



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

“Trabajo de grado a la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas y  
Computación”

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Titulo del Proyecto

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO  
UTILIZANDO TECNOLOGÍA INALÁMBRICA CONTROLADA POR  
VOZ DIRIGIDO A PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES DE  
RIOBAMBA**

Autores: Villagómez Murillo Evelyn Cristina

Muñoz Valdivieso Pablo Alejandro

Tutor: Ingeniero Fabián Gunsha

Riobamba-Ecuador

2013

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas y Computación” con el tema “**Diseño e implementación de un sistema domótico utilizando tecnología inalámbrica controlada por voz dirigido a personas con capacidades especiales de Riobamba**” elaborado por Villagómez Murillo Evelyn Cristina y Muñoz Valdivieso Pablo Alejandro, el mismo que ha sido revisado y analizado en un cien por ciento con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo cual se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad

Riobamba, 15 de Marzo de 2013.

Ing. Fabián Gunsha

**Director de Tesis**

## CALIFICACIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **Diseño e implementación de un sistema domótico utilizando tecnología inalámbrica controlada por voz dirigido a personas con capacidades especiales de Riobamba**, presentado por: Evelyn Cristina Villagómez Murillo y Pablo Alejandro Muñoz Valdivieso dirigida por: Ingeniero Fabián Gunsha.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional De Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ingeniero Aníbal Llanga

**Presidente del Tribunal**

-----

**Firma**

Ingeniero Fabián Gunsha

**Director del Proyecto de grado**

-----

**Firma**

Ingeniero Geovanny Cuzco

**Miembro del Tribunal**

-----

**Firma**

**NOTA:** -----

-----/10

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Evelyn Cristina Villagómez Murillo y Pablo Alejandro Muñoz Valdivieso, al Ingeniero Fabián Gunsha, al Ingeniero Aníbal Llanga y al Ing. Geovanny Cuzco, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas, para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida. A toda mi familia en general y de manera especial a mí Esposo por ser la persona y compañero que me da la fuerza para salir adelante y ser una profesional.

Evelyn

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial a mi madre por ser la persona que me ha acompañado toda mi vida. A mi esposa quien ha velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional, a mis hijos, que son el motivo y la razón que me ha llevado a seguir superándome día a día.

Pablo

No puede faltar el agradecimiento ferviente a la Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Sistemas y Computación, a mis maestros que participaron en nuestra formación profesional, y un agradecimiento especial al Ing. Fabián Gunsha que sin interés alguno estuvo siempre guiándonos y brindándonos la confianza necesaria para realizar con éxito esta tesis.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por la vida que cada día nos da, y la oportunidad de estudiar y alcanzar una meta mas en mi vida por todos los objetivos alcanzados, en segundo lugar a mi familia y de manera muy especial a mi esposo que me apoyado incondicionalmente para poder alcanzar la objetivos planteados.

### **Evelyn**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día mas. A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de mi vida. A mi esposa quien ha velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional.

A mis hijos, que son el motivo y la razón que me ha llevado a seguir superándome día a día ,dándome esa motivación especial para culminar esta meta. A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

### **Pablo**

## INDICE GENERAL

<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>ii</b>
<b>CALIFICACIÓN .....</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>SUMARY .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>16</b>
<b>PROBLEMATIZACIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 ANÁLISIS CRÍTICO .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 PROGNOSIS .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>1.5 DELIMITACIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>1.6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>1.7 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
1.7.1 General .....	18
1.7.2 Específico .....	18
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>19</b>
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES DEL TEMA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 MICROCONTROLADORES .....</b>	<b>19</b>
<u>2.2.1</u> Introducción .....	19
<b>2.2.2 Gama de los microcontroladores.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 Características Generales del microcontrolador 16F628A .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4 Diagrama De Bloques Del PIC 16f628a .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.5 Pines de entrada y salida .....</b>	<b>25</b>
<u>2.2.6</u> Aplicaciones De Los Microcontroladores .....	26

<b>2.3</b>	<b>TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN INALAMBRICA .....</b>	<b>27</b>
2.3.1	Introducción .....	27
2.3.2	TECNOLOGIA ZIGBEE.....	28
2.3.3	Arquitectura Zigbee.....	29
2.3.4	Topología de la tecnología Zigbee .....	30
2.3.5	Características de la tecnología Zigbee.....	30
2.3.6	Comparación con otras Tecnologías Inalámbricas.....	31
2.3.7	Ventajas y desventajas para la tecnología Zigbee.....	33
2.3.8	Aplicación Zigbee.....	34
<b>2.4</b>	<b>RECONOCEDOR DE VOZ (VRBOT) .....</b>	<b>37</b>
2.4.1	VRBOT .....	38
2.4.2	Características del Reconocedor de Voz.....	39
2.4.3	Componentes de un Reconocedor de voz.....	40
2.4.4	Aplicaciones del Reconocedor de Voz .....	40
<b>2.5</b>	<b>FABRICACION DE LAS PLACAS POR EL METODO.....</b>	<b>41</b>
	<b>FOTOTERMICO .....</b>	<b>41</b>
2.5.1	Preparación de la placa .....	41
2.5.2	Grabado de la placa .....	43
2.5.3	Retocando el grabado .....	44
2.5.4	Lavado de la placa .....	45
2.5.5	Montaje de componentes.....	47
	<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>48</b>
	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>48</b>
<b>3</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1</b>	<b>DIÑO DE LA INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>48</b>
3.1.1	MÉTODO CIENTÍFICO .....	48
3.1.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	49
3.1.3	HIPÓTESIS .....	49
3.1.4	VARIABLES .....	49
	VARIABLE DEPENDIENTE .....	49
	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	49
3.1.5	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	50

<b>3.2 PROCEDIMIENTOS .....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.1 SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DEL SISTEMA DOMÓTICO .....</b>	<b>51</b>
3.2.1.1. Reconocedor de Voz .....	51
3.2.1.2 Modulo Xbee .....	51
3.2.1.3 Microcontrolador 16F628A .....	51
<b>3.2.2 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA DOMÓTICO.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.2.1 DISEÑO DEL CIRCUITO TRASMISOR.....</b>	<b>53</b>
3.2.2.1.1 Fuentes de alimentación de circuito transmisor .....	53
3.2.2.1.2 Circuito de control con el 16f628a del transmisor.....	54
3.2.2.1.3 Circuito de modulo Xbee .....	55
3.2.2.1.4 Circuito del Reconocedor de Voz.....	56
3.2.2.1.5 Funcionamiento de los circuitos transmisor .....	57
3.2.2.1.6 Descripción del Programa del microcontrolador del circuito .	57
<u>Transmisor</u> .....	57
3.2.2.1.7 Flujograma de circuito transmisor .....	58
<b>3.2.2.2 DISEÑO DEL CIRCUITO RECEPTOR (CONTROL .....</b>	<b>59</b>
3.2.2.2.1 Circuito de control con el 16f628a del receptor (control .....	59
3.2.2.2.2 Circuito de conmutación.....	60
3.2.2.2.3 Descripción del circuito de control remoto .....	61
3.2.2.2.4 Funcionamiento del Programa Receptor del control remoto ..	61
3.2.2.2.5 Flujograma del circuito receptor (control remoto) .....	62
<b>3.2.2.3 DISEÑO DEL CIRCUITO RECEPTOR (FOCO Y PUERTA)..</b>	<b>63</b>
3.2.2.3.1 Circuito de control con el 16f628a del receptor (foco y puerta)	64
3.2.2.3.2 Circuito de conmutación de relé .....	64
3.2.2.3.3 Descripción del circuito del foco y puerta .....	65
3.2.2.3.4 Funcionamiento del Programa para el circuito del foco y puerta.....	65
3.2.2.3.5 Flujograma del circuito receptor (foco y puerta) .....	66
<b>3.2.3 ELABORACIÓN DE LAS PLACAS.....</b>	<b>67</b>
3.2.3.1 Diseño de la placa Del Circuito Transmisor .....	67
3.2.3.2 Diseño de la placa del control remoto.....	68
3.2.3.3 Diseño de la placa del foco y puerta.....	69
<b>3.3 PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>70</b>
3.3.1 Análisis del Sistema .....	70

<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1 CONCLUSIONES: .....</b>	<b>71</b>
<b>4.2 RECOMENDACIONES: .....</b>	<b>72</b>
<b>7.1 BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura. 1 Diagrama de pines .....	24
Figura. 2 Diagrama de bloques .....	24
Figura. 3 Aplicación de los microcontroladores .....	27
Figura. 4 Arquitectura .....	29
Figura. 5 Capas de la Arquitectura.....	29
Figura. 6 Topología inalámbrica Zigbee .....	30
Figura. 7 Zigbee vs Bluetooth.....	32
Figura. 8 Aplicación de la tecnología inalámbrica Zigbee .....	34
Figura. 9 Módulos .....	35
Figura. 10 Modulo Vrobot .....	39
Figura. 11 Diseño de la placa .....	41
Figura. 12 Corte de la placa .....	42
Figura. 13 Lijar la Placa .....	42
Figura. 14 Sumergir la Placa .....	42
Figura. 15 Limpieza de la placa .....	43
Figura. 16 Grabado en la placa .....	43
Figura. 17 Reposo de la placa .....	44
Figura. 18 Retocado de la placa .....	45
Figura. 19 Materiales .....	45
Figura. 20 Lavado de la placa .....	46
Figura. 21 Finalización de la placa .....	46
Figura. 22 Montaje de elementos .....	47
Figura. 23 a) Circuito Transmisor                    b) Circuito receptor; control remoto c) Circuito Receptor foco y puerta. ....	52
Figura. 24 Fuentes de alimentación .....	53
Figura. 25 Fuentes de alimentación .....	54
Figura. 26 Circuito de Control Transmisor.....	55
Figura. 27 Conversión de 5VDC a 3.3VDC comunicación UART .....	55
Figura. 28 Circuito de control Xbee.....	56
Figura. 29 Circuito Reconocedor de voz.....	56
Figura. 30 Flujograma del Circuito.....	58
Figura. 31 Circuito de control Receptor (control remoto) .....	60
Figura. 32 Circuito de conmutación.....	60
Figura. 33 Flujograma del Circuito Receptor .....	62
Figura. 34 Circuito de control receptor (foco y puerta) .....	64
Figura. 35 Conmutación de relé.....	64
Figura. 36 Flujograma del Circuito Receptor Foco y Puerta .....	66
Figura. 37 Circuito Impreso .....	67
Figura. 38 Circuito en 3d .....	67
Figura. 39 Circuito Impreso .....	68
Figura. 40 Circuito en 3d .....	68
Figura. 41 Circuito Impreso .....	69
Figura. 42 Circuito en 3d .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gama de los Microcontroladores .....	22
Tabla 2. Características de los Microcontroladores .....	23
Tabla 3. Comparación de tecnologías inalámbricas.....	32
Tabla 4. Ventajas y Desventajas de la tecnología Zigbee.....	33
Tabla 5. Elementos del circuito trasmisor.....	53
Tabla 6. Instrucciones .....	58
Tabla 7. Elementos del circuito Receptor .....	59
Tabla 8. Funcionamiento del programa Receptor .....	61
Tabla 9. Elementos del circuito Receptor Foco y Puerta.....	63
Tabla 10. Instrucciones del circuito foco y puerta .....	65
Tabla 11 Comandos de voz.....	70
Tabla 12 Resultados de los intentos realizados.....	70
Tabla 13 Resultados Generales .....	71

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo el Diseño e implementación de un sistema domótico utilizando tecnología inalámbrica controlada por voz dirigido a personas con capacidades especiales de Riobamba.

En el diseño del sistema seleccionamos un dispositivo reconocedor de voz llamado Vrobot, el módulo Xbee para la comunicación inalámbrica y el microcontrolador 16F628A que controla el circuito transmisor y los circuitos receptores.

En la implementación se utilizan tres circuitos: el circuito transmisor que controla cada acción activada por comandos de voz y utilizando tecnología Zigbee transmitiendo los datos hacia los circuitos receptores para el control de encendido/apagado de un foco, on /off de una puerta y el control remoto de TV.

Las pruebas de funcionamiento del sistema implementado se realizo en dos etapas la primera con comandos de voz en inglés y la segunda con comandos de voz en español. Concluyendo que el reconocimiento de voz es correcto al utilizar palabras fonéticamente diferentes y de la misma persona para evitar confusión en los comandos además la transmisión inalámbrica y el funcionamiento óptimo de los módulos receptores está limitado por la eficiencia del módulo de voz.

## SUMMARY

This work has the objective of design and implement a wireless home automation system controlled using voice aimed at people with special abilities of Riobamba. In the design of the system is selected the voice recognizer Vrobot device, the module for wireless communication Xbee and 16F628A microcontroller that controls the transmitter circuit and the receiver circuits.

The implementation uses three circuits: the transmitter circuit that controls every action voice-activated commands and using technology to transmit data Zigbee receiver circuits for controlling on / off of a focus, on / off and a door TV remote control.

Performance tests of the implemented system were performed in two stages with the first voice commands in English and the second with voice commands in Spanish. Concluding that speech recognition is correct to use words phonetically different and the same person to avoid further confusion in commands wireless transmission and optimal performance of receiver modules is limited by the efficiency of the voice module.

## **INTRODUCCIÓN**

Hace unos años la domótica era privilegiada para grandes edificios y construcciones privando a las viviendas y a las personas de la automatización y control centralizado y/o remoto de aparatos y sistemas eléctricos y electro-técnicos que proporcionan confort, cuidado personal, comunicación, ahorro de energía y administración.

Gracias al avance de la tecnología podríamos definirla ahora como un sistema dentro de la información con un gran potencial para ayudar a las personas con discapacidad que deben tener la oportunidad de vivir como todo el mundo y de trabajar independientemente sin el cuidado de familiares o instituciones.

Este proyecto de tesis ha sido diseñado con el objetivo de brindar a las personas con capacidades especiales de la ciudad de Riobamba una herramienta para que puedan realizar de manera más fácil las actividades que se les presenta en su vida cotidiana.

El primer capítulo, presenta la problemática de estudio, análisis crítico, prognosis, justificando la importancia del tema a través de la síntesis.

En el segundo capítulo están los antecedentes del tema y la investigación bibliográfica más relevante en relación al diseño e implementación del sistema domótico utilizando tecnología inalámbrica zigbee controlada por comandos de voz.

Dentro del tercer capítulo es la metodología utilizada, diseño de la investigación de las variables, comprobación de hipótesis a través del procedimiento y análisis de resultados que permite establecer conclusiones y recomendaciones del proyecto.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMATIZACIÓN**

### **1.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad existen sistemas domóticos que facilitan el diario vivir y pocas cubren las necesidades de personas con capacidad especiales a un precio elevado, permitiendo la creación de circuitos electrónicos que cubren las necesidades básicas de personas que solo han perdido sus habilidades motrices a un bajo precio y de fácil instalación.

La solución técnica consiste en crear un sistema domótico inalámbrico controlado por comandos de voz, que permitirán mejorar el nivel de vida y una mayor autonomía dentro del hogar, para personas con deficiencia física.

### **1.2 ANÁLISIS CRÍTICO**

La mayoría de los sistemas domóticos que existen en el mercado poseen pantallas táctiles, comunicación vía cable, que dificultan la instalación en estructuras establecidas y el manejo para personas con capacidades especiales, permitiendo la construcción e innovación de un sistema domótico inalámbrico controlado por comando de voz para personas con deficiencia física.

### **1.3 PROGNOSIS**

El sistema domótico inalámbrico deberá tener el mejoramiento de filtros para evitar la intromisión de otro tipo de redes inalámbricas y además los algoritmos de codificación de voz deberán mejorarse para tener mayor alcance de la persona que ejecuta la instrucción.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La domótica permite la automatización de sistemas con el cual podemos controlar funciones como el apagado general de las luces de la vivienda (iluminación), abrir y cerrar puertas, control de aparatos eléctricos para entretenimiento, entre otras actividades domésticas diarias. Añadiéndole como valor agregado poder controlar el sistema a través de comandos de voz con una tecnología que consiga realizar un uso privado de una red inalámbrica, proporcionando mejorar el tiempo y costo de instalación de este tipo de sistemas, así como el confort al estilo de vida de las personas con capacidades especiales poco atendidas en todo ámbito de manera concreta en la ciudad de Riobamba.

## **1.5 DELIMITACIÓN**

El Diseño e implementación de un sistema domótico utilizando tecnología inalámbrica controlada por voz está limitada en su desarrollo tecnológico por la falta de dispositivos reproductores de voz así como módulos de comunicación inalámbrica en nuestro país.

Otro aspecto importante son las personas con capacidades especiales que deberán tener una “Expresión oral clara”

## **1.6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo diseñar e implementar un sistema domótico utilizando tecnología inalámbrica controlada por comandos de voz, dirigido a personas con capacidades especiales?

## **1.7 OBJETIVOS**

### **1.7.1 General**

Diseñar e implementar un sistema domótico utilizando tecnología inalámbrica controlada por voz dirigido a personas con capacidades especiales de Riobamba.

### **1.7.2 Específico**

- Analizar el microcontrolador más adecuado para el desarrollo del sistema.
- Investigar los módulos para el reconocimiento de voz que se adapten al sistema.
- Analizar los módulos Zigbee existentes en el mercado que se ajusten al sistema.
- Implementar el sistema en una televisión, puerta y foco.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1 ANTECEDENTES DEL TEMA**

El desarrollo de sistemas controlados por comando de voz aplicados en domótica está en pleno desarrollo debido a las múltiples dificultades tales como variabilidad de sonidos, acústicos, lingüísticos, esto provoca que el reconocimiento automático del habla por parte de un circuito electrónico no sea un problema simple, los primeros modelos fueron desarrollados en PC dando inicio a múltiples algoritmos siendo los más destacados: modelos ocultos de Markov, y redes neuronales que permiten el desarrollo de aplicaciones en laptops, celulares y circuitos electrónicos pregrabados con palabras, que permiten el desarrollo de circuitos de control comandados por voz.

#### **2.2 MICROCONTROLADORES**

##### **2.2.1 Introducción**

Los microcontroladores están presentes en la mayoría de aplicaciones de la industria de la electrónica que permiten el funcionamiento de aparatos tan sencillos como microondas, tan complejos como automóviles y máquinas de uso industrial

El microcontrolador es un dispositivo electrónico programable diseñado de tal manera que todos los circuitos necesarios, que corresponde a los periféricos ya están integrados en un chip permitiendo realizar tareas que el usuario programe.

## **2.2.2 Gama de los microcontroladores**

El fabricante Microchip realiza una clasificación en gamas. Cada gama tiene características en común y que la distinguen de las demás.

### **2.2.2.1 La gama baja.**

La gama baja de los PIC encuadra nueve modelos fundamentales en la actualidad. La memoria de programa puede contener 512, 1K o 2K palabras de 12 bits, y ser de tipo ROM, OTP o EPROM.

La memoria de datos SRAM puede tener una capacidad comprendida entre 25 y 73 bytes. Sólo disponen de un temporizador (TMR0), un repertorio de 33 instrucciones y un número de terminales para soportar las E/S comprendido entre 12 y 20. Al no disponer de interrupciones, la pila sólo tiene dos niveles de profundidad.

El voltaje de alimentación admite un valor muy flexible comprendido entre 2 y 6,25 voltios, lo cual posibilita el funcionamiento mediante pilas corrientes teniendo en cuenta su bajo consumo, menos de 2 mA a 5 V y 4 MHz.

### **2.2.2.2 La gama media.**

En esta gama sus componentes añaden nuevas prestaciones a las que poseen los de la gama baja, haciéndoles más adecuados en las aplicaciones complejas. El repertorio es de 35 instrucciones y la longitud de las instrucciones es de 14 bits.

Admiten interrupciones, poseen comparadores de magnitudes analógicas, convertidores A/D, puertas serie y diversos temporizadores.

El temporizador TMR1 que dispone esta gama tiene un circuito oscilador que puede trabajar asíncronamente y que puede incrementarse aunque el microcontrolador se halle en el modo de reposo, posibilitando la implementación de un reloj en tiempo real.

Las líneas de E/S de la puerta B presentan unas resistencias de carga pull-up activadas por software.

### **2.2.2.3 La gama alta.**

En la actualidad, esta gama está formada principalmente por tres modelos cuyas características responden a microcontroladores de arquitectura abierta, pudiéndose expansionar hacia el exterior al poder sacar los buses de datos, direcciones y control.

Así se pueden configurar sistemas similares a los que utilizan los microprocesadores convencionales, siendo capaces de ampliar su configuración interna, añadiendo nuevos dispositivos de memoria y de E/S externas.

Esta facultad obliga a estos componentes a tener un elevado número de terminales comprendido entre 40 y 44.

Admiten interrupciones, poseen puerto serie, varios temporizadores y mayores capacidades de memoria, que alcanza los 8K palabras en la memoria de instrucciones y 454 bytes en la memoria de datos. El formato de las instrucciones es de 16 bits y la pila dispone de 16 niveles de profundidad.

El repertorio es de 55 o 58 instrucciones según modelo. La frecuencia máxima de funcionamiento es de 25 MHz, con un ciclo de instrucción de 160ns.

En la tabla siguiente se exponen a grandes rasgos las características más importantes de las gamas baja, media y alta.

Tabla 1. Gama de los Microcontroladores

	Gama baja	Gama media	Gama alta
<b>Arquitectura</b>	Harvard / Cerrada	Harvard / Cerrada	Harvard / Abierta
<b>Procesador tipo</b>	8 bit / RISC	8 bit / RISC	8 bit / RISC
<b>Segmentación</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Máxima frecuencia</b>	20 Mhz (1)	20 Mhz (1)	25 Mhz (1)
<b>Repertorio instrucciones</b>	33	35	55 o 58
<b>Longitud instrucciones</b>	12 bits	14 bits	16 bits
<b>Tipo memoria ROM</b>	OTP, QTP, SQTP, EPROM	OTP, QTP, SQTP, EPROM, EEPROM, Flash	OTP, QTP, SQTP, EPROM
<b>Tamaño ROM</b>	512 - 2 k	512 - 4 k	2 k - 8 k
<b>Memoria datos SRAM</b>	24 - 73 bytes	31 - 192 bytes	232 - 454 bytes
<b>Memoria datos EEPROM</b>	No	64 bytes (1)	No
<b>Niveles de la pila</b>	2	8	16
<b>Encapsulado</b>	18, 20 o 28 pines	18, 28 o 40 pines	40 o 44 pines
<b>Protección fallo Vdd</b>	No	Sí (1)	Sí (1)
<b>Modo de reposo</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Interrupciones externas</b>	No	Sí	Sí
<b>Vectores de interrupción</b>	No	1	4
<b>Fuentes de interrupción</b>	0	Hasta 8	11
<b>Perro guardián</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Temporizadores</b>	1 de 8 bits	De 1 a 3 de 8 bits	4 de 8/16 bits
<b>Convertidor A/D</b>	No	Sí (1)	Sí (1)
<b>Módulo captura/comparación/PWM</b>	No	Sí (1)	Sí (1)
<b>Puerta serie</b>	No	Sí (1)	Sí (1)
<b>Puerta paralela esclava</b>	No	Sí (1)	Sí (1)
<b>Multiplicador hardware</b>	No	No	Sí
<b>Rango de tensión de alimentación</b>	2 a 6,25 V (1)	2 a 6 V (1)	4,5 a 5,5 V (1)
<b>Precio aproximado</b>	400 - 2.500 pts	750 - 5.900 pts	1.950 - 5.100 pts

### 2.2.3 Características Generales del microcontrolador 16F628A

Las principales características son:

**Tabla 2. Características de los Microcontroladores**

Memoria de programa(Flash)	2048 localizaciones de 14 Bits
Memoria RAM	224 Bytes
Memoria EEPROM	128 Bytes
Pines de E/S	16
Entradas analógicas ADC	No
Salidas PWM	2
SPI	No
I2C	No
USART	Si
Temporizadores de 8 bits	2
Temporizadores de 16 bits	1
Comparadores	2
Oscilador	Oscilador interno de 4MHz frecuencia máxima 20 MHz
Números de pines	18
Encapsulado	PDIP,SOIC,SSOP,QFN

### 2.2.4 Diagrama De Bloques Del PIC 16f628a

En las siguientes figuras se muestran, la organización interna del PIC a manera de bloques (figura 2) y el diagrama de pines (figura 1), para tener una visión conjunta del interior del chip.

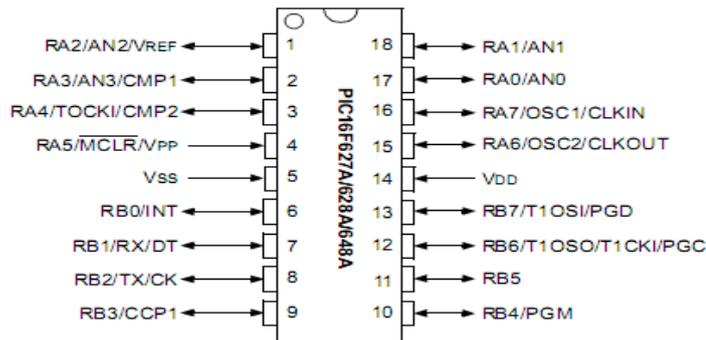


Figura. 1 Diagrama de pines

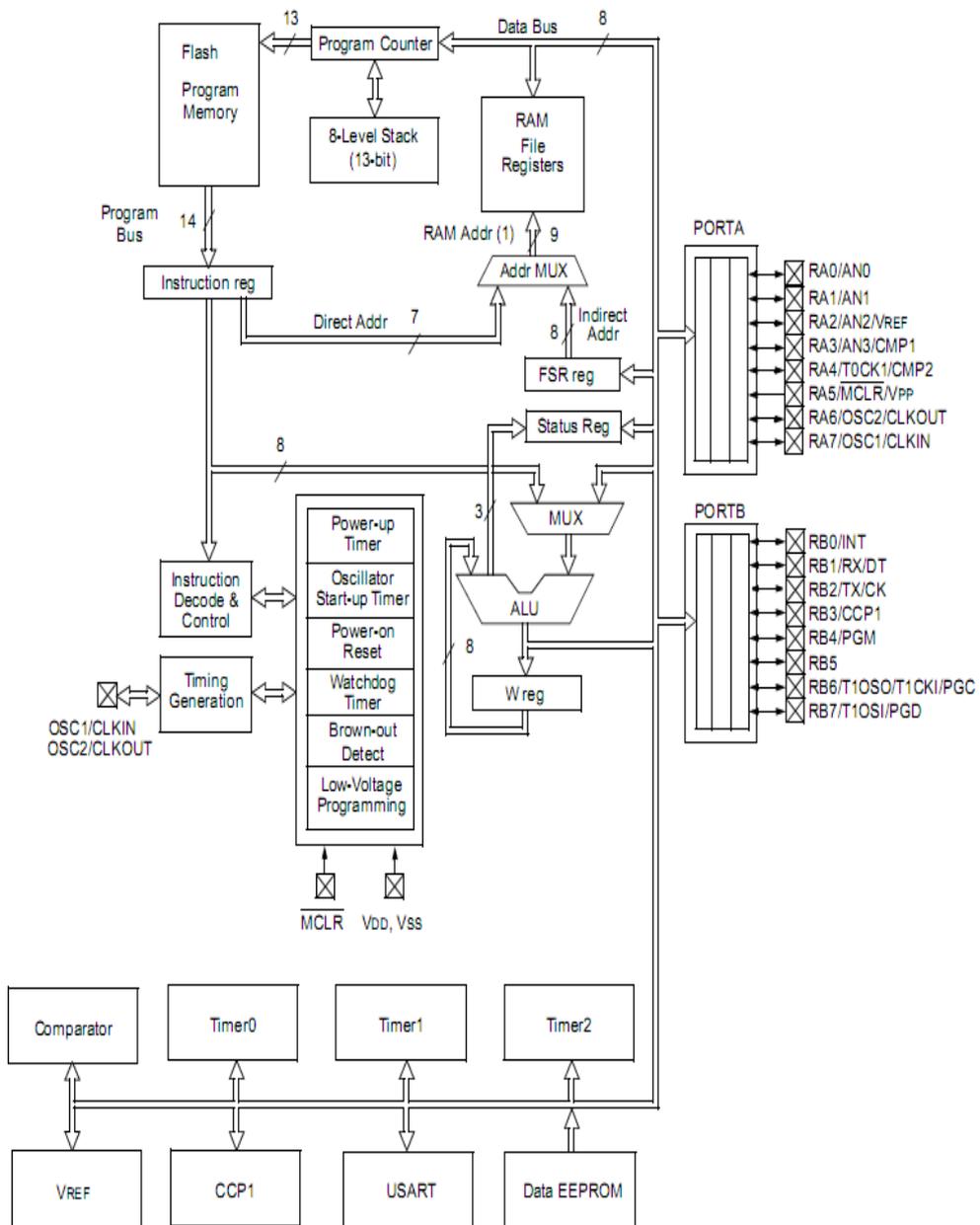


Figura. 2 Diagrama de bloques

## 2.2.5 Pines de entrada y salida

### **PORTA: RA0-RA7**

- Los pines RA0-RA4 Y RA6-7 son bidireccionales y manejan señales TTL
- El pin RA5 es una entrada Schimit Trigger que sirve también para entrar en el modo de programación cuando se aplica una tensión igual a  $V_{pp}(13,4V_{\text{minimo}})$
- El terminal RA4 puede configurarse como reloj de entrada para el contador TIMR0
- Los pines RA0-RA3 (AN0-AN3) sirve de entrada para el comparador analógico, además RA3/CMP1 salida del comparador 1, RA4/CMP2 salida de comparador.

### **PORTB: RB0-RB7**

- Los pines RB0-RB7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- Por software se pueden activar las resistencias de pull-up internas, que evitan el uso de resistencias externas en caso de que los terminales se utilicen como entrada (permite, en algunos casos, reducir el número de componentes externos).
- El pin RB1/ RX pin de recepción USART
- El pin RB2/TX pin de transmisión USART
- El pin RB3/ CCP1 captura, comparación, PWM
- El pin RB0 se puede utilizar como entrada de pulsos para provocar una interrupción externa.
- Los pines RB4-RB7 están diseñados para detectar una interrupción por cambio de estado.

### **OTROS PINES:**

**VDD:** Pin de alimentación positiva de 2 a 5,5 VCC.

**VSS:** Pin de alimentación negativa. Se conecta a tierra o a 0VCC.

**MCLR:** Máster clear (Reset). Si el nivel lógico de este terminal es bajo (0Vcc), el microcontrolador permanece inactivo. El Reset se controla mediante la palabra de configuración del PIC

**OSC1/CLKIN:** entrada de oscilador externo

**OSC2/CLKOUT:** Salida del oscilador. El PIC 16F628A dependiendo de cómo se configure puede proporcionar una salida de reloj por medio de este pin.

Este pic puede ser operado en ocho diferentes modos de oscilador:

- RC Oscilador con resistencia y condensador(2 modos)
- XT cristal de cuarzo
- HS cristal de alta velocidad
- LP cristal de baja frecuencia y bajo consumo de potencia
- INTOSC, oscilador interno de presión de 4mhz (2 modos)
- EC, señal externa de entrada de reloj

## 2.2.6 Aplicaciones De Los Microcontroladores

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y costo, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo de corriente.

### **Campo de aplicación de los microcontroladores**

#### **Aparatos electrodomésticos:**

Microondas, refrigeradores, hornos, TV, reproductores y grabadores de CD y DVD, equipos de sonidos teléfonos etc.

#### **Equipos de Computo:**

Impresoras, módems, unidades de disco, ratones, teclados etc.



### 2.3.2 TECNOLOGÍA ZIGBEE

ZigBee es un protocolo de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de **bajo consumo**, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal area network WPAN). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías. En principio, el ámbito donde se prevé que esta tecnología cubre más fuerza es en domótica.

#### **Las características que lo diferencian de otras tecnologías inalámbricas:**

- bajo consumo
- topología de red en malla
- fácil integración

Las redes ZigBee comprenden una amplia variedad de aplicaciones. En la actualidad un gran número de las compañías que forman parte de la ZigBee Alliance se encuentran desarrollando productos que van desde electrodomésticos hasta teléfonos celulares, impulsando el área que más les interesa.

Hay que tener en cuenta que ZigBee está diseñado para aplicaciones que transmiten unos cuantos bytes esporádicamente, que es el caso de una aplicación para automatizar el hogar (domótica). Al usar esta tecnología no habría la necesidad de cablear los interruptores, los cuales podrían ser cambiados de un lugar a otro con plena libertad, pudiendo por ejemplo, prender o apagar las luces de tu casa a través de Internet o utilizando tu teléfono celular en cualquier momento.

### 2.3.3 Arquitectura Zigbee

La estructura de su arquitectura por capas:

Las primeras dos capas (la física y la de acceso al medio MAC) siguen las normas especificadas en el estándar IEEE 802.15.4, mientras que las capas superiores son definidas por la Alianza ZigBee y corresponden a las capas de red y de aplicación.

El nivel de red tiene como objetivo leer los datos provenientes del nivel de acceso al medio, empaquetarlos y traspasarlos correctamente al nivel superior, en ese proceso van implícitos operaciones de control y enrutamiento.

Dentro de las operaciones de control se encuentran la correcta configuración de nuevos nodos de la red y el establecimiento de nuevas redes. Además, esta entidad identifica nuevos routers y vecinos, asociándolos o no a la red dependiendo de su configuración.

Los dispositivos receptores también son detectados, lo que hace posible una comunicación directa a sincronizada a nivel MAC. En cuanto al enrutamiento, este nivel identifica la topología de la red y realiza el correspondiente ruteo de los datos, para luego entregárselos al nivel de aplicación.

La capa GOF es la encargada de manejar los modos de direccionamientos, el subdireccionamiento, la descripción del dispositivo, el tipo de dispositivo, la potencia, el modo de dormir, la seguridad y formatos de datos que son utilizados para construir comandos y sus respectivas respuestas. Finalmente, la capa de aplicación se encarga de “conectar” al usuario final con el nodo ZigBee.

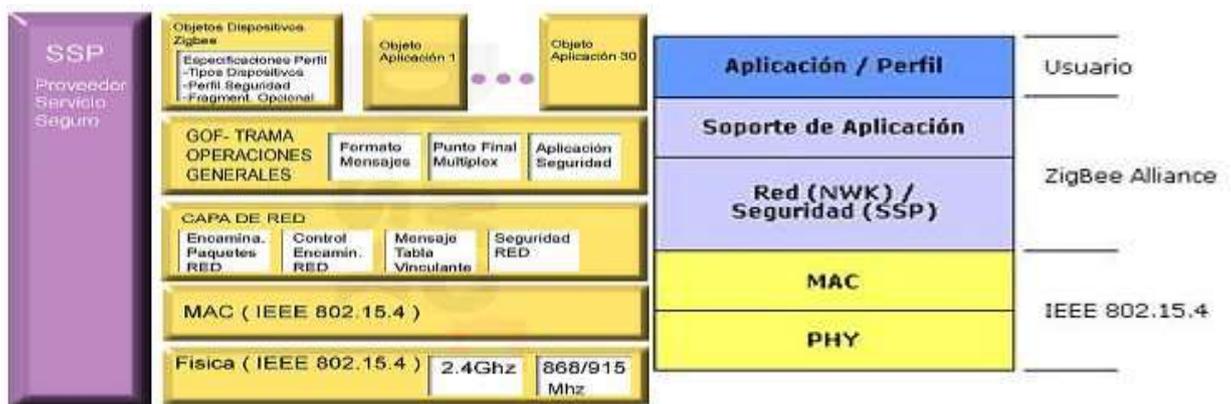


Figura. 4 Arquitectura

Figura. 5 Capas de la Arquitectura

### 2.3.4 Topología de la tecnología Zigbee

En ZigBee existen tres tipos de topologías: estrella, árbol, y en red mallada:

- Topología en estrella: el coordinador se sitúa en el centro.
- Topología en árbol: el coordinador será la raíz del árbol.
- Topología de malla: al menos uno de los nodos tendrá más de dos conexiones.

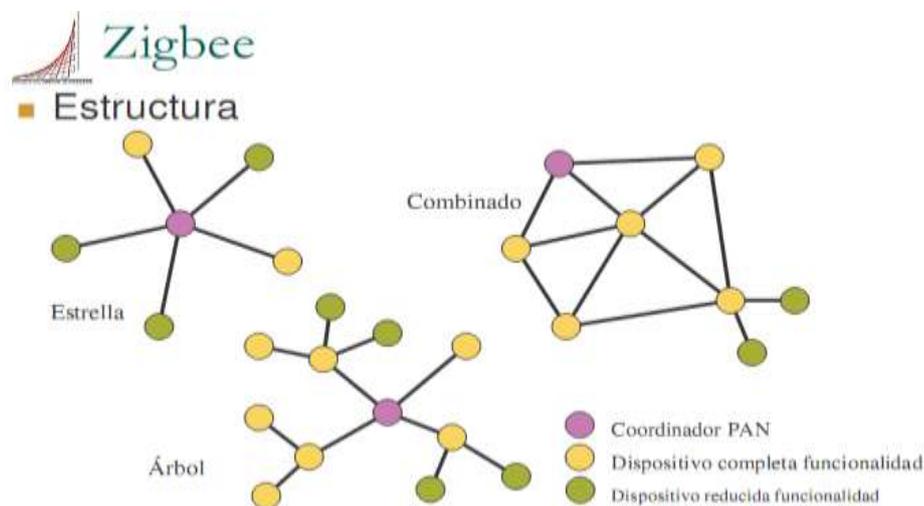


Figura. 6 Topología inalámbrica Zigbee

### 2.3.5 Características de la tecnología Zigbee

- **Velocidad:** ZigBee, también conocido como "HomeRF Lite", es una tecnología inalámbrica con velocidades comprendidas entre 20 kB/s y 250 kB/s.
- **Rangos de alcance:** Los rangos de alcance son de 10 m a 75 m. Puede usar las bandas libres ISM (6) de 2,4 GHz (Mundial), 868 MHz (Europa) y 915 MHz (EEUU).
- **Redes y nodos** Una red ZigBee puede estar formada por hasta 255 nodos los cuales tienen la mayor parte del tiempo el transceiver ZigBee dormido con objeto de consumir menos que otras tecnologías inalámbricas.

- **Durabilidad:** Un sensor equipado con un transceiver ZigBee pueda ser alimentado con dos pilas AA durante al menos 6 meses y hasta 2 años.
- **Diferentes tipos de topologías:** Estrella, punto a punto, malla, árbol.
- **Escalabilidad de red--** Un mejor soporte para las redes más grandes, ofreciendo más opciones de gestión, flexibilidad y desempeño.
- **Fragmentación** -- Nueva capacidad para dividir mensajes más largos y permitir la interacción con otros protocolos y sistemas.
- **Agilidad de frecuencia** -- Redes cambian los canales en forma dinámica en caso que ocurran interferencias.
- **Gestión automatizada de direcciones de dispositivos** - El conjunto fue optimizado para grandes redes con gestión de red agregada y herramientas de configuración.
- **Localización grupal** -- Ofrece una optimización adicional de tráfico necesaria para las grandes redes.
- **Puesta de servicio inalámbrico** -- El conjunto fue mejorado con capacidades seguras para poner en marcha el servicio inalámbrico.
- **Recolección centralizada de datos** -- El conjunto fue sintonizado específicamente para optimizar el flujo de información en las grandes redes.

### 2.3.6 Comparación con otras Tecnologías Inalámbricas

ZigBee es muy similar al Bluetooth pero con algunas diferencias:

- Una red ZigBee puede constar de un máximo de 65535 nodos distribuidos en subredes de 255 nodos, frente a los 8 máximos de una subred (Piconet) Bluetooth.
- Menor consumo eléctrico que el de Bluetooth. En términos exactos, ZigBee tiene un consumo de 30mA transmitiendo y de 3uA en reposo, frente a los 40mA transmitiendo y 0.2mA en reposo que tiene el Bluetooth.
- El menor consumo del sistema ZigBee es porque la mayor parte del tiempo está dormido, mientras que en una comunicación Bluetooth esto no se puede dar, y siempre se está transmitiendo y/o recibiendo.

- Tiene una velocidad de hasta 250 kbps, mientras que en Bluetooth es de hasta 1Mbps.
- Debido a las velocidades de cada uno, uno es más apropiado que el otro para ciertas cosas.



Figura. 7 Zigbee vs Bluetooth

Tabla 3. Comparación de tecnologías inalámbricas

Comparación de Tecnologías Inalámbricas			
	Wi-fi	Bluetooth	ZigBee
Bandas de Frecuencias	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz, 868 / 915 MHz
Tamaño de Pila	~ 1Mb	~ 1Mb	~ 20kb
Tasa de Transferencia	11Mbps	1Mbps	250kbps (2.4GHz) 40kbps (915MHz) 20kbps (868MHz)
Números de Canales	11 - - 14	79	16 (2.4GHz) 10 (915MHz) 1 (868MHz)
Tipos de Datos	Digital	Digital, Audio	Digital (Texto)
Rango de Nodos Internos	100m	10m - 100m	10m - 100m
Números de Dispositivos	32	8	255 / 65535
Requisitos de Alimentación	Media - Horas de Batería	Media - Días de Batería	Muy Baja - Años de Batería
Introducción al Mercado	Alta	Media	Baja

### 2.3.7 Ventajas y desventajas para la tecnología Zigbee

**Tabla 4. Ventajas y Desventajas de la tecnología Zigbee**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ideal para conexiones punto a punto y punto a multipunto</li><li>• Opera en la banda libre de ISM 2.4 GHz para conexiones inalámbricas.</li><li>• Óptimo para redes de baja tasa de transferencia de datos.</li><li>• Alojamiento de 16 bits a 64 bits de dirección extendida.</li><li>• Reduce tiempos de espera en el envío y recepción de paquetes.</li><li>• Detección de Energía (ED).</li><li>• Baja ciclo de trabajo - Proporciona larga duración de la batería.</li><li>• Soporte para múltiples topologías de red: Estática, dinámica, estrella y malla.</li><li>• Hasta 65.000 nodos en una red.</li><li>• 128-bit AES de cifrado - Provee conexiones seguras entre dispositivos.</li><li>• Son más baratos y de construcción más sencilla</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La tasa de transferencia es muy baja.</li><li>• Solo manipula textos pequeños comparados con otras tecnologías.</li><li>• Zigbee trabaja de manera que no puede ser compatible con Bluetooth en todos sus aspectos porque no llegan a tener las mismas tasas de transferencia, ni la misma capacidad de soporte para nodos.</li><li>• Tiene menor cobertura porque pertenece a redes inalámbricas de tipo WPAN.</li></ul>

### 2.3.8 Aplicación Zigbee

El estándar Zigbee puede ser empleado en diversos tipos de aplicaciones. Algunas de éstas están relacionadas abajo:

- ✓ Automatización y Control Predial (Seguridad, Control de Acceso e Iluminación);
- ✓ Control Industrial (gerenciamiento de activos, control de procesos, etc.);
- ✓ Periféricos para PC (Teclado, mouse y joystick);
- ✓ Control remoto de productos electrónicos;
- ✓ Automatización residencial y comercial;
- ✓ Salud Personal (Monitoreo de pacientes, Acompañamiento de Ejercicio Físico).
- ✓ Los sistemas de medición avanzada: Medidores de agua, luz y gas que forman parte de una red con otros dispositivos como displays ubicados dentro de las casas, que pueden monitorear el consumo de energía y no sólo eso, sino que también pueden interactuar con electrodomésticos o cualquier otro sistema eléctrico como bombas de agua o calefacción
- ✓ Rastreo de bienes, identificación vehicular que permite descargar información que ha recopilado por un periodo de tiempo determinado.



Figura. 8 Aplicación de la tecnología inalámbrica Zigbee

### 2.3.9 Modulo Xbee

Para agregar conectividad inalámbrica al sistema se analizaron distintos módulos Zigbee, y dentro de la gama de módulos se eligieron los módulos Xbee de MaxStream porque son económicos y fáciles de utilizar.

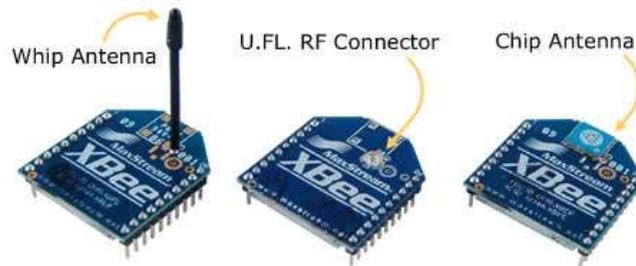


Figura. 9 Módulos

Los módulos Xbee proveen 2 formas amigables de comunicación:

- Transmisión serial transparente (modo AT) y
- Modo API

Los módulos Xbee pueden ser configurados desde el PC utilizando el programa X-CTU o bien desde un microcontrolador. Los Xbee pueden comunicarse en arquitecturas punto a punto, punto a multi punto o en una red mesh.

La elección del módulo XBee correcto pasa por escoger el tipo de antena (chip, alambre o conector SMA) y la potencia de transmisión (2mW para 300 pies o 60mW para hasta 1 milla)

**Algunas sus principales características son:**

- Buen Alcance: hasta 300ft (100 mts) en línea vista para los módulos Xbee y hasta 1 milla (1.6 Km) para los módulos Xbee Pro.
- 9 entradas/salidas con entradas analógicas y digitales.
- Bajo consumo <50mA cuando están en funcionamiento y <10uA cuando están en modo sleep.
- Interfaz serial.

- 65,000 direcciones para cada uno de los 16 canales disponibles. Se pueden tener muchos de estos dispositivos en una misma red.
- Fáciles de integrar.

La serie 1 está basada en el chipset Freescale y está pensado para ser utilizado en redes punto a punto y punto a multipunto. Los módulos de la serie 2 están basados en el chipset de Ember y están diseñados para ser utilizados en aplicaciones que requieren repetidores o una red mesh. Ambos módulos pueden ser utilizados en los modos AT y API.

## 2.4 RECONOCEDOR DE VOZ (VRBOT)

El Reconocimiento Automático del Habla (RAH) o Reconocimiento Automático de Voz es una parte de la Inteligencia Artificial que tiene como objetivo permitir la comunicación hablada entre seres humanos y computadoras electrónicas. El problema que se plantea en un sistema de RAH es el de hacer cooperar un conjunto de informaciones que provienen de diversas fuentes de conocimiento (acústica, fonética, fonológica, léxica, sintáctica, semántica y pragmática), en presencia de ambigüedades, incertidumbres y errores inevitables para llegar a obtener una interpretación aceptable del mensaje acústico recibido.

Un sistema de reconocimiento de voz es una herramienta computacional capaz de procesar la señal de voz emitida por el ser humano y reconocer la información contenida en ésta, convirtiéndola en texto o emitiendo órdenes que actúan sobre un proceso.

En su desarrollo intervienen diversas disciplinas, tales como: la fisiología, la acústica, el procesamiento de señales, la inteligencia artificial y la ciencia de la computación.

Uno de los campos de investigación actual más relevantes relacionados con la Informática es el reconocimiento de la voz para la comunicación directa del hombre con el ordenador, sin necesidad de transcribir la información a través de un teclado u otros soportes intermedios de información.

Usualmente los dispositivos de reconocimiento de la voz o de la palabra tratan de identificar fonemas o palabras dentro de un repertorio o vocabulario muy limitado. Un fonema es un sonido simple o unidad del lenguaje hablado.

Un sistema capaz de reconocer, supongamos, 7 palabras, lo que hace al detectar un sonido es extraer características o parámetros físicos inherentes a dicho sonido, y compararlos con los parámetros (previamente memorizados) de las 7 palabras que es capaz de reconocer.

Como resultado de la comparación, se identifica como correspondiente a una de las 7 palabras, se transmite a la memoria intermedia del dispositivo el código binario identificador de la palabra. Si el sonido no se identifica, se indica esta circunstancia al usuario (iluminándose una luz, por ejemplo) para que el usuario vuelva a emitir el sonido. Existen dos tipos de unidades de reconocimiento de la voz:

- **Dependientes del usuario:** En estos sistemas es necesario someter al dispositivo a un período de aprendizaje o programación, al cabo del cual puede reconocer ciertas palabras del usuario. En el período de aprendizaje el sistema retiene o memoriza las características o peculiaridades de los sonidos emitidos por el locutor, y que luego tendrá que identificar.
- **Independientes del usuario:** Estos sistemas están más difundidos, pero el vocabulario que reconocen suele ser muy limitado. Los parámetros de las palabras que identifican vienen ya memorizados al adquirir la unidad.

Son utilizados, por ejemplo, para definir el movimiento de cierto tipo de robots. En este caso el operador da verbalmente órdenes elegidas de un repertorio muy limitado, como puede ser: para, anda, arriba, abajo. La unidad cuando capta un sonido comprueba si corresponde a uno de los del repertorio.

En caso de identificación se transmite al ordenador central la información necesaria para la ejecución del programa que pone en marcha y controla la acción requerida.

#### **2.4.1 VRBOT**

Es un potente y asequible módulo para el reconocimiento de voz. Estas voces pueden estar predefinidas y grabadas internamente. son voces independientes del micrófono (SI). También puede grabar y reconocer voces definidas por el propio usuario y en cualquier idioma.

Las voces dependientes del micrófono (SD), han sido previamente “enseñadas” y grabadas en la memoria interna del módulo.



Figura. 10 Modulo Vrobot

#### 2.4.2 Características del Reconocedor de Voz

Las más relevantes:

- 23 comandos y voces pre-programados (SI) en: en inglés, italiano, japonés y alemán
- Hasta 32 comandos y sus voces definidas por el usuario (SD) en cualquier idioma
- Los comandos y voces SD se pueden organizar en hasta 16 grupos
- Se dispone de un interface gráfico de usuario (GUI) para Windows que permite una rápida familiarización con el uso del módulo.
- El módulo se puede conectar fácilmente con cualquier tipo de controlador mediante una sencilla comunicación serie.
- Dispone de un potente protocolo de comandos para el desarrollo de cualquier aplicación basada en el reconocimiento de voz.
- Alimentación de 3.3V a 5V

### **2.4.3 Componentes de un Reconocedor de voz**

Los elementos que integran un sistema reconocedor de voz son:

- El modelo acústico
- Modelo de lenguaje
- Modelo de pronunciación.

En el modelo acústico se encuentra la variabilidad acústica de una lengua. Este modelo recibe como entrada una señal acústica para extraer sus propiedades y posteriormente obtener un vector.

### **2.4.4 Aplicaciones del Reconocedor de Voz**

Son numerosas las posibles aplicaciones del módulo de reconocimiento VRbot. Algunas sugerencias:

- Sistemas de control de propósito general que se deseen gobernar mediante voz
- Automatización de aplicaciones en el ámbito doméstico
- Control de acceso por voz
- Sistemas robóticos controlados por voz

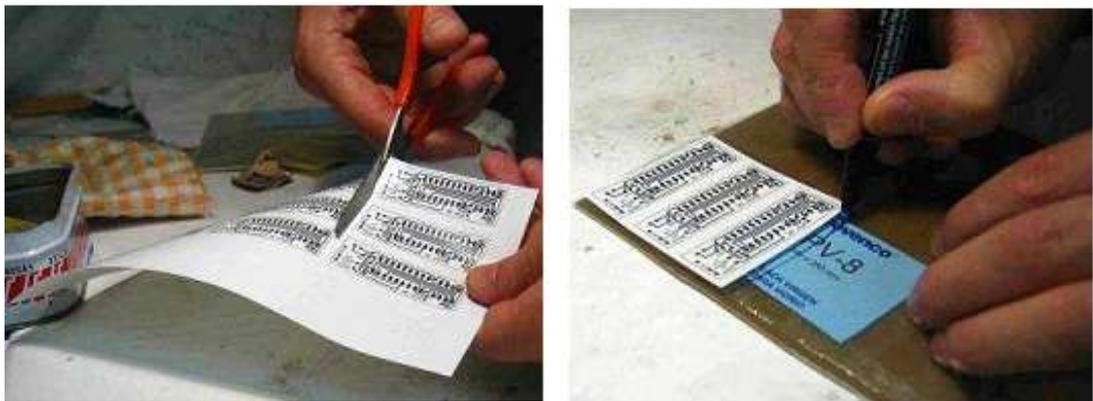
## 2.5 FABRICACION DE LAS PLACAS POR EL METODO FOTOTERMICO

Para el diseño de placas utilizamos los siguientes materiales:

- Papel fotográfico glossy
- Placa de circuito impreso (sierra y lija de grano medio)
- Una plancha
- Lija de metal fina
- Papel de cocina o un paño limpio
- Agua oxigenada
- Tijera, taladro, pinzas
- Un cepillo de dientes viejo

### PROCEDIMIENTOS

#### 2.5.1 Preparación de la placa



**Figura. 11** Diseño de la placa

- 1) Recortar el circuito impreso en una impresora láser.
- 2) Señalamos sobre la placa de circuito impreso la zona que posteriormente recortaremos con la sierra.



**Figura. 12 Corte de la placa**

3) Cortamos la placa guiándonos de las marcas.



**Figura. 13 Lijar la Placa**

- 4) Retiramos todos los residuos que han quedado del corte; utilizando la lija fina.
- 5) Limpiamos la placa de cobre con la lija fina procurando pulir bien toda la superficie y que tenga un aspecto brillante.



**Figura. 14 Sumergir la Placa**

- 6) Al acabar, mojar bien y secar con un paño limpio o un papel de cocina. Para eliminar bien todas impurezas que pudieran quedar sobre la placa, apoyamos esta sobre la mesa para untar unas gotas de alcohol isopropílico y limpiamos bien.



**Figura. 15 Limpieza de la placa**

A partir de ahora, no tocar el cobre de la placa con los dedos, si necesitamos cogerla, hacerlo cuidado por los bordes.

### **2.5.2 Grabado de la placa**

Terminada la fase de pulido y limpieza del cobre, pasamos ahora a la etapa de planchado, que fijará el tonner sobre la superficie de la placa.

- 1) Colocamos la hoja recortada al principio boca abajo sobre el cobre, centrada.



**Figura. 16 Grabado en la placa**

- 2) Colocar una tabla vieja debajo de la placa a continuación y con la plancha bien caliente -posición de algodón y sin vapor- empezar el planchado.

- 3) Al principio hacerlo con cuidado, sujetando el papel por un extremo y pasando la plancha por el otro.
- 4) Dejar la plancha un ratito encima, y después planchar con fuerza por toda la superficie.
- 5) Terminado el planchado, con unas pinzas colocar la placa en agua, dejar descansar durante un rato y después desprender cuidadosamente el papel.



**Figura. 17 Reposo de la placa**

### **2.5.3 Retocando el grabado**

- 1) Mojamos de nuevo la placa y con un cepillo de dientes húmedo frotamos la superficie. Si el tonner está bien fijado no se desprenderá.
- 2) Mover el cepillo en la dirección de las pistas. Secar y observar el resultado. No siempre el proceso sale a la perfección, como en la placa que estamos preparando. En ocasiones quedan algunos cortes entre pistas como en la placa de la izquierda.
- 3) Retocamos con el marcador para placas las pistas defectuosas.





**Figura. 18 Retocado de la placa**

#### **2.5.4 Lavado de la placa**

- 1) Realizamos la preparación del cloruro férrico utilizando una bolsita de cloruro diluida en agua caliente en un recipiente plástico. Es necesario tener precaución al verter el cloruro en el agua caliente.

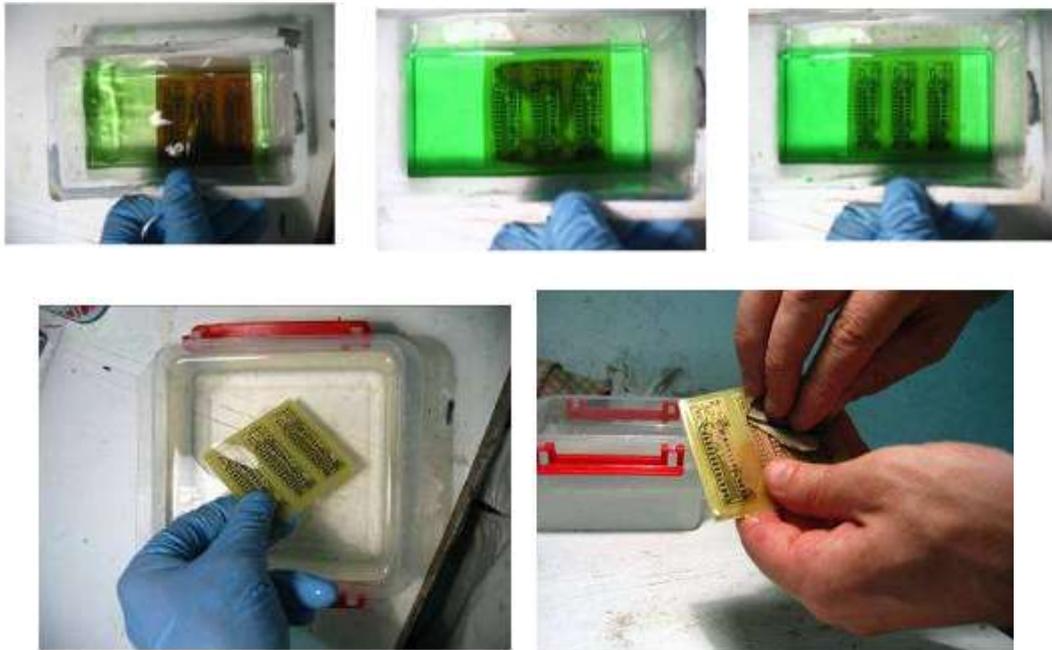
Tomar precauciones; realizar las operaciones siguientes en un lugar ventilado, ponerse mascarilla de filtro, guantes, una bata o ropa vieja y unas gafas plásticas.



**Figura. 19 Materiales**

- 2) Colocamos la placa y veremos como el conjunto toma una tonalidad verde, por efecto de la reacción química. Colocar el liquido hasta que la placa quede casi sumergida, para acelerar el proceso, y acabar antes, movemos con cuidado el recipiente, haciendo olas. Hacerlo despacio para que no desborde y no mojar la mesa.
- 3) Retiramos la placa y colocamos en un recipiente con agua limpia.

- 4) La misma lija usaremos para pulir el cobre, lija la placa. Veremos cómo se van descubriendo las pistas.



**Figura. 20 Lavado de la placa**

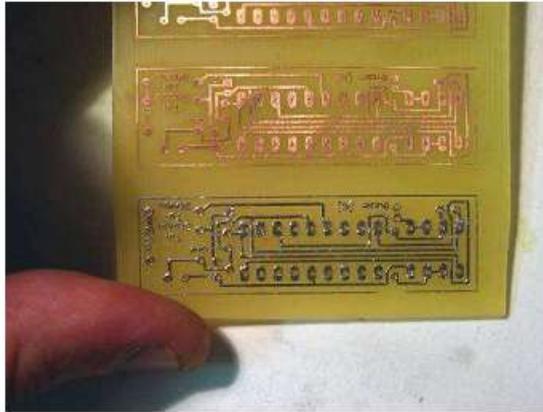
- 5) La placa está prácticamente lista; falta taladrarla.



**Figura. 21 Finalización de la placa**

### 2.5.5 Montaje de componentes

1) Preparamos los componentes, soldamos con cuidado, y probamos el montaje.



**Figura. 22 Montaje de elementos**

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3 TIPO DE ESTUDIO

La investigación dada sus características, esta detallada en la siguiente clasificación:

- **Por sus objetivos.** La investigación es aplicada, porque permite utilizar conocimientos teóricos del proceso investigativo relacionados con el tema e implementarlos en una vivienda o institución siendo de gran ayuda para personas con capacidades especiales.
- **Por su Propósito.** Permite adquirir conocimientos sobre la domótica y sus aplicaciones para el desarrollo del diseño del sistema.
- **Por el nivel.** La investigación es exploratoria, puesto que buscamos los dispositivos más adecuados para realizar el circuito que permitan obtener un óptimo desempeño en el diseño del sistema.

#### 3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El trabajo de la investigación, está orientada a través de una metodología participativa con la responsabilidad de cada miembro del equipo de investigación. El proceso a seguirse, los métodos y técnicas a utilizadas descritos a continuación:

##### 3.1.1 MÉTODO CIENTÍFICO

**Método Deductivo.-** sirve para diseñar e implementar un sistema domótico utilizando tecnología inalámbrica controlada por voz, analizando la domótica y sus aplicaciones, las redes de comunicación inalámbrica Zigbee, algoritmos de codificación y decodificación de voz y el microcontrolador para el desarrollo del sistema.

### **3.1.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

No existe población ni muestra porque es una tesis de tipo investigativo orientada a realizar una aplicación específica.

### **3.1.3 HIPÓTESIS**

El diseño e implementación del sistema Domótico basado en tecnología inalámbrica facilitará el control de dispositivos del hogar, a través de comandos de voz y ayudara al desenvolvimiento de personas con capacidades especiales.

### **3.1.4 VARIABLES**

#### **VARIABLE DEPENDIENTE**

El sistema domótico basado en tecnología inalámbrica.

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

El diseño e implementación a través de comandos de voz.

### 3.1.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 1: Operacionalización de variables**

<b>Variables</b>	<b>Tipo</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Sistema domótico basado en tecnología inalámbrica</b>	Dependiente	Es aquel que integra distintos componentes electrónicos que permiten controlar dispositivos eléctricos de manera inalámbrica, para mejorar la calidad de vida de las personas.	Sistema Integración, Control	Alcance Funcionalidad Confiabilidad Eficiencia Facilidad de Mantenimiento
<b>El diseño e implementación a través de comandos de voz</b>	Independiente	Es un circuito electrónico que a través de palabras claves permiten ejecutar instrucciones sean receptadas al sistema domótico con algoritmos o comandos de voz	Algoritmos Comandos de Voz	Seguridad Claridad Recepción de ordenes Ejecución de ordenes

## **3.2 PROCEDIMIENTOS**

### **3.2.1 SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DEL SISTEMA DOMÓTICO**

Los dispositivos fueron seleccionados por la versatilidad y por permitir el control con el microcontrolador a través de una conexión Usart.

#### **3.2.1.1. Reconocedor de Voz**

Analizando los distintos módulos para el reconocimiento de voces existentes en el mercado, seleccionamos el Vrbot por la versatilidad y tener palabras pregrabadas y también poder grabar nuevas palabras permitiendo el control con el microcontrolador descritos en el fundamento teórico.

#### **3.2.1.2 Modulo Xbee**

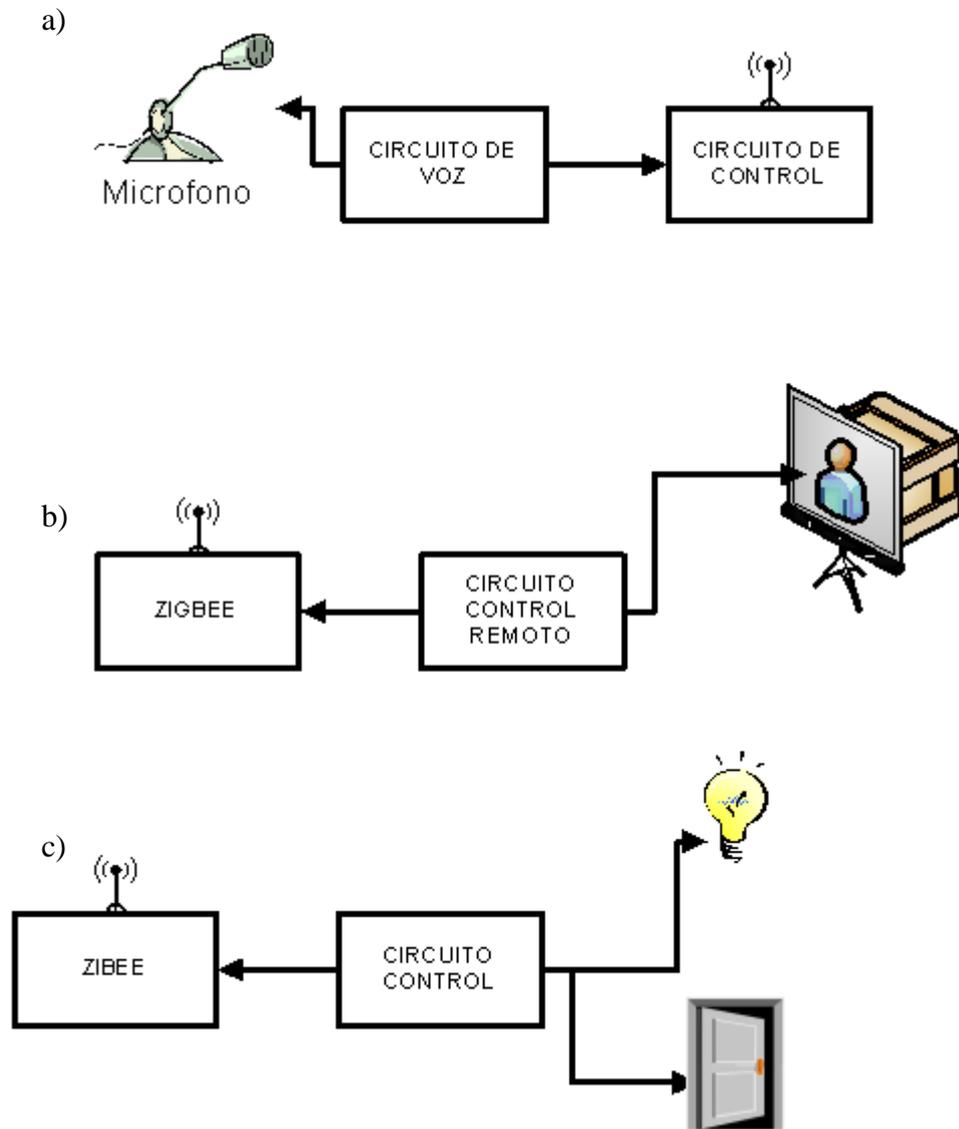
Este modulo fue seleccionado por tener una conexión Usart, además de una configuración de fabrica a 9600 baudios, con el cual se puede conectar directamente al microcontrolador sin ninguna configuración adicional, descritos en la fundamentación teórica.

#### **3.2.1.3 Microcontrolador 16F628A**

El microcontrolador 16f628a fue seleccionado debido que el sistema no requiere mayor número de entradas y salidas y por tener un oscilador interno de 4 MHz permite tener un diseño con menor cantidad de elementos, descrito en el fundamento teórico.

### 3.2.2 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA DOMÓTICO

El sistema domótico consta de los siguientes circuitos



**Figura. 23 a) Circuito Transmisor b) Circuito receptor; control remoto c) Circuito Receptor foco y puerta.**

### 3.2.2.1 DISEÑO DEL CIRCUITO TRASMISOR

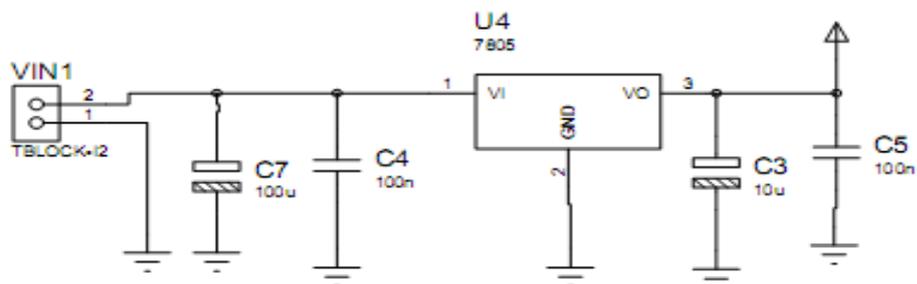
Esta placa consta de los siguientes elementos:

**Tabla 5. Elementos del circuito trasmisor**

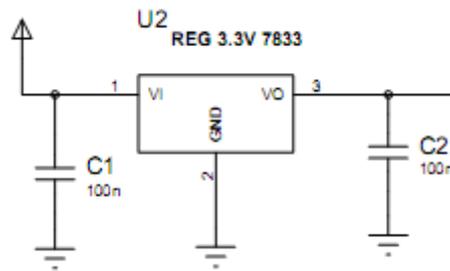
1	modulo zigbee
1	microcontrolador 16f628a
1	Reconocedor de voz (Vrbot)
1	7805
1	7833
1	Resistencia de 10K
1	Resistencias 220
1	Led
1	capacitores de 100nf
1	capacitor 100uF
1	capacitor de 10uF

#### 3.2.2.1.1 Fuentes de alimentación de circuito trasmisor

El voltaje de entrada al circuito se puede asumir de un valor entre 7 a 12 VDC obtenidos de un adaptador el mismo voltaje es reducido a 5 VDC a través del 7805, y a 3 VDC a través 7833 los capacitores de 100nf, ayudan a eliminar el ruido eléctrico, y los capacitores electrolíticos de 100uf ayudan a mejorar el rizo de la fuente externar.



**Figura. 24 Fuentes de alimentación**



**Figura. 25 Fuentes de alimentación**

### 3.2.2.1.2 Circuito de control con el 16f628a del transmisor

Este circuito posee un microcontrolador 16f628a encargado de controlar el reconocedor de voz a través:

- RB1 → RX
- RB2 → TX,

El modulo Xbee por los pines:

- RB6 → RX,
- RB7 → TX

Posee 2 leds rojo y amarillo, el rojo indica que el dispositivo está funcionando y led amarillo indica cuando dar el comando de voz con la siguiente ecuación.

$$R = \frac{5VDC - 1,5V}{15mA} = 233\Omega$$

Adicionalmente el circuito posee un botón para el reset (RA5/MCLR) con una resistencia de 10KΩ a VCC.

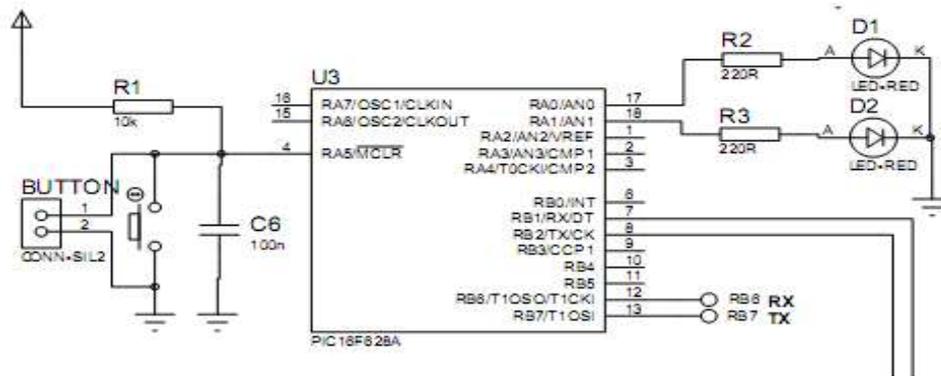


Figura. 26 Circuito de Control Transmisor

### 3.2.2.1.3 Circuito de modulo Xbee

Este circuito posee un regulador de 3.3 voltios antes mencionados el cual alimenta al Xbee por el pin1 (Vcc) y el pin 10 (Gnd), además posee un divisor de voltaje que reduce el voltaje del microcontrolador de 5 voltios a 3.3 voltios que pertenecen a la comunicación UART con la siguiente ecuación.

$$VR5 = \frac{5VDC \times R5}{R4 + R5}$$

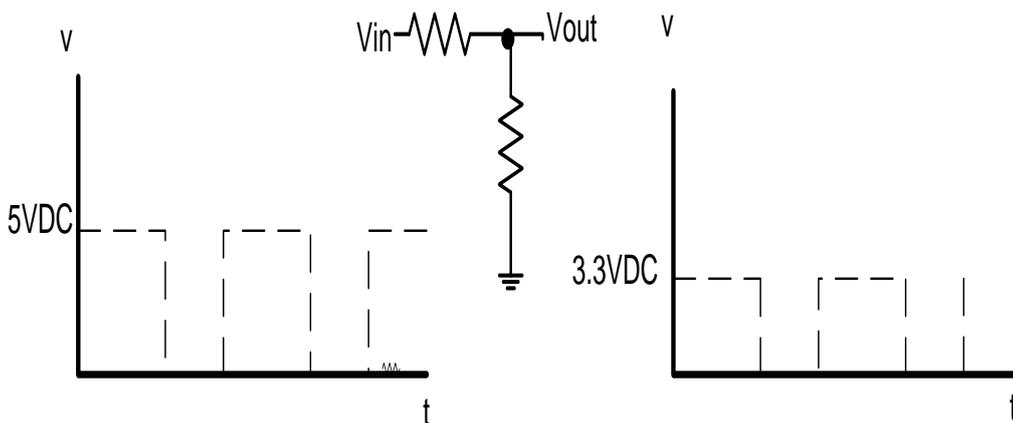


Figura. 27 Conversión de 5VDC a 3.3VDC comunicación UART

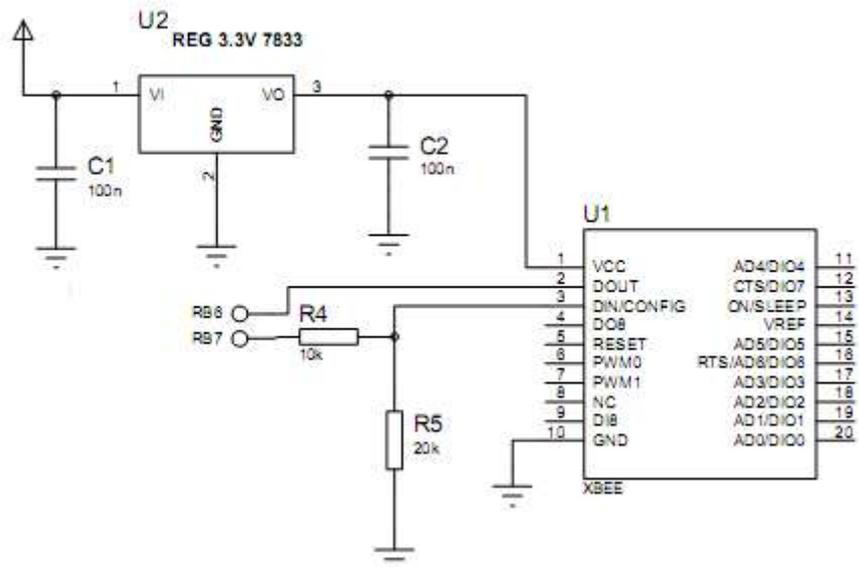


Figura. 28 Circuito de control Xbee

### 3.2.2.1.4 Circuito del Reconocedor de Voz

Este circuito es alimentado directamente con la fuente de 5 voltios visto anteriormente, y conectado directamente a los pines (RB1/RX y RB2/TX) del microcontrolador.

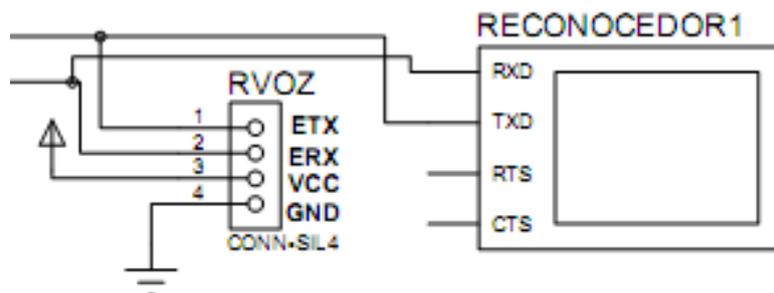


Figura. 29 Circuito Reconocedor de voz

### **3.2.2.1.5 Funcionamiento de los circuitos transmisor**

Al recibir un comando de voz tales como:

- Abre
- Día
- Noche
- TV
- Sube volumen
- Baja
- Mas canal
- Menos

El microcontrolador realiza una selección de los caracteres a enviar según el comando asignado para transferirlo al modulo zigbee, para que se transmita al modulo receptor para su acción.

Para que el usuario pueda saber cuándo hablar el comando el circuito posee un led que se encenderá para indicarle que debe proceder a hablar y estará apagado cuando no pueda recibir un comando.

El circuito posee un led power que indica que está encendido el sistema un botón de reset y además incluye una fuente de regulación de 5 y 3 voltios con sus respectivos capacitores.

### **3.2.2.1.6 Descripción del Programa del microcontrolador del circuito Transmisor**

El microcontrolador envía un comando Hserin=i que le indica al reconocedor de voz q inicie el reconocimiento de los comando de voz, con la instrucción porta.0 =1 encendemos el led que indica que proceda hablar el comando, si el comando es correcto el dispositivo envía un carácter (S), que es recolectado por el Hserin (dato), la variable dato es enviado al modulo Xbee:

Tabla 6. Instrucciones

A	Abre
B	Dia
C	Noche
D	Tv
E	Sube
F	Baja
G	Mas
H	Menos

3.2.2.1.7 **Flujograma de circuito transmisor**

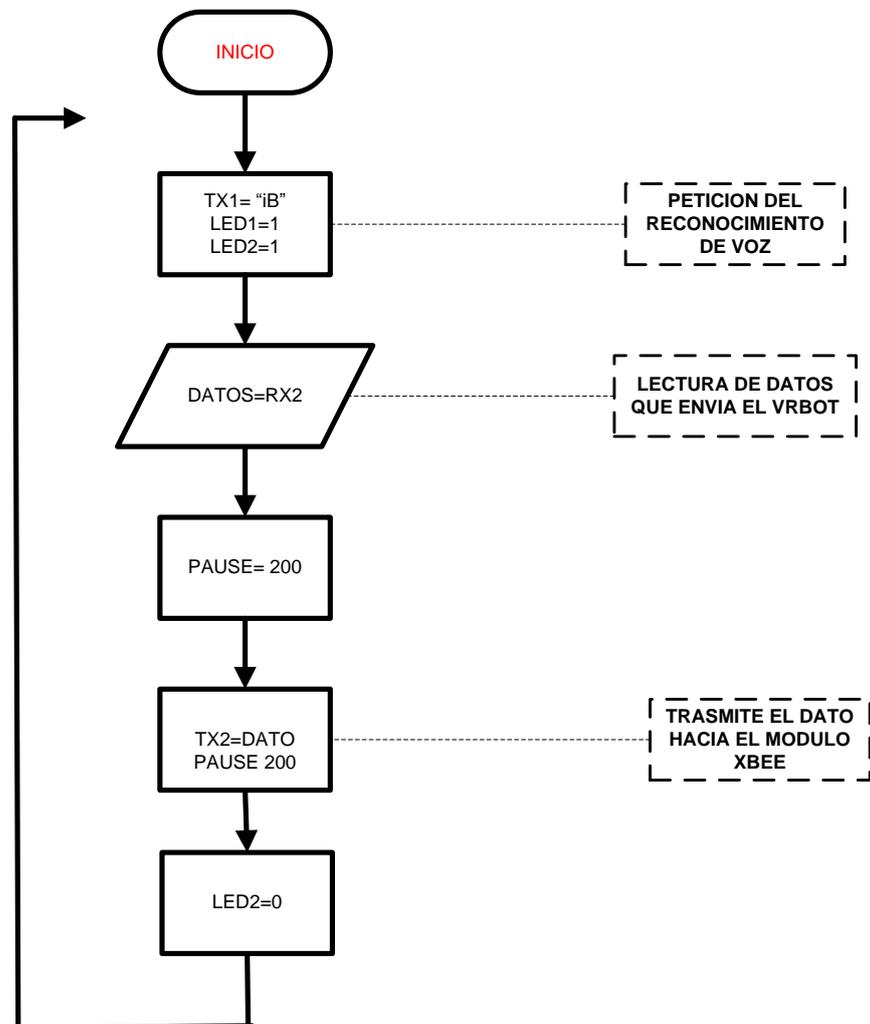


Figura. 30 **Flujograma del Circuito**

### 3.2.2.2 DISEÑO DEL CIRCUITO RECEPTOR (CONTROL REMOTO)

Los circuitos de la fuente de 5 y 3.3 voltios y el circuito del modulo Xbee se describe en circuito transmisor.

Este circuito posee los siguientes elementos:

**Tabla 7. Elementos del circuito Receptor**

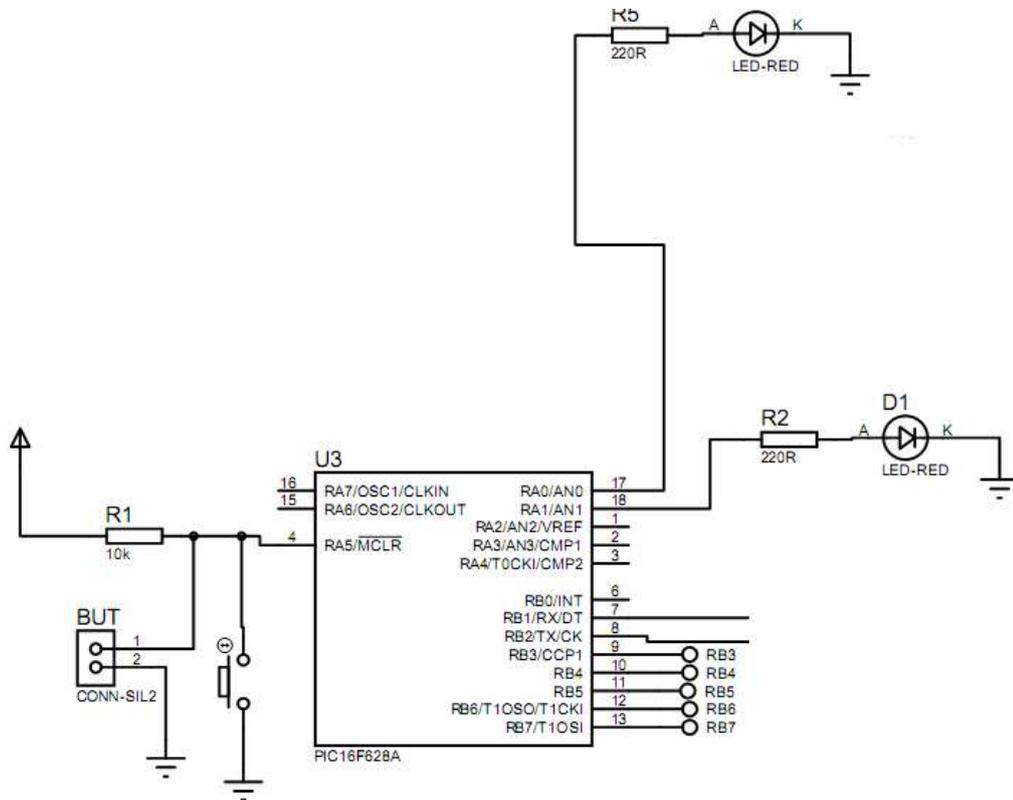
Cantidad	Elementos
1	microcontrolador 16f628a
1	modulo ZigBee
1	7805
1	7833
2	4066
1	Botón
2	Led
2	Resistencia 10K
1	Resistencia 20K
2	Resistencia 220
4	capacitores de 100nF
1	Xbee

#### 3.2.2.2.1 Circuito de control con el 16f628a del receptor (control Remoto)

Este circuito posee un microcontrolador 16f628a encargado de conmutar los botones del control remoto a través de los pines RB3, RB4, RB5, RB6, RB7, posee 2 leds el 1ero avisa el encendido del sistema y 2do cuando recibe un dato del modulo Xbee calculado con la siguiente ecuación.

$$R = \frac{5VDC - 1,5V}{15mA} = 233\Omega$$

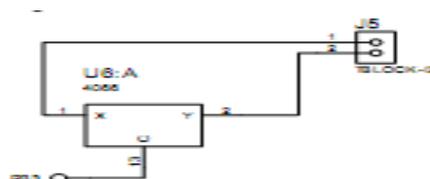
Adicionalmente el circuito posee un botón para el reset (RA5MCLR) con una resistencia de 10KΩ a VCC.



**Figura. 31** Circuito de control Receptor (control remoto)

### 3.2.2.2.2 Circuito de conmutación

Este circuito está constituido por el 4066 que es un cuádruple interruptor bilateral, el cual permite interactuar con el control remoto para poder cambiar de canal, subir volumen, encender de la Tv.



**Figura. 32** Circuito de conmutación

### 3.2.2.2.3 Descripción del circuito de control remoto

El dispositivo recibe el comando a través del modulo Xbee, correspondiente a una acción a realizarse en el control remoto (power, subir y bajar canal, subir y bajar volumen). También posee un regulador de 3.3 voltios y de 5 voltios con sus correspondientes capacitores para alimentar el modulo Xbee y el microcontrolador. Un led indicara que el dispositivo está funcionando el 2do led indicara cuando se recibe un dato.

### 3.2.2.2.4 Funcionamiento del Programa Receptor del control remoto

El microcontrolador recibe a través de la tarjeta Xbee los siguientes caracteres; E, C, D, F, H, con las que ejecuta determinada acción en el televisor como muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 8. Funcionamiento del programa Receptor**

<b>Carácter</b>	<b>Función</b>
F:	enciende el televisor
D	sube volumen
E:	baja volumen
G:	sube canal
H:	baja canal

### 3.2.2.2.5 Flujograma del circuito receptor (control remoto)

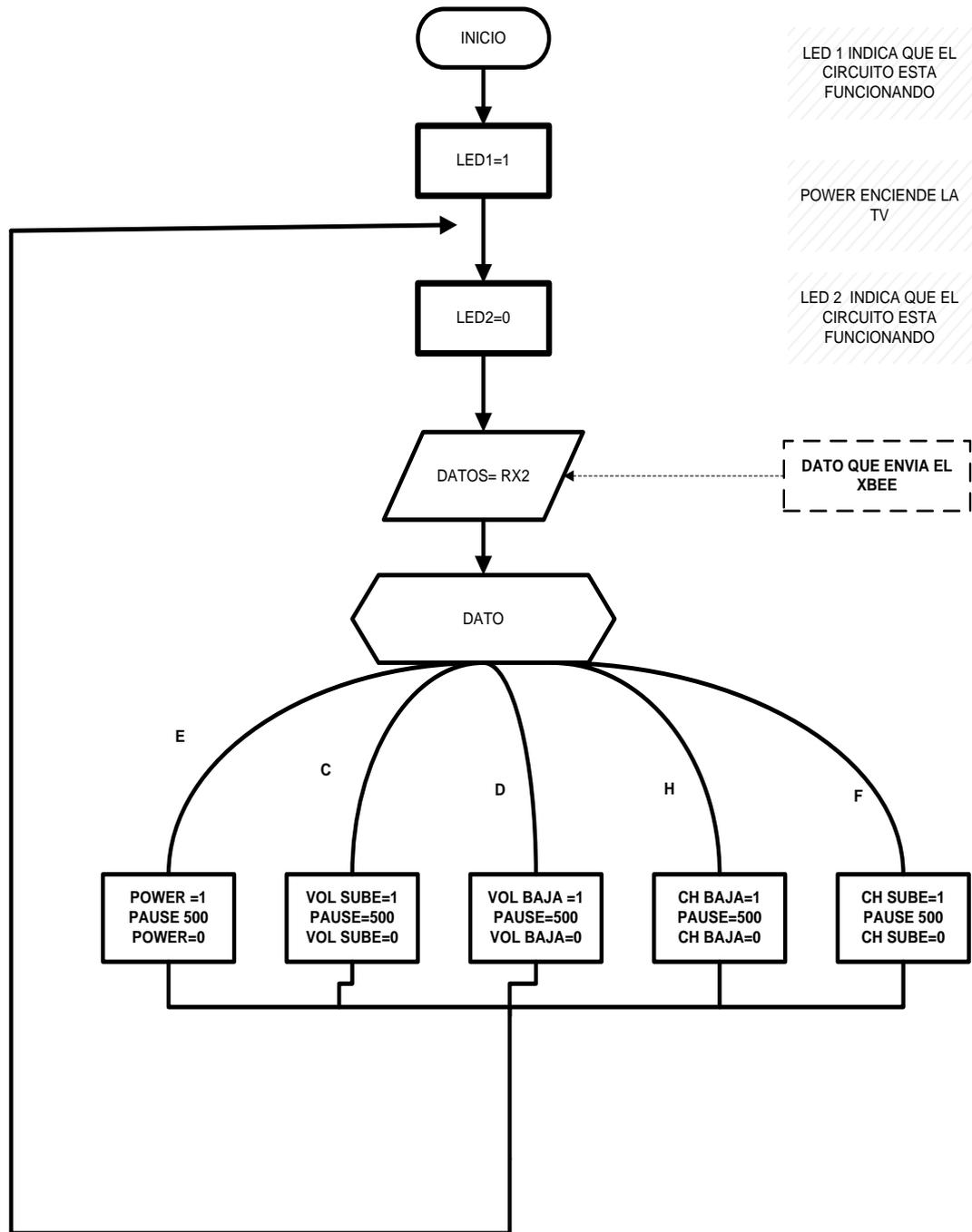


Figura. 33 Flujograma del Circuito Receptor

### 3.2.2.3 DISEÑO DEL CIRCUITO RECEPTOR (FOCO Y PUERTA)

Los circuitos de la fuente de 5 y 3.3 voltios y el circuito del modulo Xbee se describe en circuito transmisor.

El circuito consta de los siguientes elementos:

**Tabla 9. Elementos del circuito Receptor Foco y Puerta**

<b>Cantidad</b>	<b>Elementos</b>
1	microcontrolador 16f628a
1	modulo Zigbee
1	7805
1	7833
1	Botón
2	Resistencias 4k7
2	Resistencia de 10k
1	Resistencia de 20k
2	Resistencia de 220
2	Relay
2	diodos 1 n4007
2	transistores 2N3904
1	Xbee
4	Capacitores de 100nF
1	capacitor de 10uF
1	capacitor de 100uF
2	Led
2	borneras de 3
1	bornera de 2

### 3.2.2.3.1 Circuito de control con el 16f628a del receptor (foco y puerta)

Este circuito posee un microcontrolador 16f628a encargado de conmutar los relés que controlan en encendido y apagado del foco y la apertura de la chapa eléctrica de la puerta a través de los pines RB6, RB7, posee 2 leds el 1ero avisa el encendido del sistema y 2do cuando recibe un dato del modulo Xbee.

Para el cálculo de la resistencia para los leds se utilizo la ecuación mencionada anteriormente.

Adicionalmente el circuito posee un botón para el reset (RA5MCLR) con una resistencia de 10KΩ a VCC.

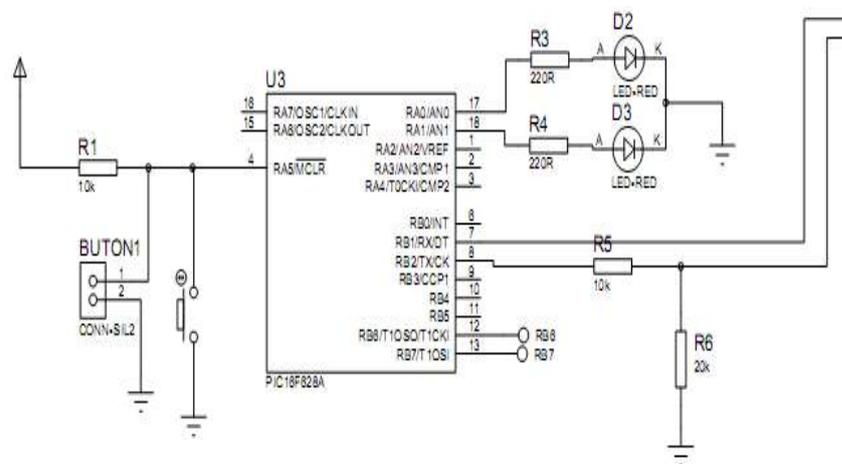


Figura. 34 Circuito de control receptor (foco y puerta)

### 3.2.2.3.2 Circuito de conmutación de relé

Este circuito recibe la señal de microcontrolador el cual lleva a un transistor 2N3904 a trabajar en corte y saturación (On/Off), permitiendo que el relé conmute la carga conectada, el diodo 1N4007 permite disipar la energía remanente de la bobina de Relay, para que el circuito no sufra daños.

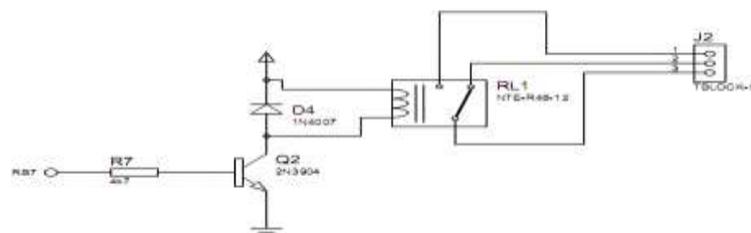


Figura. 35 Conmutación de relé

### 3.2.2.3.3 Descripción del circuito del foco y puerta

El dispositivo recibe el comando a través del modulo Xbee, correspondiente a la apertura de la puerta o al encendido o apagado del foco, a través de 2 relay que son conmutados por 2 transistores 2N3904 en modo corte y saturación con la señales provenientes del pic. El circuito consta de 2 reguladores 7833,7805 el uno para modulo Xbee y el microcontrolador correspondientemente; también consta de 2 led que indica el uno para indicar que esta encendido y el otro indica cuando recibe un dato.

### 3.2.2.3.4 Funcionamiento del Programa para el circuito del foco y puerta

El microcontrolador recibe a través de la tarjeta Xbee los siguientes caracteres, A, G, D, con las que ejecuta determinada acción en el televisor como muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 10. Instrucciones del circuito foco y puerta**

<b>Carácter</b>	<b>Función</b>
B	Enciende el foco
C	Apaga el foco
A	Abre puerta

### 3.2.2.3.5 Flujograma del circuito receptor (foco y puerta)

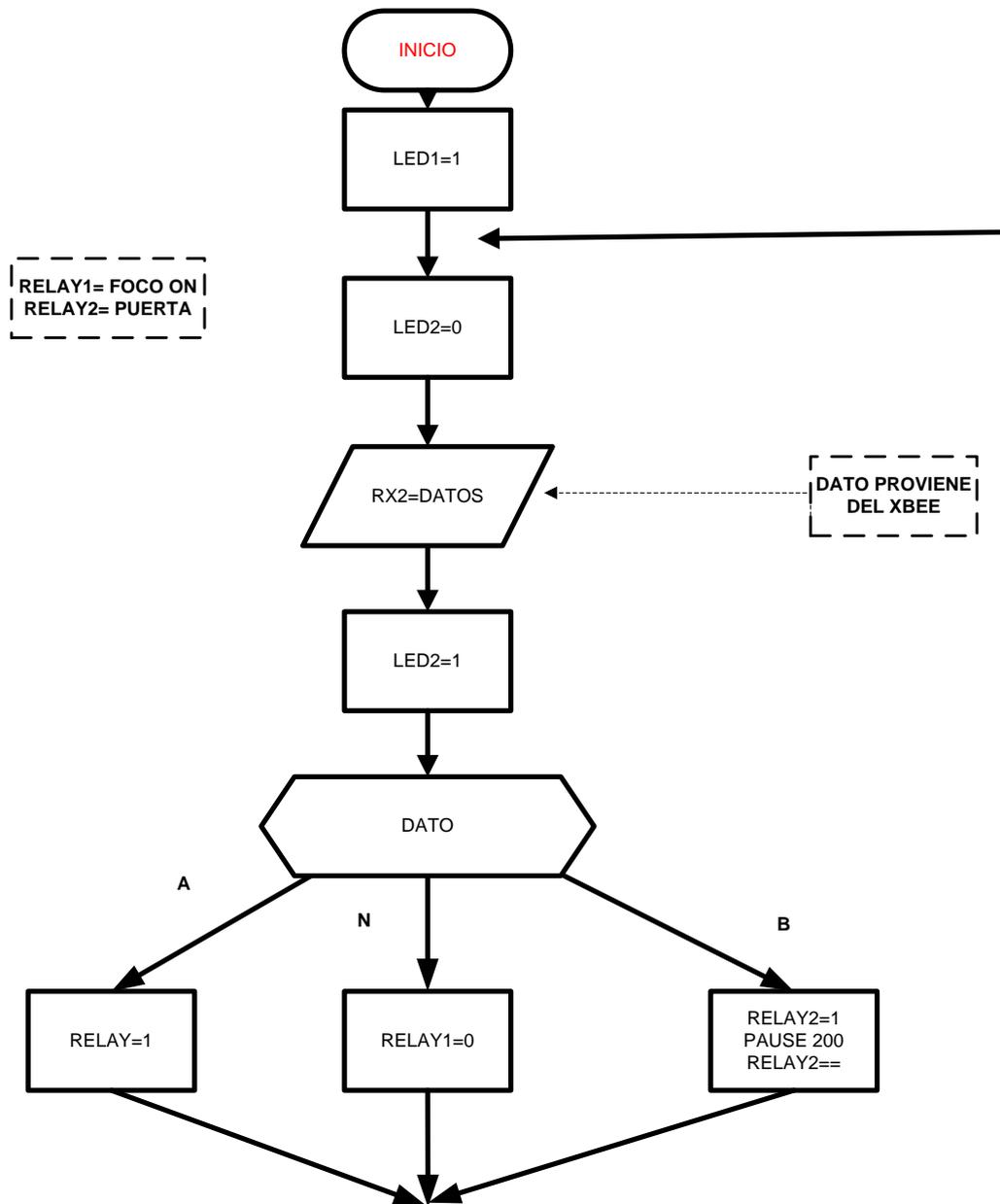


Figura. 36 Flujograma del Circuito Receptor Foco y Puerta

### 3.2.3 ELABORACIÓN DE LAS PLACAS

#### 3.2.3.1 Diseño de la placa Del Circuito Transmisor

Una vez obtenido el diseño completo del circuito transmisor (ver Anexo 1), iniciamos el diseño de las placa del circuito transmisor utilizamos el software de diseño Proteus (Ares), obteniendo el diseño de la placa que se muestra en la ilustración.

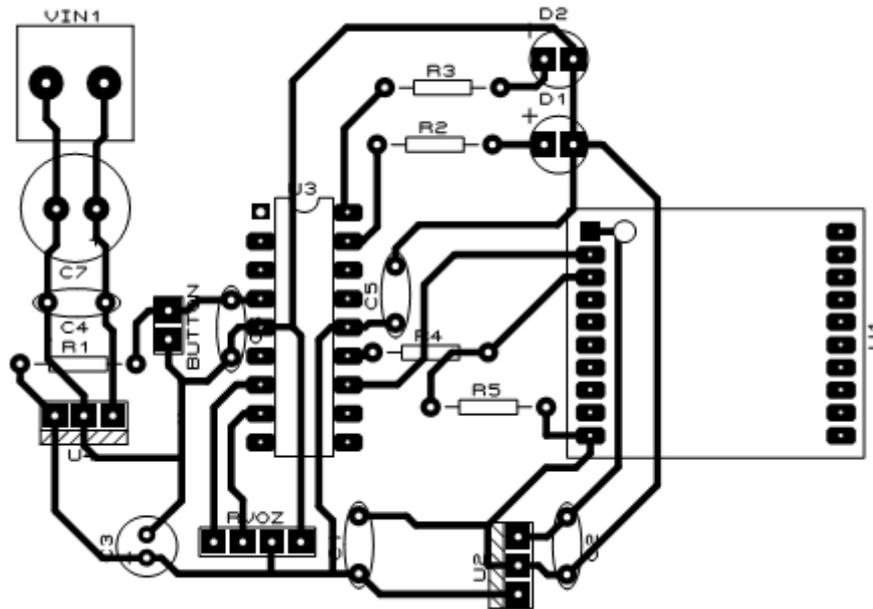


Figura. 37 Circuito Impreso

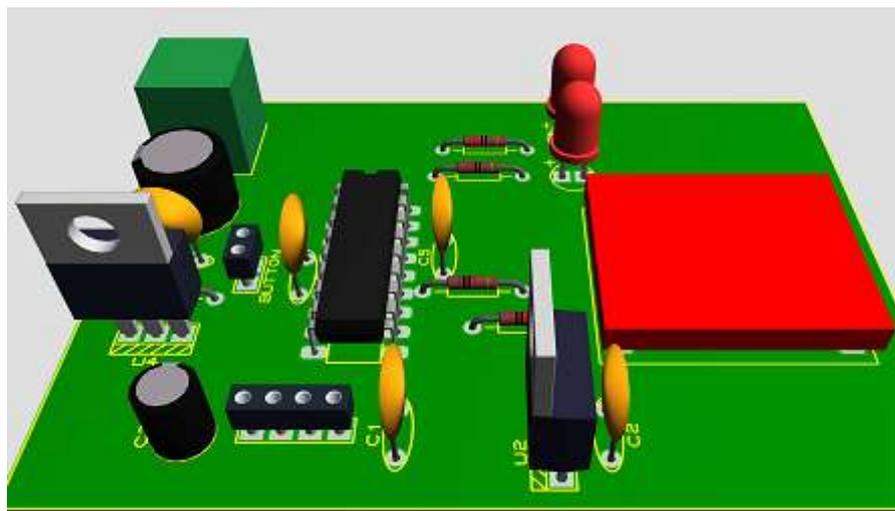


Figura. 38 Circuito en 3d

### 3.2.3.2 Diseño de la placa del control remoto

Una vez obtenido el diseño completo del circuito transmisor (ver Anexo 2), iniciamos el diseño de la placa del circuito de control remoto utilizamos el software de diseño Proteus (Ares), obteniendo el diseño de la placa que se muestra en la ilustración.

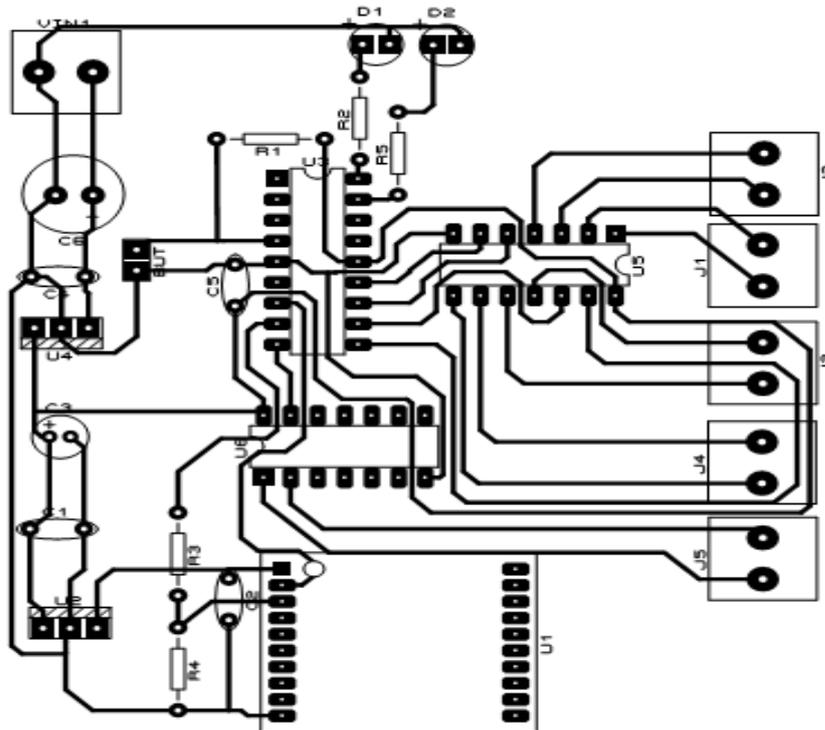


Figura. 39 Circuito Impreso

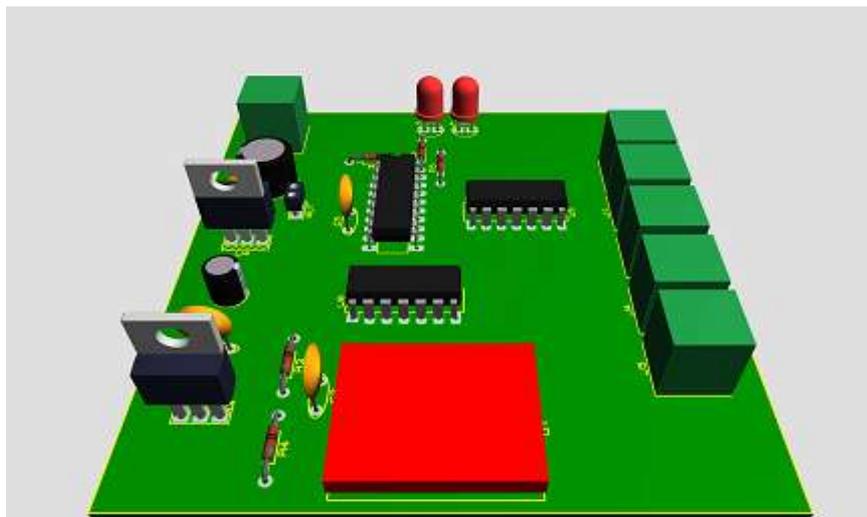


Figura. 40 Circuito en 3d



### 3.3 PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

#### 3.3.1 Análisis del Sistema

Para el análisis del sistema se realizaron los siguientes pasos:

- Colocar los distintos circuitos a una distancia no más de 30 metros
- Polarizar correctamente los circuitos con sus respectivas fuentes

#### ❖ Resultados a comandos de voz

Tabla 11 Comandos de voz

A	Abre
B	Dia
C	Noche
D	TV
E	Sube
F	Baja
G	Mas
H	Menos

Tabla 12 Resultados de los intentos realizados

Aplicación	Comandos	Función	Intentos N=10	
			V	F
<b>Control Remoto</b>	TV (F)	enciende televisor	7	3
	Sube (D)	sube volumen	6	4
	Baja(E)	baja volumen	7	3
	Mas(G)	sube canal	7	3
	Menos(H)	baja canal	6	4
<b>Foco y Puerta</b>	Dia (B)	Enciende el foco	7	3
	Noche(C)	Apaga el foco	7	3
	Abre (A)	Abre puerta	7	3

❖ **Resultados de circuitos receptores a mas de 30 metros**

**Tabla 13 Resultados Generales**

Número de intentos	Distancia	Foco y puerta		Control Remoto	
		Válidos	No válidos	Válidos	No válidos
10	35	7	3	6	4
10	40	3	7	3	7
10	50	2	8	2	8

**CAPITULO IV**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**4.1 CONCLUSIONES:**

- El sistema domótico sirve para cualquier tipo de persona, especialmente para personas con capacidades especiales que tengan alguna discapacidad motriz.
- Los módulos Xbee tienen una respuesta óptima en el sistema y tiene un bajo consumo de energía y un alcance máximo de 25 metros.
- El módulo reconocedor de voz responde de mejor manera a comando de voz en ingles.
- Los microcontroladores ayudan al desarrollo rápido y sostenido de las aplicaciones electrónicas, reduciendo el tamaño y costo del circuito.

#### **4.2 RECOMENDACIONES:**

- EL micrófono debe estar lo más cerca a la boca para que el reconocimiento sea óptimo y tenga menos probabilidades de falla.
- Utilizar fuentes switching para la alimentación de los circuitos para evitar ruido en el sistema.
- Los dispositivos a controlar no deberían estar a una distancia máximo de 25 metros para su óptimo desempeño.
- Para tener control sobre un distinto televisor al realizado en este sistema se debe configurar en el control remoto universal.

## CAPITULO V

### VOCABULARIO

#### 5.1 Definición de Términos

- ✓ **Automoción:** Funcionamiento de una máquina o de un grupo de máquinas, dirigido por un programa único, permitiendo efectuar sin la intervención de la persona humana una serie de operaciones contables, de estadística o industriales.
  
- ✓ **SI** = micrófono independiente
- ✓ **SD**= micrófono dependiente
  
- ✓ **Transceiver**= Es un transceptor de dispositivos que consta de un transmisor y un receptor.
  
- ✓ **HomeRF**= Estándar basado en un teléfono inalámbrico digital mejorado, transporta voz y datos por separado.
  
- ✓ **Freescale**= Es un fabricante estadounidense de semiconductores. Fue creado a partir de la división de semiconductores de Motorola en 2004. Freescale se centra en el mercado de los sistemas integrados y las comunicaciones.
  
- ✓ **Switching**= O **Conmutador**, Es un dispositivo de red que tiene simplemente la misión de realizar una interconexión entre distintas redes.
  
- ✓ **Glossy**= Papel de transferencia térmica para placas
  
- ✓ **Isopropílico**= Es un alcohol incoloro, inflamable, con un olor intenso y muy miscible con el agua.
  
- ✓ **Usart**= Universal síncrono / asíncrono receptor / transmisor

## **CAPITULO VII**

### **7.1 BIBLIOGRAFÍA GENERAL**

#### **7.1.1 LIBROS**

- Milan Verle, “PIC Microcontollers-Programming in C”, MikroElektronikam 1<sup>st</sup> edición (2009).
- Carlos Reyes, Microcontroladores Pic-Programacion en Basic 2da edición (2006).
- Santiago Corrales, Electrónica Practica con microcontroladores Pic, 1st edición (2006).

#### **7.1.2 BIBLIOGRAFIA INTERNET**

- Guía rápida de modulo de reconocimiento del Vrbot.  
<http://www.msebilbao.com/notas/downloads/VRbot%20Guia%20rapida.pdf>  
[2011, Junio 01].
- Datasheef del 7833  
<http://www.taitroncomponents.com/catalog/Datasheet/LM7833.pdf>  
[2011, Junio 05].
- Guia Vrbot  
<http://www.msebilbao.com/notas/downloads/VRbot%20Guia%20rapida.pdf>  
[2011, Agosto 01].

## **ANEXOS**

1. Anexo1: Circuito transmisor
2. Anexo2: Circuito Receptor (foco y puerta)
3. Anexo3: Circuito Receptor (control remoto)
4. Anexo4: Características principales del Xbee
5. Anexo5: Características Generales del microcontrolador 16f628a
6. Anexo6: Datasheet del 7833
7. Anexo7: Datasheet del 7805
8. Anexo8: Datasheet del Vrobot
9. Anexo9: Fotos del Sistema.

# ANEXOS

# ANEXO 1

CIRCUITO TRASMISOR

# ANEXO 2

CIRCUITO RECEPTOR (FOCO Y PUERTA)

# ANEXO 3

CIRCUITO RECEPTOR (CONTROL REMOTO)

# ANEXO 4

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL XBEE

# ANEXO 5

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL  
MICROCONTROLADOR 16F628A

# ANEXO 6

UA78M33C

# ANEXO 7

LM7805

# ANEXO 8

VRBOT

# ANEXO 9

FOTOS DEL SISTEMA