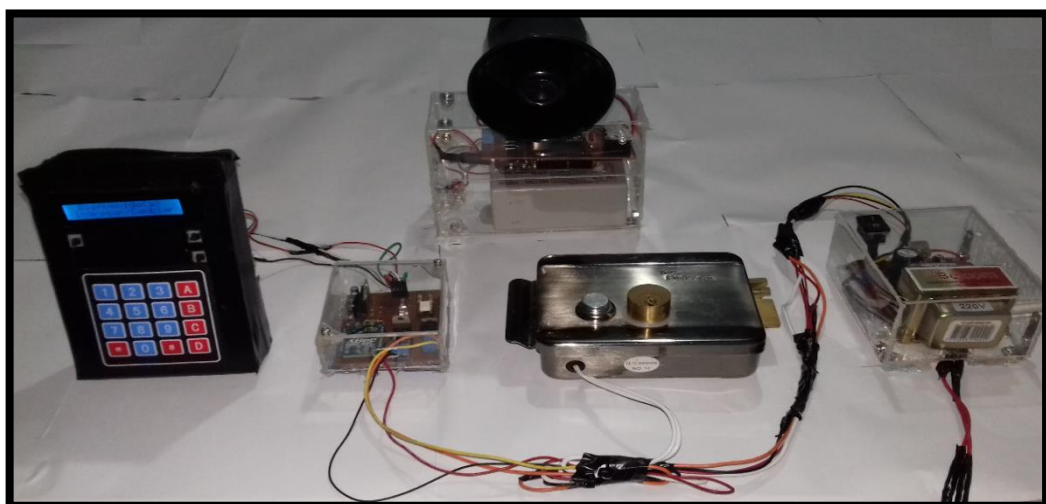


Figura 72: Dispositivos de Control de acceso en el tercer escenario

Fuente: Propia

Antes de proceder a realizar las pruebas tener en cuenta que la pantalla LCD nos mostrara un mensaje de bienvenida indicando ingresar o cambiar la contraseña, cada botón tiene una función diferente en el primero de la izquierda para cambiar, el segundo de derecha superior para confirmar y el derecho inferior para reinicio.

Se elegirá la primera opción de ingresar la contraseña aparecerá en la pantalla LCD el mensaje y pulsamos el botón de confirmar como se muestra en la figura 73. Luego en la pantalla LCD aparece el mensaje de contraseña se procederá a digitarla la cual fue asignada previamente en la programación como se muestra en la figura 74.



Figura 73: Opción 1 ingresar la contraseña y luego confirmar

Fuente: Propia



Figura 74: Digitar la contraseña previamente asignada

Fuente: Propia

En el primer caso la contraseña digitalizada es correcta nos mostrara un mensaje en la pantalla LCD que el acceso fue aprobado como se muestra en la figura 75.



Figura 75: La contraseña fue correcta, el acceso es aprobado

Fuente: Propia

Debido a que la contraseña es correcta, el microcontrolador PIC 16F877A envía el valor lógico del PIN 22 encenderá el led blanco que a su vez activa la cerradura eléctrica con ayuda del optoacoplador MOC3021 y el triac BT137 como se muestra en la figura 76.



Figura 76: Activación de la cerradura eléctrica en el tercer escenario

Fuente: Propia

En el segundo caso se elegirá la opción de ingresar la contraseña aparecerá en la pantalla LCD el mensaje y pulsamos el botón de confirmar, luego en la pantalla LCD aparece el mensaje de contraseña se procederá a digitarla como se muestra en la figura 77. En caso la contraseña sea incorrecta, el microcontrolador PIC 16F877A envía el valor lógico del PIN 21 encenderá el led rojo que a su vez activa al módulo XBee en este caso emisor, mediante comunicación inalámbrica se enviara la señal al módulo XBee receptor, el cual enviara la señal a la entrada del módulo Arduino Leonardo R3 y luego enviara una respuesta a la tarjeta electrónica accionando el relay con lo cual se activara la sirena como se muestra en la figura 78.



Figura 77: Opción 1 ingresar contraseña, confirmar y luego digitarla

Fuente: Propia

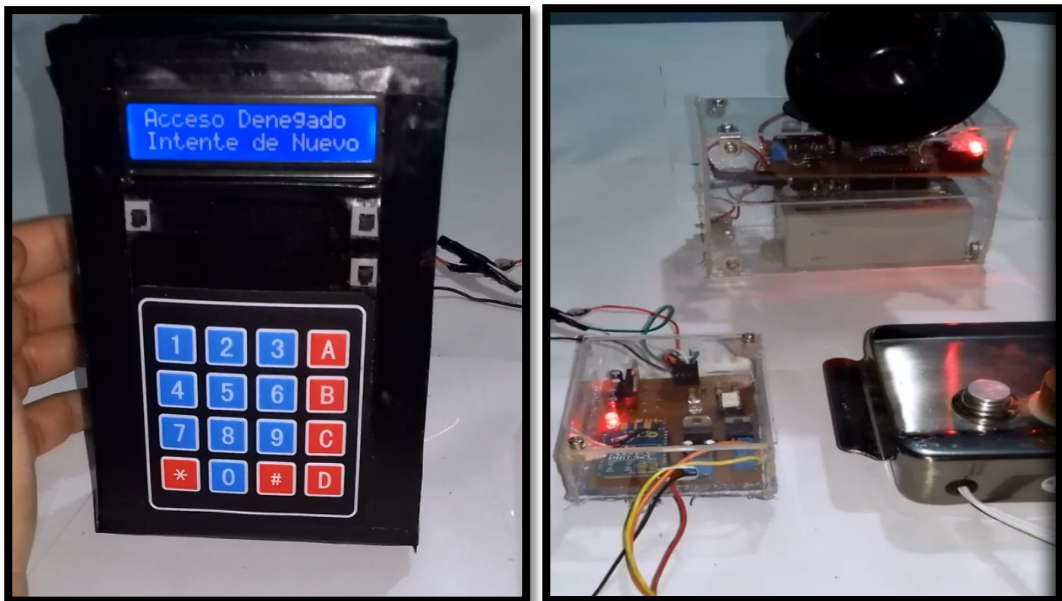


Figura 78: Activación de la alarma inalámbrica en el tercer escenario

Fuente: Propia

Se elegirá la segunda opción de cambiar la contraseña aparecerá en la pantalla LCD el mensaje y pulsamos el botón de confirmar, luego en la pantalla LCD aparece el mensaje de contraseña anterior se procederá a digitarla la cual fue asignada previamente en la programación como se muestra en la figura 79.



Figura 79: Opción 2 cambiar contraseña, confirmar y luego digitarla

Fuente: Propia

En caso la contraseña ingresada sea la correcta aparecerá en la pantalla LCD el mensaje contraseña nueva con lo cual se procederá a digitarla. Luego en la pantalla LCD aparece el mensaje de contraseña cambiada como se muestra en la figura 80.



Figura 80: Contraseña cambiada en el tercer escenario

Fuente: Propia

Posteriormente se realizara las validaciones de funcionamiento en los ambientes estratégicos de la vivienda, el primer dispositivo de control de acceso se instaló en la parte externa de la vivienda en conjunto con la cámara inalámbrica como se muestra en la figura 81. En la parte interna de la vivienda se instaló el segundo y tercer dispositivo control de acceso en conjunto con la cerradura eléctrica como se muestran en la figura 82.

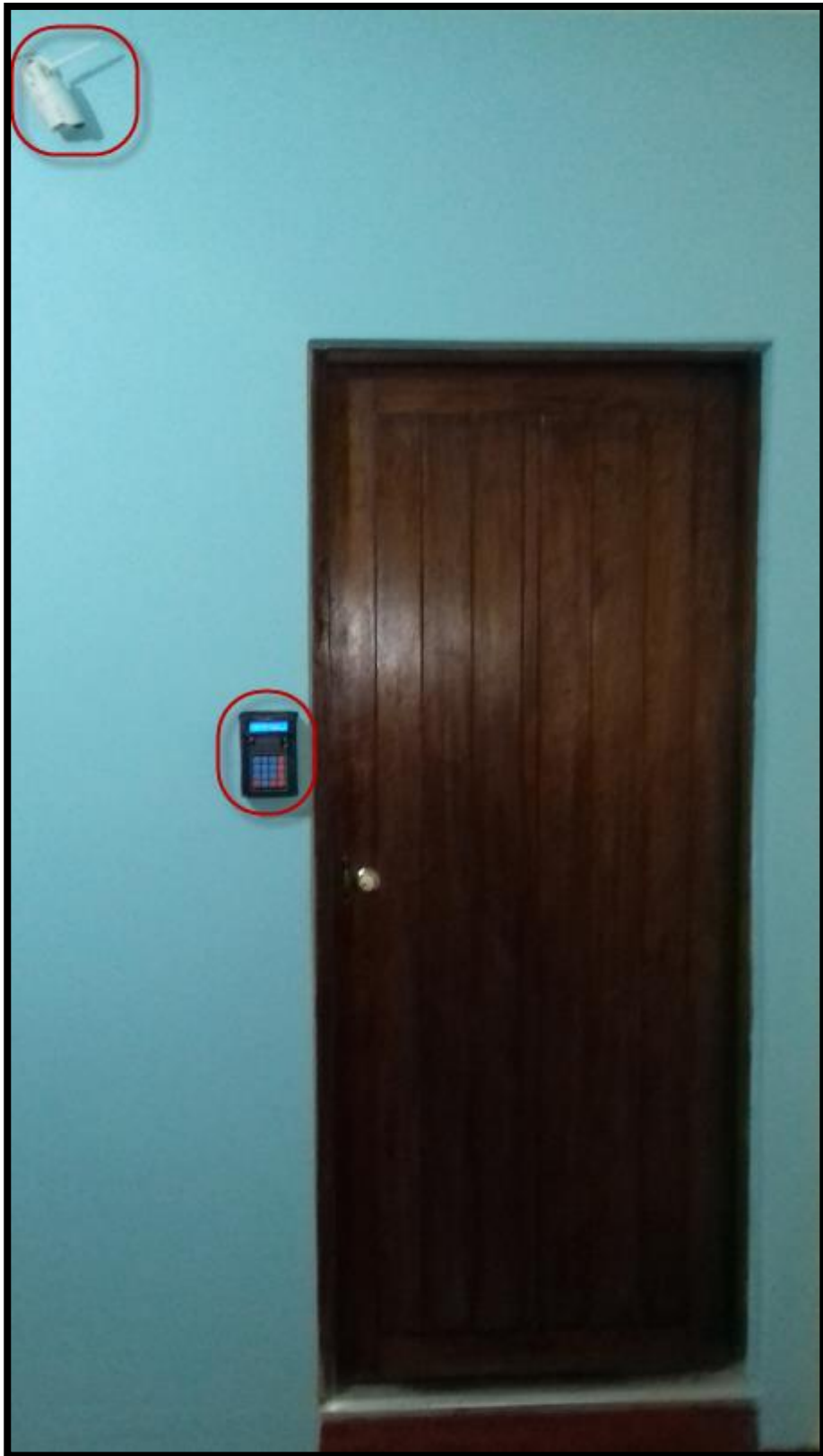


Figura 81: Instalación del Dispositivo de control de acceso 1 y cámara

Fuente: Propia



Figura 82: Instalación del Dispositivo de control de acceso 2,3 y cerradura

Fuente: Propia

Se realizó las pruebas en los ambientes estratégicos, se verificó que la puerta estaba completamente cerrada luego de ello se procedió a realizar las validaciones como se muestra en la figura 83.

En la primera opción en base a lo explicado anteriormente, la pantalla LCD nos mostrara un mensaje de bienvenida indicando ingresar o cambiar la contraseña, se elegirá la opción de ingresar contraseña luego se procederá a digitarla la cual fue asignada previamente en la programación como se muestra en la figura 84.

En el primer caso la contraseña digitalizada es correcta nos mostrara un mensaje en la pantalla LCD que el acceso fue aprobado como se muestra en la figura 85.

En este caso la contraseña es correcta, el microcontrolador PIC 16F877A envía el valor lógico del PIN 22 encenderá el led blanco que a su vez activa la cerradura eléctrica con ayuda del optoacoplador MOC3021 y el relé BT137, por lo cual se apertura la puerta como se muestra en la figura 86.



Figura 83: Dispositivo de control de acceso 1 en el tercer escenario

Fuente: Propia

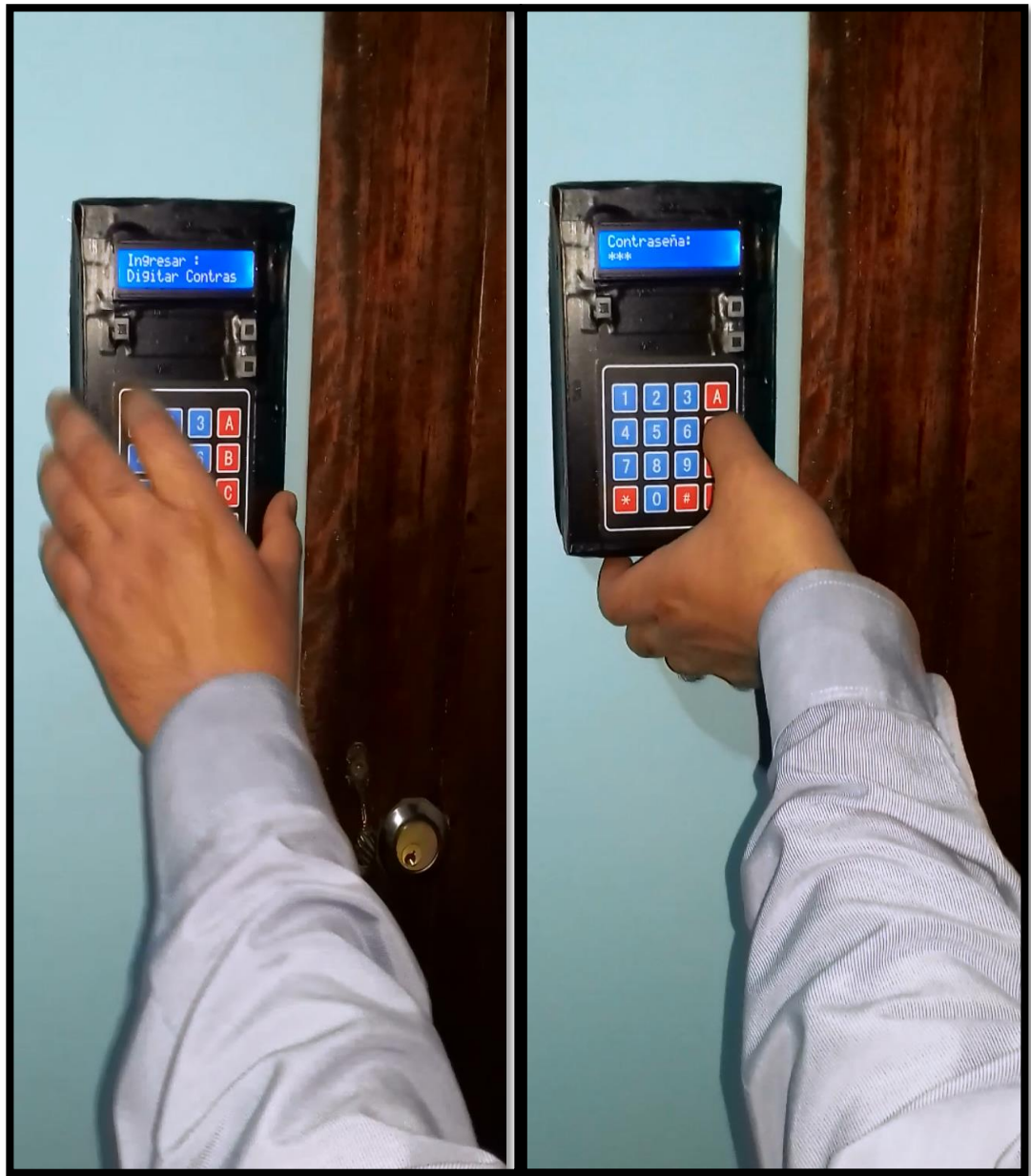


Figura 84: Opción 1 en el primer caso

Fuente: Propia



Figura 85: Validación de contraseña en el tercer escenario

Fuente: Propia

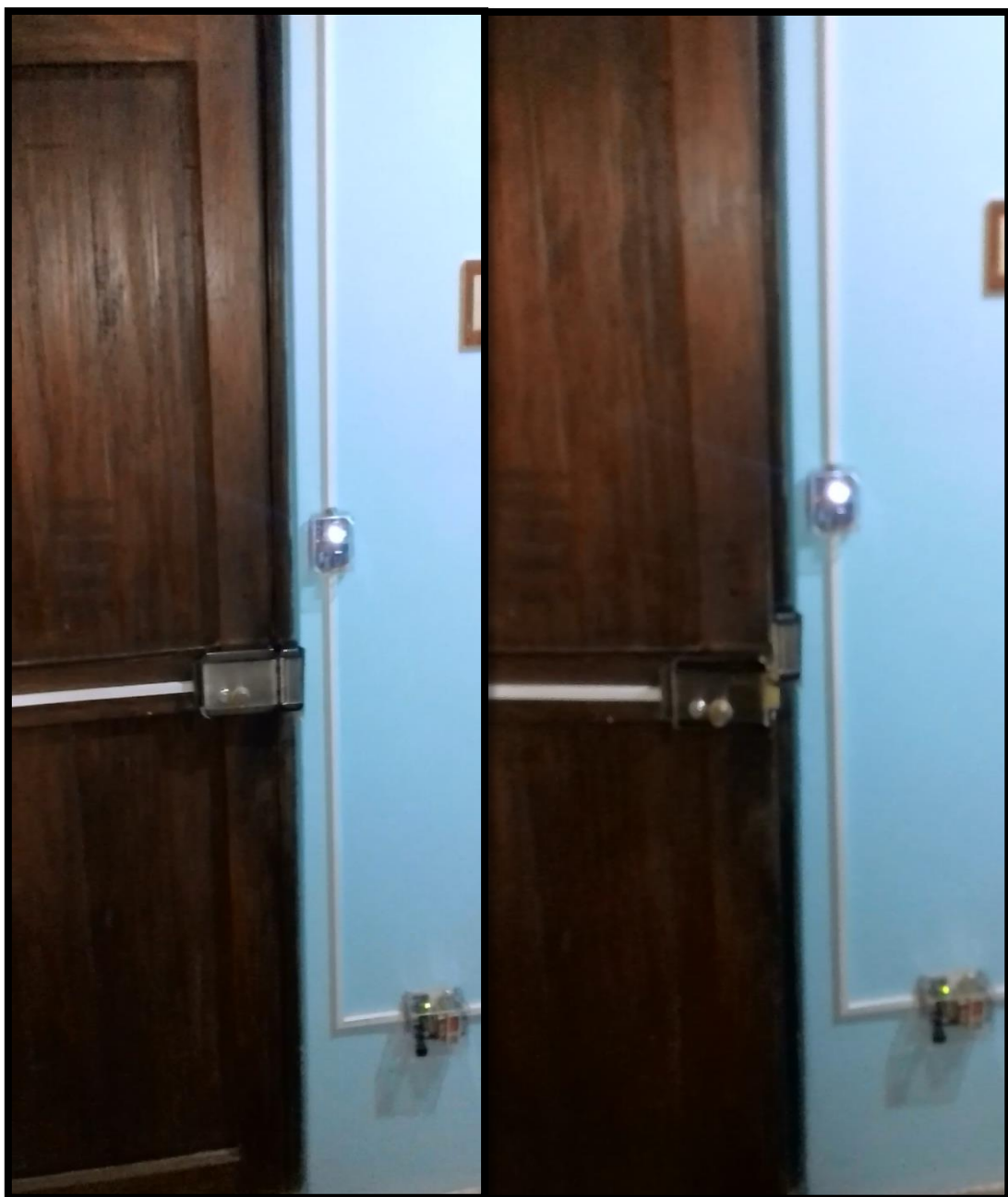


Figura 86: Validación de funcionamiento del acceso en el tercer escenario

Fuente: Propia

En el segundo caso la pantalla LCD nos mostrara un mensaje de bienvenida indicando ingresar o cambiar la contraseña, se elegirá la opción de ingresar contraseña luego se procederá a digitarla como se muestra en la figura 87.

En caso sea incorrecta nos mostrara un mensaje en la pantalla LCD que el acceso fue denegado como se muestra en la figura en la figura 88.



Figura 87: Opción 1 en el segundo caso

Fuente: Propia



Figura 88: Contraseña incorrecta, acceso denegado

Fuente: Propia

En este caso la contraseña es incorrecta, el microcontrolador PIC 16F877A envía el valor lógico del PIN 21 encenderá el led rojo que a su vez activa al módulo XBee en este caso emisor, mediante comunicación inalámbrica se enviara la señal al módulo XBee receptor, el cual enviara la señal a la entrada del módulo Arduino Leonardo R3 y luego enviara una respuesta a la tarjeta electrónica accionando el relay con lo cual se activara la sirena como se muestra en la figura 89.



Figura 89: Validación de funcionamiento de alarma en el tercer escenario

Fuente: Propia

Luego en la segunda opción en base a lo explicado anteriormente, elegiremos cambiar la contraseña y pulsamos el botón de confirmar, luego en la pantalla LCD aparece el mensaje de contraseña anterior se procederá a digitarla la cual fue asignada previamente en la programación como se muestra en la figura 90.



Figura 90: Opción 2 confirma y digitar contraseña anterior

Fuente: Propia

Debido a que la contraseña ingresada es la correcta aparecerá en la pantalla LCD el mensaje contraseña nueva con lo cual se procederá a digitarla. Luego en la pantalla LCD aparece el mensaje de contraseña cambiada como se muestra en la figura 91.



Figura 91: Opción 2 ingresar contraseña nueva

Fuente: Propia

Procederemos a validar que la contraseña fue cambiada, ahora en la pantalla LCD nos mostrara un mensaje de bienvenida indicando ingresar o cambiar la contraseña, se elegirá la opción de ingresar como se muestra en la figura 92.

Luego de ingresar la nueva contraseña nos mostrara en la pantalla LCD que el acceso fue aprobado, como se muestra en la figura 93.



Figura 92: Ingresar y digitar la nueva contraseña

Fuente: Propia



Figura 93: Validación de funcionamiento de cambio de contraseña

Fuente: Propia

La cámara IP se verifica el funcionamiento capturando las imágenes desde un equipo de cómputo como se muestra en la figura 94. También se verificó desde un teléfono celular como se muestra en la figura 95.

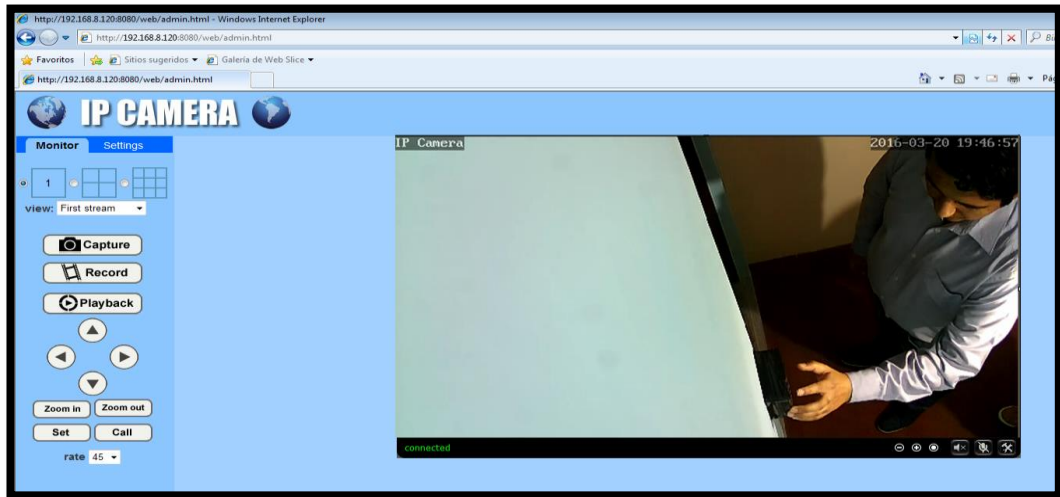


Figura 94: Validación de funcionamiento desde una equipo de cómputo

Fuente: Propia

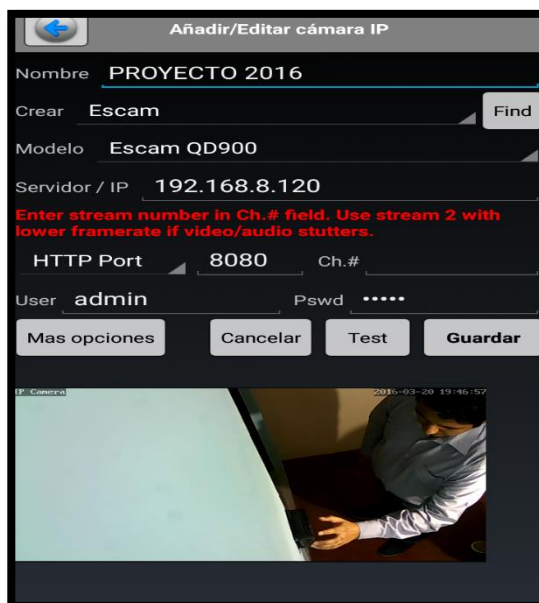


Figura 95: Validación de funcionamiento desde un teléfono celular

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

1. Diseño de un control de acceso fue posible implementar ,brindando seguridad para evitar ingresos no deseados en la vivienda, si la contraseña digita es la correcta en la pantalla LCD nos mostrara que el acceso fue aprobado o denegado en caso la contraseña sea incorrecta activándose la alarma, volviéndose un entorno seguro.
2. Fue posible de realizar un circuito de acoplamiento adecuado para cada detector con lo cual se obtuvo una señal digital logrando la comunicación con los módulos XBee, debido que en lo posible se desea reutilizar dichos detectores de una vivienda.
3. La red de comunicación inalámbrica ZigBee fue posible poner en funcionamiento definiendo los lugares estratégicos, con lo cual se eliminarán en un futuro las conexiones de cableado para la comunicación de los dispositivos, utilizando los módulos XBee para poder controlar la seguridad.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda antes de una implementación, realizar pruebas de las conexiones inalámbricas del módulo XBee, las cuales servirán para poder definir los lugares estratégicos.
2. Se recomienda coordinar el mantenimiento de los dispositivos de acondicionamiento de señal y el cambio de batería en promedio cada 3 meses.
3. Se recomienda en utilizar este prototipo del sistema automatizado, el cual puede ser adaptado a edificios, fabricas debido a que los dispositivos que lo conforman operan de manera inalámbrica, lo cual proporciona flexibilidad con respecto de su ubicación.

BIBLIOGRAFÍA

[1] INEI

2016 Plan Nacional del sistema de seguridad ciudadana. Consulta: 10 de junio de 2016.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/inform_e-tecnico_n02_seguridad-ciudadana-oct2015-mar2016.pdf

[2] Guerra, F.

2013 Diseño de un sistema de control domótico y video vigilancia supervisado por un teléfono móvil. Consulta: 5 de agosto de 2015.

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5375/guerra_felipe_sistema_control_domotico_video_vigilancia_telefono_movil.pdf?sequence=1

[3] Lozada, D. A.

2008 Diseño y desarrollo de un transmisor y receptor de un sistema domótico utilizando tecnología de corrientes portadoras y el protocolo X-10. Consulta: 7 de agosto de 2015.

http://tesis.pucp.edu.pe:8080/repositorio/bitstream/handle/123456789/853/lozada_diaz_diego_sistema_domotico_protocolo_x10.pdf?sequence=1&isallowed=y

[4] Rodríguez, W. M.

2012 Sistema de control domótico utilizando una central IP PBX basado en Software libre. Consulta: 15 de agosto de 2015.

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1502/rodriguez_bustinza_wally_control_domotico_libre.pdf?sequence=1

[5] Fernández, M.

2008 Wireless Sensor Network. Consulta: 25 de agosto de 2015.

<http://www.mfbarcell.es/conferencias/wsn.pdf>

[6] Berrio, T., Barrios, S., Flores, M., Ovalles, G.

2014 Redes Informáticas. Consulta: 25 de agosto de 2015.

<http://redesinformaticasipodd.blogspot.pe/2014/11/3-estructura-y-topologias-de-las-redes.html>

[7] Casillas, M.A. y Domínguez, R.

2009 Redes de computadoras, tipos y topologías. Consulta: 25 de agosto de 2015.

<http://redestipostopologias.blogspot.pe/2009/03/topologia-de-redes.html>

[8] Terrones, F.

2015 Topología de redes. Consulta: 03 de setiembre de 2015.

<http://topologiaderedurp.blogspot.pe/2015/06/la-topologia-de-una-red-representa-la.html>

[9] Estebanez, M., Ibañez, M., Manzano, A.

2012 Topología de las redes. Consulta: 03 de setiembre de 2015.

<http://ammfico.blogspot.pe/2012/01/ventajas-y-desventajas-de-las.html>

[10] Olmos, G. y Torres, E.

2015 Estándares Inalámbricos. Consulta: 8 de setiembre de 2015.

<http://www.metrologicmexico.com/elemento.php?var=258>

[11] Septiana, K., Munadi, R., Suryadi, A.

2011 Analisis penggunaan protocol routing Ad Hoc on demand distance vektor (aodv) pada Wireless Sensor Network. Consulta: 8 de setiembre de 2015.

[https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/92532/resume / analisis-penggunaan-protocol-routing-ad-hoc-on-demand-distance-vektor-aodv-pada-wireless-sensor-network.pdf](https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/92532/resume_analisis-penggunaan-protocol-routing-ad-hoc-on-demand-distance-vektor-aodv-pada-wireless-sensor-network.pdf)

[12] Camargo, J.

2015 Tecnología ZigBee. Consulta: 14 de setiembre de 2015.

<http://slideplayer.es/slide/9544212/>

[13] Archundia, F.M.

2003 Wireless Personal Area Network (WPAN) & Home Networking.

Consulta: 14 de setiembre de 2015.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundia_p_fm/capitulo4.pdf

[14] Forouzan, B.

2002 Transmisión de datos y redes de comunicaciones. Consulta: 19 de setiembre de 2015.

<http://es.slideshare.net/fdelamore2/transmision-de-datos-y-redes-de-comunicaciones-2da-edicion-behrouz-a-forouzan>

[15] Pérez-Miguel, C.

2015 Informe sobre Sistemas de Computación en Redes P2P. Consulta:

19 de setiembre de 2015.

<http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/members/cperezmig/pubs/p2p>

[16] Linksys

S.F Configurando un Punto de Acceso como un Repetidor Inalámbrico.

Consulta: 25 de setiembre de 2015.

<https://www.linksys.com/co/support-article?articleNum=133029>

[17] Anónimo

2012 Estándares Inalámbricos 802.11. Consulta: 25 de setiembre de 2015.

<http://es.slideshare.net/DAVIDNOSFERATUS/estandares-protocolo-80211>

[18] Anónimo

S.F IEEE 802.15. Consulta: 3 de octubre de 2015.

<https://es.scribd.com/doc/129287455/IEEE-802-15>

[19] Anónimo

S.F ZigBee. Consulta: 3 de octubre de 2015.

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

[20] Schneider Electric

2005 ZigBee Setting Standards for Energy-Efficient Control Networks.

Consulta: 10 de octubre de 2015.

http://www2.schneider-electric.com/documents/support/white-papers/40110601_Zigbee_EN.pdf

[21] Thonet, G., Allard-Jacquín, P., Colle, P.

2008 ZigBee – WiFi Coexistence. Consulta: 10 de octubre de 2015.

<http://www.rexense.cn/upfile/ZigBee-WiFi%E5%85%B1%E5%AD%98%E9%97%AE%E9%A2%98.pdf>

[22] Durda, F.

2014 Serial and UART Tutorial. Consulta: 16 de octubre de 2015.

https://www.freebsd.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/serial-uart/

[23] Huidobro, J.M., Novel, B., Calafat, C., Suller, E., Nogales, A., Toledano, J.C., Santamaría, A., Lastres, C.

2007 La Domótica como solución de futuro. Consulta: 16 de octubre de 2015.

<https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/la-domotica-como-solucion-de-futuro-fenercom.pdf>

[24] García, F.

2015 Detectores. Consulta: 22 de octubre de 2015.

<http://serviciostc.com/detectores-analogicos/>

[25] Plasnavi

S.F Detectores. Consulta: 22 de octubre de 2015.

http://www.supercontrols.com.ar/productos/detector_inundacion.html

[26] Voltimum

2010 Luminarias. Consulta: 27 de octubre de 2015.

<http://www.voltimum.es/articulos-tecnicos/luminarias>

[27] Toro, O.

2015 Contacto magnético. Consulta: 27 de octubre de 2015.

<https://www.masseguridad.es/es/76-contacto-magnetico-el-mas-simple-y-basico.html>

[28] Mateos, F. y Poo, R.

2010 Sensores para Domótica e Inmótica. Consulta: 5 de noviembre de 2015.

<http://isa.uniovi.es/docencia/AutomEdificios/transparencias/sensores.pdf>

[29] Millán, R.J.

2004 Dispositivos de la vivienda domótica. Consulta: 5 de noviembre de 2015.

<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/dispositivosviviendadomotica.php>

[30] Michalík, M.

2013 Base station for Wireless sensor network. Consulta: 5 de noviembre de 2015.

<https://is.muni.cz/th/256522/film/dp.pdf>

[31] Tarrío, P.

2008 Redes de sensores, fundamentos y aplicaciones. Consulta: 11 de noviembre de 2015.

<http://es.slideshare.net/yerartSlide/uimp-redes-de-sensores-fundamentos-y-aplicaciones>

[32] Axis communications

S.F Network cameras. Consulta: 11 de noviembre de 2015.

<https://www.axis.com/pe/es/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/network-cameras>

[33] Fukushima, S.

2011 Cámaras de red. Consulta: 15 de noviembre de 2015.

http://www.rnds.com.ar/articulos/059/Cap_02.pdf

[34] Tintín, E.I.

2015 Diseño y elaboración de un Prototipo de monitor de signos vitales aplicando métodos no invasivos con comunicación de datos a dispositivos móviles. Consulta: 15 de noviembre de 2015.

<https://es.scribd.com/document/360325509/UPS-CT004847-pdf>

[35] García, E.

2014 PIC Microcontroladores. Consulta: 20 de noviembre de 2015.

<http://elprofegarcia.com/?p=42>

[36] Hernandez, I.

2013 PIC. Consulta: 20 de noviembre de 2015.

<http://tecmicropics.blogspot.pe/2013/10/los-pic-son-una-familia-de.html>

[37] García, K.

2014 Arquitecturas de Microcontroladores. Consulta: 20 de noviembre de 2015.

<http://integradocomp.blogspot.pe/2014/08/arquitecturas-de-microcontroladores.html>

[38] Marin, L.

2011 Programación del Pic. Consulta: 27 de noviembre de 2015.

<http://mundo-pics.blogspot.pe/2011/12/programacion-del-pics.html>

[39] Del Aguila, E.

2012 Programación gráfica de los Microcontroladores Pic-Avr y su aplicación práctica en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica. Consulta: 27 de noviembre de 2015.

http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_NOVIEMBRE_2012/IF_DEL%20AGUILA%20VELA_FIEE.pdf

[40] Plaza, J.V.

2013 Diseño y desarrollo de un sistema POV (Persistence Of Vision) mediante PIC. Consulta: 27 de noviembre de 2015.

[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/35887/memoria%20\(1\).pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/35887/memoria%20(1).pdf?sequence=1)

[41] Cabello, F.A.

S.F Microcontroladores PIC16CXX. Consulta: 5 de diciembre de 2015.

<http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/PIC.pdf>

[42] Cruz, G.

2013 Sistemas de Seguridad. Consulta: 5 de diciembre de 2015.

https://es.slideshare.net/german_cruz/sistemas-de-seguridad-16443711

[43] Cevallos, G.F.

2011 Seguridad Electrónica. Consulta: 5 de diciembre de 2015.

<https://sites.google.com/site/seguridadelectronicagcm/capitulo-1/1-1-definiciones>

[44] El Comercio

2014 La Cerradura Electrónica. Consulta: 10 de diciembre de 2015.

<http://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-tecnologia-cerradura.html>

[45] Reyes, C.A.

2008 Microcontroladores PIC, programación en Basic. Consulta: 10 de diciembre de 2015.

<https://es.scribd.com/doc/41334096/Micro-Control-Adores-Pic-Basic#>

[46] Zaradnik, I.

2011 Fuentes de Alimentación. Consulta: 10 de diciembre de 2015.

http://www.sase.com.ar/2011/files/2010/11/SASE2011-Fuentes_de_alimentacion.pdf

[47] Arduino

S.F Introduction. Consulta: 16 de diciembre de 2015.

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

[48] Arduino

S.F Boards & Modules. Consulta: 16 de diciembre de 2015.

<https://store.arduino.cc/usa/arduino/arduino-boards-modules>

[49] MCI Electronics

S.F XBee. Consulta: 16 de diciembre de 2015.

<http://xbee.cl/que-es-xbee/>

[50] Arduino

S.F XBee Shield. Consulta: 16 de diciembre de 2015.

<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoXbeeShield>

[51] Monter, L.F., Rios, D.I., Curiel, A., Pozas, M.

S.F Comunicaciones en Redes. Consulta: 20 de diciembre de 2015.

http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro27/342_estndar_rs232.html

[52] Arízaga, R. F., Arreaga, J.E.

2006 Interfase de Comunicaciones para Centralillas Telefónicas Avaya E80 Controller con una PC, desarrollado en Java. Consulta: 20 de diciembre de 2015.

<http://dSPACE.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2173/1/05301.pdf>

[53] López, A.

2002 Puertos USB - Bus Serie Universal y descripción de la norma IEEE 1394. Consulta: 20 de diciembre de 2015.

http://platea.pntic.mec.es/~alopez1/web_Eldad/_gs_srca/CI/Puertos%20USB.pdf

[54] Roda, J.

S.F Características y Operación de Puertos Estándar - Puerto USB. Consulta: 20 de diciembre de 2015.

<http://jaazarellano.wixsite.com/interfazytecnologia/en-blanco-c1t6q>

[55] Pérez, J. y Merino, M.

2015 Definición de WLAN. Consulta: 27 de diciembre de 2015.

<https://definicion.de/wlan/>

[56] Siles, R.

2002 Análisis de seguridad de la familia de protocolos TCP/IP y sus servicios asociados. Consulta: 27 de diciembre de 2015.

https://www.rediris.es/cert/doc/segtcpip/Seguridad_en_TCP-IP_Ed1.html#_Toc12260167

[57] Sánchez, S.

S.F Microcontroladores PIC. Consulta: 27 de diciembre de 2015.

<https://microcontroladoresesv.wordpress.com/microcontroladores-pic-y-sus-variedades/>

[58] Verle, M.

2009 Microcontroladores PIC – Programación en C con ejemplos. Consulta: 27 de diciembre de 2015.

<https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespic/>

[59] Anónimo

S.F USART PIC Comunicación Serial. Consulta: 27 de diciembre de 2015.

<http://microcontroladores-mrelberni.com/usart-pic-comunicacion-serial/>


ANEXOS

ANEXO A - LM7805


3-Terminal Positive Voltage Regulator

Description

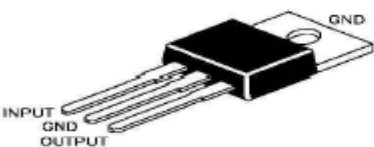
The Voltages Available allow these Regulators to be used in Logic Systems, Instrumentation, Hi-Fi Audio Circuits and other Solid State Electronic Equipment.



Continental Device India Limited
An ISO/TS 16949, ISO 9001 and ISO 14001 Certified Company



3-TERMINAL POSITIVE VOLTAGE REGULATOR



INPUT
GND
OUTPUT

LM7805
TO-220
Plastic Package

The Voltages Available allow these Regulators to be used in Logic Systems, Instrumentation, Hi-Fi Audio Circuits and other Solid State Electronic Equipment

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

DESCRIPTION	SYMBOL	VALUE	UNIT
Input Voltage	V_{IN}	35	V
Continuous Total Dissipation at $T_a=25^\circ\text{C}$ free air Temperature	P_D	2.0	W
Continuous Total Dissipation at $T_c=25^\circ\text{C}$ case Temperature	P_D	15	W
Operating free-air, case, or Virtual Junction Temperature Range	T_{OPR}	0 to 150	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	- 65 to +150	$^\circ\text{C}$
Lead Temperature 1.6mm (1/16 inch) from Case for 10 seconds	T_L	260	$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_J=25^\circ\text{C}$ unless specified otherwise)
 $V_I=10\text{V}$, $I_O=500\text{mA}$


DESCRIPTION	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT	
Output Voltage	V_O	$I_O=5\text{mA} \sim 1\text{A}$ $V_I=7\text{V} \sim 20\text{V}$, $P \leq 15\text{W}$	$T_J=25^\circ\text{C}$	4.80		5.20	V
			$T_J=0 \sim 125^\circ\text{C}$	4.75		5.25	V
Line Regulation	R_{REG}	$V_I=7.0 \sim 25\text{V}$ $V_I=8.0 \sim 12\text{V}$	$T_J=25^\circ\text{C}$			100	mV
						50	mV
Ripple Rejection	R_{RR}	$V_I=8.0 \sim 18\text{V}$, $f=120\text{Hz}$	$T_J=0 \sim 125^\circ\text{C}$	62			dB
Load Regulation	R_{EGL}	$I_O=5\text{mA} \sim 1.5\text{A}$ $I_O=250\text{mA} \sim 750\text{mA}$	$T_J=25^\circ\text{C}$			100	mV
						50	mV
Output Resistance	R_O	$f=1\text{KHz}$	$T_J=0 \sim 125^\circ\text{C}$	0.017			Ω
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O=5\text{mA}$	$T_J=0 \sim 125^\circ\text{C}$	- 1.1			mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_{NO}	$f=10\text{Hz} \sim 100\text{KHz}$	$T_J=25^\circ\text{C}$		40		μV
Dropout Voltage	V_d	$I_O=1\text{A}$	$T_J=25^\circ\text{C}$		2.0		V
Quiescent Current	I_Q		$T_J=25^\circ\text{C}$			8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I=7.0 \sim 25\text{V}$ $I_O=5\text{mA} \sim 1\text{A}$	$T_J=0 \sim 125^\circ\text{C}$			1.3	mA
						0.5	mA
Short Circuit Output Current	I_{SC}		$T_J=25^\circ\text{C}$		750		mA
Peak Output Current	I_{PK}		$T_J=25^\circ\text{C}$		2.2		A

ANEXO B - LM7809



3-Terminal Positive Voltage Regulator

Description

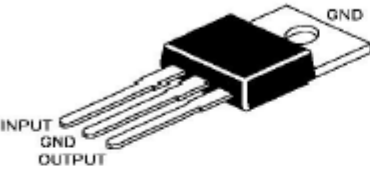
The Voltages Available allow these Regulators to be used in Logic Systems, Instrumentation, Hi-Fi Audio Circuits and other Solid State Electronic Equipment.



Continental Device India Limited
An ISO/TS 16949, ISO 9001 and ISO 14001 Certified Company

3-TERMINAL POSITIVE VOLTAGE REGULATOR



The Voltages Available allow these Regulators to be used in Logic Systems, Instrumentation, Hi-Fi Audio Circuits and other Solid State Electronic Equipment

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_a=25^\circ\text{C}$)

DESCRIPTION	SYMBOL	VALUE	UNIT
Input Voltage	V_{IN}	35	V
		40	
Power Dissipation	P_D	15	W
Operating Temperature	T_{amb}	- 20 to +80	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	- 55 to +150	$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_a=25^\circ\text{C}$ unless specified otherwise)
 $V_{IN}=18\text{V}$, $I_O=100\text{mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$

DESCRIPTION	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output Voltage	V_O	$I_O=5\text{mA} \sim 1.5\text{A}$	8.65		9.35	V
		$V_{IN}=12 \sim 24\text{V}$, $P_D 15\text{W}$				
Line Regulation	R_{EOV}	$V_{IN}=11.5 \sim 26\text{V}$			90	mV
Load Regulation	R_{EOL}	$I_O=5\text{mA} \sim 1.5\text{A}$			90	mV
Quiescent Current	I_Q				8.0	mA
Quiescent Current Change	I_Q	$V_{IN}=11.5 \sim 26\text{V}$			1.0	mA
		$I_O=5\text{mA} \sim 1\text{A}$			0.5	mA
Input Voltage	V_{IN}		11.5		26	V
Ripple Rejection Ratio	R_R	$V_{IN}=12 \sim 22\text{V}$, $f=120\text{Hz}$	56			dB
Max Output Current	I_{OM}	$T_J=25^\circ\text{C}$		2.2		A
Output Voltage Drift	V_T	$I_O=5\text{mA}$, $T_J=0 \sim 125^\circ\text{C}$		- 0.5		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_{NO}	$f=10\text{Hz} \sim 100\text{KHz}$		10		μV
Short Circuit Current Limit	I_{SC}	$T_J=25^\circ\text{C}$		2.0		A

LM7809Rev041004E

LM7809


TO-220
Plastic Package

ANEXO C - LM1117

800mA Low-Dropout Linear Regulator

General Description

The LM1117 is a series of low dropout voltage regulators with a dropout of 1.2V at 800mA of load current. It has the same pin-out as National Semiconductor's industry standard LM317.

June 2004

LM1117/LM1117I 800mA Low-Dropout Linear Regulator

General Description

The LM1117 is a series of low dropout voltage regulators with a dropout of 1.2V at 800mA of load current. It has the same pin-out as National Semiconductor's industry standard LM317.

The LM1117 is available in an adjustable version, which can set the output voltage from 1.25V to 13.8V with only two external resistors. In addition, it is also available in five fixed voltages, 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.3V, and 5V.

The LM1117 offers current limiting and thermal shutdown. Its circuit includes a zener trimmed bandgap reference to assure output voltage accuracy to within $\pm 1\%$.

The LM1117 series is available in LLP, TO-263, SOT-223, TO-220, and TO-252 D-PAK packages. A minimum of 10 μ F tantalum capacitor is required at the output to improve the transient response and stability.

Features

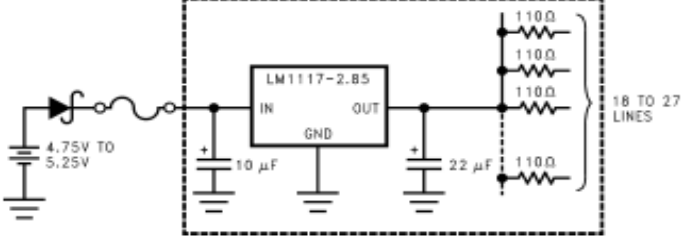
- Available in 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.3V, 5V, and Adjustable Versions
- Space Saving SOT-223 and LLP Packages
- Current Limiting and Thermal Protection
- Output Current 800mA
- Line Regulation 0.2% (Max)
- Load Regulation 0.4% (Max)
- Temperature Range
- LM1117 0°C to 125°C
- LM1117I -40°C to 125°C

Applications

- 2.85V Model for SCSI-2 Active Termination
- Post Regulator for Switching DC/DC Converter
- High Efficiency Linear Regulators
- Battery Charger
- Battery Powered Instrumentation

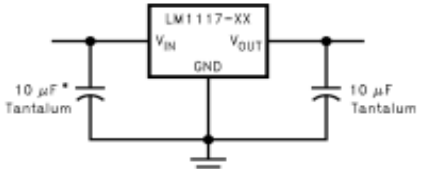
Typical Application

Active Terminator for SCSI-2 Bus



10091905

Fixed Output Regulator



* Required if the regulator is located far from the power supply filter.
10091905

Ordering Information


Package	Temperature Range	Part Number	Packaging Marking	Transport Media	NSC Drawing
3-lead SOT-223	0°C to +125°C	LM1117MPX-ADJ	N03A	Tape and Reel	MP04A
		LM1117MPX-1.8	N12A	Tape and Reel	
		LM1117MPX-2.5	N13A	Tape and Reel	
		LM1117MPX-2.85	N04A	Tape and Reel	
		LM1117MPX-3.3	N05A	Tape and Reel	
		LM1117MPX-5.0	N06A	Tape and Reel	
	-40°C to +125°C	LM1117IMPX-ADJ	N03B	Tape and Reel	
		LM1117IMPX-3.3	N05B	Tape and Reel	
		LM1117IMPX-5.0	N06B	Tape and Reel	
3-lead TO-220	0°C to +125°C	LM1117T-ADJ	LM1117T-ADJ	Reels	T03B
		LM1117T-1.8	LM1117T-1.8	Reels	
		LM1117T-2.5	LM1117T-2.5	Reels	
		LM1117T-2.85	LM1117T-2.85	Reels	
		LM1117T-3.3	LM1117T-3.3	Reels	
		LM1117T-5.0	LM1117T-5.0	Reels	
		3-lead TO-252	0°C to +125°C	LM1117DTX-ADJ	
LM1117DTX-1.8	LM1117DT-1.8			Tape and Reel	
LM1117DTX-2.5	LM1117DT-2.5			Tape and Reel	
LM1117DTX-2.85	LM1117DT-2.85			Tape and Reel	
LM1117DTX-3.3	LM1117DT-3.3			Tape and Reel	
LM1117DTX-5.0	LM1117DT-5.0			Tape and Reel	
-40°C to +125°C	LM1117IDTX-ADJ		LM1117IDT-ADJ	Tape and Reel	
	LM1117IDTX-3.3		LM1117IDT-3.3	Tape and Reel	
	LM1117IDTX-5.0		LM1117IDT-5.0	Tape and Reel	
8-lead LLP	0°C to +125°C	LM1117LDX-ADJ	1117ADJ	Tape and Reel	LDC08A
		LM1117LDX-1.8	1117-18	Tape and Reel	
		LM1117LDX-2.5	1117-25	Tape and Reel	
		LM1117LDX-2.85	1117-28	Tape and Reel	
		LM1117LDX-3.3	1117-33	Tape and Reel	
		LM1117LDX-5.0	1117-50	Tape and Reel	
	-40°C to 125°C	LM1117ILDY-ADJ	1117IAD	Tape and Reel	
		LM1117ILDY-3.3	1117I33	Tape and Reel	
		LM1117ILDY-5.0	1117I50	Tape and Reel	
TO-263	0°C to +125°C	LM1117SX-ADJ	LM1117SADJ	Tape and Reel	TS3B
		LM1117SX-2.85	LM1117S2.85	Tape and Reel	
		LM1117SX-3.3	LM1117S3.3	Tape and Reel	
		LM1117SX-5.0	LM1117S5.0	Tape and Reel	

ANEXO D - LM317




1.2 V to 37 V Adjustable Voltage Regulators

Description

The LM217, LM317 are monolithic integrated circuits in TO-220, TO-220FP and D²PAK packages intended for use as positive adjustable voltage regulators.

LM217, LM317
Datasheet

1.2 V to 37 V adjustable voltage regulators



TO-220

TO-220FP

D²PAK

Features

- Output voltage range: 1.2 to 37 V
- Output current in excess of 1.5 A
- 0.1% line and load regulation
- Floating operation for high voltages
- Complete series of protections: current limiting, thermal shutdown and SOA control

Description

The LM217, LM317 are monolithic integrated circuits in TO-220, TO-220FP and D²PAK packages intended for use as positive adjustable voltage regulators.

They are designed to supply more than 1.5 A of load current with an output voltage adjustable over a 1.2 to 37 V range.

The nominal output voltage is selected by means of a resistive divider, making the device exceptionally easy to use and eliminating the stocking of many fixed regulators.

Product status link
LM217
LM317

Maximum ratings

Table 1. Absolute maximum ratings

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_I - V_O$	Input-reference differential voltage	40	V
I_O	Output current	Internally limited	A
T_{OP}	Operating junction temperature for:	LM217	- 25 to 150
		LM317	0 to 125
		LM317B	-40 to 125
P_D	Power dissipation	Internally limited	
T_{STG}	Storage temperature	- 65 to 150	°C

Note: Absolute maximum ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.

Table 2. Thermal data

Symbol	Parameter	D ² PAK	TO-220	TO-220FP	Unit
$R_{\theta JA}$	Thermal resistance junction-ambient	62.5	50	60	°C/W
$R_{\theta JC}$	Thermal resistance junction-case	3	5	5	°C/W

ANEXO E - DM74LS14

Hex Inverter with Schmitt Trigger Inputs

General Description

This device contains six independent gates each of which performs the logic INVERT function. Each input has hysteresis which increases the noise immunity and transforms a slowly changing input signal to a fast changing, jitter free output.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

August 1986
Revised March 2000

DM74LS14

Hex Inverter with Schmitt Trigger Inputs

General Description

This device contains six independent gates each of which performs the logic INVERT function. Each input has hysteresis which increases the noise immunity and transforms a slowly changing input signal to a fast changing, jitter free output.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS14M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS14SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS14N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram

The diagram shows a 14-pin package with pins 14, 13, 12, 11, 10, 9 at the top and pins 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 at the bottom. Pin 14 is V_{CC} and pin 7 is GND. The top row contains three inverters with inputs A6, A5, A4 and outputs Y6, Y5, Y4. The bottom row contains three inverters with inputs A1, A2, A3 and outputs Y1, Y2, Y3. Each inverter has a Schmitt trigger symbol on its input.

Function Table

$$Y = \bar{A}$$

Input	Output
A	Y
L	H
H	L

H – HIGH Logic Level
L – LOW Logic Level

Absolute Maximum Ratings^(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{T+}	Positive-Going Input Threshold Voltage (Note 2)	1.4	1.6	1.9	V
V_{T-}	Negative-Going Input Threshold Voltage (Note 2)	0.5	0.8	1	V
HYS	Input Hysteresis (Note 2)	0.4	0.8		V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Note 2: $V_{CC} = 5V$.

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 3)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}$ $V_{IH} = \text{Min}$ $V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = 4 \text{ mA}$		0.35 0.25	0.5 0.4	V
I_{T+}	Input Current at Positive-Going Threshold	$V_{CC} = 5V, V_I = V_{T+}$		-0.14		mA
I_{T-}	Input Current at Negative-Going Threshold	$V_{CC} = 5V, V_I = V_{T-}$		-0.18		mA
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 7V$			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7V$			20	µA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4V$			-0.4	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 4)	-20		-100	mA
I_{COH}	Supply Current with Outputs HIGH	$V_{CC} = \text{Max}$		8.6	16	mA
I_{COL}	Supply Current with Outputs LOW	$V_{CC} = \text{Max}$		12	21	mA

Note 3: All typicals are at $V_{CC} = 5V, T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 4: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Switching Characteristics

at $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

Symbol	Parameter	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$				Units
		$C_L = 15 \text{ pF}$		$C_L = 60 \text{ pF}$		
		Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	5	22	8	25	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	5	22	10	33	ns

ANEXO F - DM74LS32

Quad 2-Input OR Gate

General Description

This device contains four independent gates each of which performs the logic OR function.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

June 1986
Revised March 2000

DM74LS32

Quad 2-Input OR Gate

General Description
This device contains four independent gates each of which performs the logic OR function.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS32M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS32SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS32N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram

VCC 14 B4 13 A4 12 Y4 11 B3 10 A3 9 Y3 8

A1 1 B1 2 Y1 3 A2 4 B2 5 Y2 6 GND 7

Function Table

$Y = A + B$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

Absolute Maximum Ratings^(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}$ $V_{IH} = \text{Min}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}$		0.35	0.5	V
		$I_{OL} = 4 \text{ mA}, V_{CC} = \text{Min}$		0.25	0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 7V$			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7V$			20	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4V$			-0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 3)	-20		-100	mA
I_{OCH}	Supply Current with Outputs HIGH	$V_{CC} = \text{Max}$		3.1	6.2	mA
I_{OCL}	Supply Current with Outputs LOW	$V_{CC} = \text{Max}$		4.9	9.8	mA

Note 2: All typicals are at $V_{CC} = 5V, T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 3: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Switching Characteristics


at $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

Symbol	Parameter	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$				Units
		$C_L = 15 \text{ pF}$		$C_L = 50 \text{ pF}$		
		Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	3	11	4	15	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	11	4	15	ns


ANEXO G - MOC3021

6-Pin DIP Random-Phase Optoisolators Triac Driver Output


The MOC3020 Series consists of gallium arsenide infrared emitting diodes, optically coupled to a silicon bilateral switch.



FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™



Global Optoisolator™



6-Pin DIP Random-Phase Optoisolators Triac Driver Output (400 Volts Peak)

The MOC3020 Series consists of gallium arsenide infrared emitting diodes, optically coupled to a silicon bilateral switch.

- To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option. They are designed for applications requiring isolated triac triggering.


Recommended for 115/240 Vac(rms) Applications:

- Solenoid/Valve Controls
- Lamp Ballasts
- Interfacing Microprocessors to 115 Vac Peripherals
- Motor Controls
- Static ac Power Switch
- Solid State Relays
- Incandescent Lamp Dimmers

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

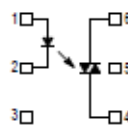
Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE			
Reverse Voltage	V _R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I _F	60	mA
Total Power Dissipation @ T _A = 25°C Negligible Power in Triac Driver Derate above 25°C	P _D	100 1.33	mW mW/°C
OUTPUT DRIVER			
Off-State Output Terminal Voltage	V _{ORM}	400	Volts
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I _{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ T _A = 25°C Derate above 25°C	P _D	300 4	mW mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage(1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V _{ISO}	7500	Vac(pk)
Total Power Dissipation @ T _A = 25°C Derate above 25°C	P _D	330 4.4	mW mW/°C
Junction Temperature Range	T _J	-40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range	T _A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)	T _L	260	°C

MOC3021
MOC3022
MOC3023



STANDARD THRU HOLE

SCHEMATIC



1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
DO NOT CONNECT
6. MAIN TERMINAL

151

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED					
Reverse Leakage Current ($V_R = 3\text{ V}$)	I_R	—	0.05	100	μA
Forward Voltage ($I_F = 10\text{ mA}$)	V_F	—	1.15	1.5	Volts
OUTPUT DETECTOR ($I_F = 0$ unless otherwise noted)					
Peak Blocking Current, Either Direction (Rated $V_{DRM}^{(1)}$)	I_{DRM}	—	10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction ($I_{TM} = 100\text{ mA Peak}$)	V_{TM}	—	1.8	3	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Figure 7, Note 2)	dV/dt	—	10	—	V/ μs
COUPLED					
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V ⁽³⁾)	I_{FT}	—	8	15	mA
MOC3021		—	—	10	
MOC3022		—	—	5	
MOC3023		—	—	—	
Holding Current, Either Direction	I_H	—	100	—	μA

1. Test voltage must be applied within dV/dt rating.
2. This is static dV/dt. See Figure 7 for test circuit. Commutating dV/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.
3. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (15 mA for MOC3021, 10 mA for MOC3022, 5 mA for MOC3023) and absolute max I_F (60 mA).

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_A = 25^\circ\text{C}$

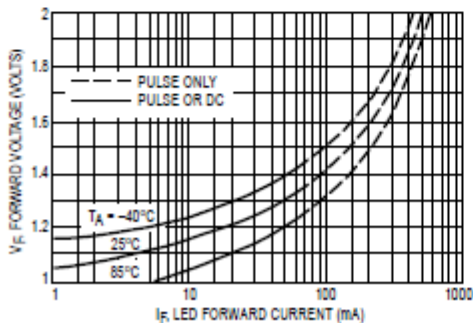


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

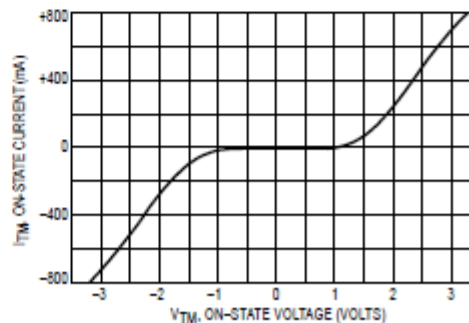


Figure 2. On-State Characteristics

ANEXO H - BT137

Triacs

General Description

Passivated triacs in a plastic envelope, intended for use in applications requiring high bidirectional transient and blocking voltage capability and high thermal cycling performance. Typical applications include motor control, industrial and domestic lighting, heating voltages and static switching.

Triacs		BT137 series																							
GENERAL DESCRIPTION		QUICK REFERENCE DATA																							
Passivated triacs in a plastic envelope, intended for use in applications requiring high bidirectional transient and blocking voltage capability and high thermal cycling performance. Typical applications include motor control, industrial and domestic lighting, heating and static switching.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>SYMBOL</th> <th>PARAMETER</th> <th>MAX.</th> <th>MAX.</th> <th>UNIT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V_{DRM}</td> <td>Repetitive peak off-state voltages</td> <td>600 600F 600G</td> <td>800</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>$I_{T(RMS)}$</td> <td>RMS on-state current</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>I_{TSM}</td> <td>Non-repetitive peak on-state current</td> <td>65</td> <td>65</td> <td>A</td> </tr> </tbody> </table>				SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	UNIT	V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages	600 600F 600G	800	V	$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	8	8	A	I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	65	65	A
SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	UNIT																					
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages	600 600F 600G	800	V																					
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	8	8	A																					
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	65	65	A																					
PINNING - TO220AB		PIN CONFIGURATION		SYMBOL																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PIN</th> <th>DESCRIPTION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>main terminal 1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>main terminal 2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>gate</td> </tr> <tr> <td>tab</td> <td>main terminal 2</td> </tr> </tbody> </table>	PIN	DESCRIPTION	1	main terminal 1	2	main terminal 2	3	gate	tab	main terminal 2															
PIN	DESCRIPTION																								
1	main terminal 1																								
2	main terminal 2																								
3	gate																								
tab	main terminal 2																								
LIMITING VALUES																									
Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134).																									
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT																				
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages		-	-600 600 ¹	V																				
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	full sine wave; $T_{mb} \leq 102\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	8	A																				
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	full sine wave; $T_1 = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ prior to surge	-	65	A																				
		$t = 20\text{ ms}$	-	71	A																				
		$t = 16.7\text{ ms}$	-	21	A ² s																				
I^2t	I^2t for fusing	$t = 10\text{ ms}$	-																						
di_T/dt	Repetitive rate of rise of on-state current after triggering	$I_{TM} = 12\text{ A}$; $I_G = 0.2\text{ A}$; $di_G/dt = 0.2\text{ A}/\mu\text{s}$	-																						
		T2+ G+	-	50	A/ μs																				
		T2+ G-	-	50	A/ μs																				
		T2- G-	-	50	A/ μs																				
		T2- G+	-	10	A/ μs																				
I_{GM}	Peak gate current		-	2	A																				
V_{GM}	Peak gate voltage		-	5	V																				
P_{GM}	Peak gate power		-	5	W																				
$P_{G(AV)}$	Average gate power		-	0.5	W																				
T_{stg}	Storage temperature	over any 20 ms period	-40	150	$^{\circ}\text{C}$																				
T_j	Operating junction temperature		-	125	$^{\circ}\text{C}$																				

THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th,j-mb}$	Thermal resistance junction to mounting base	full cycle	-	-	2.0	K/W
$R_{th,j-a}$	Thermal resistance junction to ambient	half cycle in free air	-	60	2.4	K/W

STATIC CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.			UNIT
I_{GT}	Gate trigger current	BT137- $V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$	-	-F	...G	
		T2+ G+	-	5	35	25	50	mA
		T2+ G-	-	8	35	25	50	mA
		T2- G-	-	11	35	25	50	mA
I_L	Latching current	T2- G+ $V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	30	70	70	100	mA
		T2+ G+	-	7	30	30	45	mA
		T2+ G-	-	16	45	45	60	mA
		T2- G-	-	5	30	30	45	mA
I_H	Holding current	T2- G+ $V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	7	45	45	60	mA
			-	5	20	20	40	mA
V_T	On-state voltage	$I_T = 10\text{ A}$	-	1.3	1.65			V
V_{GT}	Gate trigger voltage	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$	-	0.7	1.5			V
		$V_D = 400\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	0.25	0.4	-			V
I_D	Off-state leakage current	$V_D = V_{DRM(max)}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	-	0.1	0.5			mA

DYNAMIC CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.			TYP.	MAX.	UNIT
dV_D/dt	Critical rate of rise of off-state voltage	BT137- $V_{DM} = 67\% V_{DRM(max)}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C};$ exponential waveform; gate open circuit	100	50	200	250	-	V/ μs
dV_{com}/dt	Critical rate of change of commutating voltage	$V_{DM} = 400\text{ V}; T_j = 95\text{ }^\circ\text{C}; I_{T(RMS)} = 8\text{ A}; dl_{com}/dt = 3.6\text{ A/ms};$ gate open circuit	-	-	10	20	-	V/ μs
t_{gt}	Gate controlled turn-on time	$I_{TM} = 12\text{ A}; V_D = V_{DRM(max)}; I_D = 0.1\text{ A}; dl_D/dt = 5\text{ A}/\mu\text{s}$	-	-	-	2	-	μs

ANEXO I - PIC16F87XA

Data Sheet

28/40/44-Pin Enhanced Flash

Microcontrollers

This document contains device specific information about the following devices:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

PIC16F873A/876A devices are available only in 28-pin packages, while PIC16F874A/877A devices are available in 40-pin and 44-pin packages. All devices in the PIC16F87XA family share common architecture with the following differences:

- The PIC16F873A and PIC16F874A have one-half of the total on-chip memory of the PIC16F876A and PIC16F877A.
- The 28-pin devices have three I/O ports, while the 40/44-pin devices have five.
- The 28-pin devices have fourteen interrupts, while the 40/44-pin devices have fifteen.
- The 28-pin devices have five A/D input channels, while the 40/44-pin devices have eight.
- The Parallel Slave Port is implemented only on the 40/44-pin devices.

TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
Flash Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN

ANEXO J - ARDUINO LEONARDO

The **Arduino Leonardo** is a microcontroller board based on the ATmega32u4 (datasheet). It has 20 digital input/output pins (of which 7 can be used as PWM outputs and 12 as analog inputs), a 16 MHz crystal oscillator, a micro USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

[OVERVIEW](#) [TECH SPECS](#) [DOCUMENTATION](#)

The **Arduino Leonardo** is a microcontroller board based on the ATmega32u4 (datasheet). It has 20 digital input/output pins (of which 7 can be used as PWM outputs and 12 as analog inputs), a 16 MHz crystal oscillator, a micro USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Leonardo differs from all preceding boards in that the ATmega32u4 has built-in USB communication, eliminating the need for a secondary processor. This allows the Leonardo to appear to a connected computer as a mouse and keyboard, in addition to a virtual (CDC) serial / COM port. It also has other implications for the behavior of the board; these are detailed on the [getting started](#) page.

Getting Started

You can find in the [Getting Started](#) section all the information you need to configure your board, use the [Arduino Software \(IDE\)](#), and start linker with coding and electronics.

OVERVIEW

TECH SPECS

DOCUMENTATION

Microcontroller	ATmega32u4
Operating Voltage	5V
Input Voltage (Recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	20
PWM Channels	7
Analog Input Channels	12
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega32u4) of which 4 KB used by bootloader
SRAM	2.5 KB (ATmega32u4)
EEPROM	1 KB (ATmega32u4)
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.3 mm
Weight	20 g

ANEXO K - XBee®/XBee-PRO® RF Modules

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	
<p>Long Range Data Integrity</p> <p>XBee</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>XBee-PRO</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>RF Data Rate: 250,000 bps</p> <p>Advanced Networking & Security</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>Low Power</p> <p>XBee</p> <ul style="list-style-type: none"> • TX Peak Current: 45 mA (@3.3 V) • RX Current: 50 mA (@3.3 V) • Power-down Current: < 10 µA <p>XBee-PRO</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 µA <p>ADC and I/O line support</p> <ul style="list-style-type: none"> Analog-to-digital conversion, Digital I/O I/O Line Passing <p>Easy-to-Use</p> <ul style="list-style-type: none"> 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

BD (Interface Data Rate) Command

<Serial Interfacing> The BD command is used to set and read the serial interface data rate used between the RF module and host. This parameter determines the rate at which serial data is sent to the module from the host. Modified interface data rates do not take effect until the CN (Exit AT Command Mode) command is issued and the system returns the 'OK' response.

When parameters 0-7 are sent to the module, the respective interface data rates are used (as shown in the table on the right).

The RF data rate is not affected by the BD parameter. If the interface data rate is set higher than the RF data rate, a flow control configuration may need to be implemented.

Non-standard Interface Data Rates:

Any value above 0x07 will be interpreted as an actual baud rate. When a value above 0x07 is sent, the closest interface data rate represented by the number is stored in the BD register. For example, a rate of 19200 bps can be set by sending the following command line "ATBD4B00". NOTE: When using Digi's X-CTU Software, non-standard interface data rates can only be set and read using the X-CTU 'Terminal' tab. Non-standard rates are not accessible through the 'Modem Configuration' tab.

When the BD command is sent with a non-standard interface data rate, the UART will adjust to accommodate the requested interface rate. In most cases, the clock resolution will cause the stored BD parameter to vary from the parameter that was sent (refer to the table below). Reading the BD command (send "ATBD" command without an associated parameter value) will return the value actually stored in the module's BD register.

Parameters Sent Versus Parameters Stored

BD Parameter Sent (HEX)	Interface Data Rate (bps)	BD Parameter Stored (HEX)
0	1200	0
4	19,200	4
7	115,200*	7
12C	300	12B
1C200	115,200	1B207

* The 115,200 baud rate setting is actually at 111,111 baud (-3.5% target UART speed).

AT Command: ATBD

Parameter Range: 0 - 7 (standard rates)
0x80-0x3D090 (non-standard rates up to 250 Kbps)

Parameter	Configuration (bps)
0	1200
1	2400
2	4800
3	9600
4	19200
5	38400
6	57600
7	115200

Default Parameter Value: 3