



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTION  
EMPRESARIAL**

TEMA:

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS Y  
DETECCION DE INCENDIOS PARA VIVIENDAS DENTRO DE  
URBANIZACIONES PRIVADAS.

REALIZADO POR:

**JORGE LUIS MENA MOSQUERA**

TUTOR:

**MSc. LUIS CÓRDOVA RIVADENEIRA**

**GUAYAQUIL, MARZO 2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**  
**INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES**

**CERTIFICACION**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por JORGE LUIS MENA MOSQUERA, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero en Telecomunicaciones con mención en Gestión Empresarial.

**TUTOR**

---

MSc. Luis Córdova Rivadeneira

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

MSc. Armando Heras Sánchez



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**  
**INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Jorge Luis Mena Mosquera

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y HUMO PARA VIVIENDAS DENTRO DE URBANIZACIONES PRIVADAS**, previa a la obtención del Título de Ingeniero en Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 21 días del mes de Marzo de 2015

**EL AUTOR**

---

Jorge Luis Mena Mosquera



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**  
**INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Jorge Luis Mena Mosquera

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y HUMO PARA VIVIENDAS DENTRO DE URBANIZACIONES PRIVADAS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 21 días del mes de Marzo de 2015

EL AUTOR:

---

Jorge Luis Mena Mosquera

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios, por tantas bendiciones recibidas y por haberme permitido alcanzar esta meta.

A mis padres y mi hermana, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional y se han sacrificado para ayudarme a seguir adelante con mis estudios. Realmente no existen palabras para agradecer todo lo que hacen por mí.

A mi tía Idálida, que siempre estuvo ahí cuando requerí su ayuda.

Y a mi tutor, el MsC. Luis Córdova, que me brindó una muy valiosa ayuda para así completar este proyecto de titulación.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres y a mi hermana, ellos que me han guiado en mis estudios desde el jardín de infantes y ahora comparten conmigo la alegría de finalizar mi formación universitaria.

De manera especial quiero dedicarle este trabajo a mi abuelita Carmen, que aunque ya no esté físicamente con nosotros, estoy seguro que nos acompaña cada día.

## INDICE

CAPÍTULO I.....	10
1 INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.3 OBJETIVOS.....	13
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.5 HIPÓTESIS .....	14
1.6 METODOLOGÍA.....	14
CAPÍTULO II.....	15
2 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	15
2.1 LA SEGURIDAD DOMICILIARIA EN NUESTRO PAIS .....	15
2.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN DOMICILIOS .....	15
2.2.1 TIPOS DE SISTEMA DE SEGURIDAD MÁS UTILIZADOS .....	17
2.3 ELEMENTOS UTILIZADOS EN SISTEMAS DE SEGURIDAD .....	18
2.4 MICROCONTROLADORES .....	20
2.4.1 PARTES BASICAS DEL MICROCONTROLADOR.....	21
2.4.2 MICROCONTROLADOR 18F4550 .....	23
2.4.3 SENSOR DE MOVIMIENTO.....	28
2.4.4 SENSOR DE HUMO .....	32
2.4.5 MODULO GSM.....	35
2.4.6 RELÉS.....	41
2.4.7 XBEE .....	43
2.4.8 PANTALLA GLCD.....	48

3	DISEÑO DEL SISTEMA.....	50
3.1	ASPECTOS A CONSIDERAR PREVIAMENTE .....	50
3.2	ASPECTO LEGAL .....	52
3.3	DISEÑO GENERAL.....	53
3.4	COMPONENTES.....	53
3.5	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	54
3.6	COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	55
3.7	DISEÑO DE LOS CIRCUITOS NECESARIOS.....	57
3.8	PROGRAMACION DEL MICROCONTROLADOR.....	60
3.9	DIAGRAMA DE FLUJOS – OPERACIÓN.....	64
	CAPÍTULO IV .....	66
4	SIMULACIÓN .....	66
	CAPÍTULO V .....	72
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
5.1	CONCLUSIONES.....	72
5.2	RECOMENDACIONES .....	73
	CAPÍTULO VI.....	74
6	BIBLIOGRAFÍA .....	74

**RESUMEN**

En el presente proyecto, la Ingeniería en Telecomunicaciones es orientada hacia la satisfacción de una de las necesidades más primordiales del ser humano como es la seguridad. Se escogió el uso de microcontroladores debido a su fácil programación. Este, en conjunto con algunos sensores, va a dar origen a un sistema que permite detectar inmediatamente cualquier anomalía dentro del inmueble y rápidamente dar aviso a las autoridades competentes; ya sea la policía, los bomberos y también al dueño del domicilio. Lo que se busca lograr de esta forma es ofrecer a la ciudadanía un método fácil y económico para aumentar la seguridad en los hogares, protegiendo así las pertenencias e integridad de sus habitantes.

**ABSTRACT**

In this project, the telecommunications engineering knowledge is oriented to satisfy one of the most fundamental needs of human beings, that is safety. Microcontrollers were chosen for this due its easy programming. Microcontrollers, motion sensors and smoke sensors working together, will give rise to a safety system that will notice immediately any threat inside the house and notify appropriate authorities, either police department or fire brigade, and the homeowner too. This project was originated in order to give people an easy-to-get and cheap option to build up safety at their home, protecting their stuff and their family's safety.

## **CAPÍTULO I**

### **1 INTRODUCCIÓN**

Una de las mayores necesidades de las personas es su seguridad, la de sus seres queridos, e incluso la de sus bienes muebles e inmuebles. No es raro escuchar casos de personas que han salido a trabajar, no queda nadie en la casa, y al volver se encuentran con la nefasta novedad de que unos maleantes entraron a su domicilio y se llevaron todo; o peor aún, que dicho asalto se produzca mientras sus ocupantes están dentro y no exista forma de dar aviso a la policía. También incendios que se producen en las viviendas y no hay alerta de ello hasta que el fuego ha cobrado suficiente fuerza para devastar gran parte de las mismas, e incluso propagarse hasta las adyacentes, y hasta que llegan los bomberos, las pérdidas ya son irreparables.

Deseando prevenir y contrarrestar situaciones como las mencionadas anteriormente, el gobierno ha planteado algunas estrategias para aumentar la seguridad en el país, una de ellas es la creación del sistema ECU911, aumentar el patrullaje en las calles; sin embargo, muchas veces esto no es lo suficientemente eficaz para garantizar la seguridad dentro de los hogares, menos aun dentro de las ciudadelas, que si bien es cierto están equipadas con guardianía privada, no ofrecen la seguridad que cualquier persona desearía para sí y sus familiares. Por esta razón, los ocupantes de viviendas ubicadas dentro de urbanizaciones privadas podrían llegar a desear optar por una alternativa que les permita gozar de una mayor seguridad en sus hogares.

Para satisfacer esta necesidad, tenemos el presente proyecto, el cual puede ser fabricado con relativa facilidad, y garantizar un tiempo de respuesta mínimo a cualquier posible eventualidad dentro de los domicilios equipados con el mismo. Estamos hablando de un sistema completo, que si bien es cierto no elimina toda probabilidad de hurto, al menos las reduce considerablemente.

¿Quién no desearía implementar una solución en sus hogares, que les permita tener un aviso inmediato en caso de la más mínima anomalía en su residencia? ¿A quién no le gustaría recibir un mensaje de texto en su celular si se detecta humo o presencias no deseadas en la casa? Eso es lo que plantea la iniciativa que se propone en el presente proyecto y se describe detalladamente a continuación.

## **1.1 JUSTIFICACIÓN**

La seguridad del hogar y de sus ocupantes es la prioridad de cualquier persona y es necesario garantizar la integridad del inmueble a todas horas del día. El presente proyecto busca proveer a los habitantes de urbanizaciones privadas de un medio sencillo para dar aviso a los medios competentes, y a sí mismos en caso de que se encuentren fuera de la casa, si llega a existir alguna posible violación a dicha seguridad. Este sistema se ha planteado porque la seguridad ofrecida por los gobiernos no suele abarcar a todos los habitantes con la rapidez que se desearía.

Un sistema de seguridad con la robustez suficiente, garantiza una disminución en las probabilidades de que un atraco o incendio logren causar grandes pérdidas al inmueble antes de ser detectados.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En nuestros días, la inseguridad es un problema latente ya sea en las calles o en nuestros hogares, y en estos últimos se ve especialmente manifestada cuando todos sus ocupantes salen a cumplir con sus obligaciones, y el inmueble queda solo, siendo más propenso a ingreso de delincuentes, incendios, entre otras. Por lo anteriormente expuesto, se propone la implementación de un sistema de seguridad en ciudadelas privadas y así, reducir el tiempo de respuesta a situaciones como las que se acaba de mencionar.

### **1.2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El enfoque de este proyecto son las urbanizaciones privadas, aquellas que por tener cerramiento, se encuentran muchas veces fuera de la protección de la fuerza pública y de los operativos de patrullaje, careciendo de la protección necesaria y de un medio que brinde alertas rápidas en caso de existir alguna posible amenaza dentro de las viviendas.

### **1.3 OBJETIVOS**

Los objetivos fijados para este proyecto de titulación, se describen a continuación.

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y simular una red inalámbrica de seguridad, anti-incendios y anti-intrusos para viviendas ubicadas en urbanizaciones privadas, mediante el uso de microcontroladores y sensores, que en caso de detectar posibles amenazas, proporcione alertas inmediatas.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ◆ Conocer los elementos a emplear y sus características.
- ◆ Diseñar los circuitos electrónicos necesarios para la red.
- ◆ Formular en el programa Microcode la programación requerida para los microcontroladores.
- ◆ Simular el proyecto en el programa Proteus.

## **1.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto corresponde a una Investigación Aplicada Tecnológica, puesto que empleando conocimientos teóricos previamente adquiridos, propone diseñar un prototipo de tecnología útil que brindará un beneficio a la sociedad, en este caso, seguridad.

## **1.5 HIPÓTESIS**

Mediante la implementación de un sistema de seguridad para viviendas, se logrará reducir el tiempo de respuesta a asaltos a domicilio y/o incendios dentro de los mismos. Si bien es cierto, no se podrá erradicar por completo este tipo de amenazas, pero si se reducirá significativamente el tiempo de respuesta, y por consecuencia, las pérdidas disminuirán también.

## **1.6 METODOLOGÍA**

La metodología que se planea emplear en este proyecto es exploratoria, porque se dispone de un conocimiento previo sobre el diseño de redes y sobre la realidad de la seguridad en el país, en base a lo cual se planea llevar la investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **2 FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1 LA SEGURIDAD DOMICILIARIA EN NUESTRO PAIS**

El asalto a domicilios, vehículos y locales comerciales lideran la lista de los crímenes más recurrentes en el Ecuador, manteniendo cifras que podrían considerarse alarmantes. Según un estudio realizado, se producen más de entre 12 y 16 hurtos a domicilio semanalmente en la ciudad de Guayaquil (González y del Cisne, 2014). El Gobierno asegura que el índice de robos ha disminuido en el país, sin embargo es bastante común escuchar en las noticias o ver en los diarios, que maleantes ingresan a los inmuebles y se llevan todo lo que pueden, con o sin la presencia de los ocupantes de la misma.

#### **2.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN DOMICILIOS**

La seguridad es una necesidad que ha imperado en la vida de los seres humanos desde el inicio de su existencia. Ya desde la época del hombre cavernario, se buscaba la existencia colectiva para ser así, menos susceptibles a posibles amenazas, buscaban refugiarse en cuevas y ahuyentar fieras mediante el fuego. Todo esto, con un simple objetivo: obtener seguridad y garantizar su supervivencia. Esta necesidad ha evolucionado hasta nuestros días, ya no en forma de cavernas sino de muchos otros

métodos gracias a los cuales buscamos sentirnos a salvo. Uno de estos métodos consiste en implementar un sistema de seguridad en nuestro hogar.

Un sistema de seguridad podría definirse como un conjunto de elementos repartidos por la extensión de un domicilio, operando de manera conjunta para notificar la presencia de cualquier ente no deseado dentro de la misma. Este ente puede ser un delincuente, una fuga de gas, fuego, o incluso algún animal.

La inseguridad siempre ha existido y siempre existirá; inclusive por muchas razones, a veces tiende más a aumentar que a disminuir. Causas como la crisis de un país, la alta tasa de desempleo o sueldos excesivamente bajos son los detonantes para que una parte de la población opte por delinquir, causando pérdidas materiales e incluso humanas. Dicha inseguridad no solo viene por la delincuencia, ya que muchas veces por un descuido o alguna falla eléctrica, puede originarse una llama dentro del domicilio, misma que de no ser detectada a tiempo, podría causar pérdidas irreparables. (Apolo, Torres y Valdivieso, 2012)

Los sistemas de seguridad han ido evolucionando progresivamente con el tiempo, el desarrollo de la tecnología ha abierto un amplísimo abanico de posibilidades para equipar dichos sistemas, y que variarán según el deseo y posibilidades del cliente. Si bien es cierto antes bastaba con una alarma básica, cuyo único aviso era el insistente sonido de una alarma. Poco a poco fueron implementándose nuevos sensores que pueden

detectar anomalías por medio del movimiento, del calor, del ruido o incluso si alguien intenta abrir puertas o ventanas.

Otra de las mejoras que adquirieron los sistemas de seguridad con el pasar del tiempo, fue la posibilidad de que en caso de detectar una posible amenaza, enviar un aviso a algún medio externo de seguridad, tal como puede ser una compañía de seguridad privada o incluso la policía. Con estas dos grandes ventajas que se añadieron con el tiempo, los sistemas de seguridad han conseguido hacerse un hueco en el mercado, al ofrecer una vía sencilla, rápida y eficaz de prevenir desgracias dentro del domicilio.

### **2.2.1 TIPOS DE SISTEMA DE SEGURIDAD MÁS UTILIZADOS**

Existe una amplia gama de sistemas de seguridad de donde escoger. Según lo expuesto anteriormente, la tendencia hoy en día se encamina hacia controlar el hogar con sensores, y a su vez poder dar aviso a algún medio competente capaz de neutralizar la amenaza.

Hay algunos factores a analizar al momento de escoger tal o cual sistema. No requerirá el mismo tipo de seguridad una amplia casa, que un departamento en los pisos superiores de un edificio. Para el primer caso, las vías de acceso al inmueble son muchas (entrada principal, ventanas, entrada trasera, entrada de servicio, jardín, entre otras) y

por lo tanto requerirá sensores en cada una ellas, adicionalmente se podría optar por dispositivos que refuercen la seguridad tales como cerraduras electrónicas.

Para el caso de un departamento ubicado en un tercer, cuarto piso o más arriba, se requiere menor seguridad al tener este menos vías de acceso. Un departamento de estas características tendría una puerta y unas pocas ventanas, siendo reducida la cantidad de dispositivos requeridos para brindarle seguridad al lugar.

### **2.3 ELEMENTOS UTILIZADOS EN SISTEMAS DE SEGURIDAD**

Dentro de la gran variedad de elementos que se emplean en los mecanismos de seguridad implementados en los hogares, existen algunos que pueden considerarse fijos, mientras otros son más fácilmente reemplazables por otros elementos equivalentes para determinada tarea. Un ejemplo del primer caso es el de los sensores, los mismos que se vuelven imprescindibles en todo sistema de seguridad, puesto que vienen a constituir el medio de vigilancia primario, que va a estar monitoreando el interior del domicilio y listo para dar aviso al resto del sistema. (Antirrobo, 2012)

Por su parte, la parte lógica del sistema puede realizarse mediante una serie de elementos, la electrónica nos ofrece un amplísimo abanico de posibilidades a la hora de planear y elaborar la circuitería para un proyecto como este. Dependerá básicamente de algunos parámetros tales como: nivel de inversión, nivel de conocimiento y estándar de

calidad fijado para el proyecto. Para el presente, se ha optado por la opción de los microcontroladores, cuyas propiedades se explicarán en el siguiente capítulo.

En lo que respecta al medio de comunicación entre el domicilio y la garita de la ciudadela o la estación de policía/bomberos, hay también muchas opciones, sin embargo esta opción dependerá mayormente de la extensión de la ciudadela. Según la distancia existente entre el domicilio del cliente y la garita, podría utilizarse comunicación por radiofrecuencia (RF), por Bluetooth, entre otros. Puesto que este proyecto es pensado para ciudadelas en las cuales, dicha distancia exceda por poco los 1000 metros, se empleará un dispositivo de comunicación denominado Xbee-Pro, que también será detallado más adelante.

Para enviar el aviso al dueño del domicilio, se utiliza por lo general un módulo GSM que permita enviar automáticamente mensajes de texto y aunque este segmento puede ser obviado. (Galarza, Cajo, Villavicencio, 2012)

Para finalizar, es necesario pensar también en qué tipo de dispositivo mostrará la información en la garita de la ciudadela. En casos como el de los sistemas de seguridad, que no requieren mostrar una gran cantidad de información, se estila utilizar pantallas LCD para casos de un bajo número de clientes, o una GLCD que permita mostrar una mayor cantidad de información, e incluso pantallas a color, aunque vienen a representar más un lujo que una necesidad.

Los datos sobre estos elementos, así como el modelo elegido para el presente proyecto, serán ampliados a continuación.

## 2.4 MICROCONTROLADORES



*Figura 2-1. Microcontrolador PIC 16F4550*

FUENTE: Valdés & Pallás. (2007). *Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC*

Los microcontroladores ( $\mu\text{C}$ ) son pequeños dispositivos que vienen a constituir el siguiente eslabón en la cadena evolutiva de los microprocesadores, puesto que estos requerían una serie de circuitos especiales, además carecían de una memoria propia; mientras, por su parte, los microcontroladores traen todos estos elementos integrados, en forma de bloque, dentro del mismo chip.

En la imagen 2.1 podemos apreciar la diferencia entre microprocesadores y microcontroladores; mientras el uno requiere una serie de elementos adicionales, el otro los tiene integrados dentro de un único chip.

Los microcontroladores son circuitos integrados que emulan una pequeña computadora en su interior, al tener las partes básicas de la misma, tales como son una

Unidad Central de Procesamiento, una Memoria que opera en conjunto con diversos tipos adicionales de memoria, y los puertos de entrada y salida que le permiten conectarse con diversos elementos y dispositivos.

Un minúsculo chip como es el microprocesador puede controlar desde un circuito básico que encienda un LED hasta un submarino. Todo esto depende de la programación que se le asigne, las instrucciones que le demos. La programación de un Microcontrolador es relativamente sencilla, puede realizarse mediante comandos y mediante compuertas lógicas (AND, OR, NOT, XOR,), sin embargo en este proyecto no vamos a ahondar en la programación de los mismos, sino más bien en sus características y algunos de los usos prácticos. (Henao, 2012)

Para el caso práctico en el que se desea que el microcontrolador monitoree constantemente el estado de dos sensores y de aviso si se produce un cambio en el estado lógico de los mismos, se debe programar uno de los puertos para que dos de los pines disponibles actúen como entradas.

#### **2.4.1 PARTES BASICAS DEL MICROCONTROLADOR**

Como se había mencionado anteriormente, los microcontroladores cuentan con todas las partes básicas de un pequeño computador, otorgándole así la autonomía de la que carecían los microprocesadores. Estas partes son:

#### **2.4.1.1 UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO**

Tal como en las computadoras, esta es la parte principal, encargada del funcionamiento del chip. Consta esencialmente de una serie de unidades más pequeñas, cada una con su respectiva función dentro de la UCP.

Entre las principales funciones de este componente, tenemos la decodificación del software que se le haya cargado al microcontrolador, es decir, es la parte encargada de “entender” lo que el usuario está ordenándole realizar. Es aquí también donde se realizan todos los procesos lógicos y matemáticos necesarios, lo que vendría a corresponderse con la Unidad Aritmético-Lógica de las computadoras. Por último, es la encargada de llevar un registro de las tareas realizadas, aunque el chip sea reprogramable, este registro permanecerá intacto.

#### **2.4.1.2 MEMORIA**

Existen diversos tipos de memoria dentro de esta categoría, cada una con una labor predeterminada, y que según su función podrá ser de lectura, de escritura o ambas. El caso de la memoria es similar al de la UCP, puesto que no se trata de un solo bloque con una memoria, sino diversas que operan en conjunto. Entre las más relevantes tenemos la ROM ROM Mascara, RAM, PROM, EPROM, EEPROM y la Memoria Flash. Algunas de estas memorias serán explicadas más adelante en este capítulo, con referencia especial al microcontrolador elegido para el presente proyecto.

### **2.4.1.3 PERIFERICOS DE ENTRADA/SALIDA**

Son estos los que nos permiten conectar al microprocesador con una serie de dispositivos que le permitirán llevar a cabo la tarea que se desea. Podemos tener un programa eficiente para el microcontrolador y podemos grabarlo exitosamente en este, pero de nada nos va a servir por sí mismo. Debemos valernos de sus puertos de entrada/salida para conectarlo a los dispositivos periféricos restantes del circuito, para que este lleve a cabo su función.

El microcontrolador elegido para el presente proyecto es el PIC 18F4550, por ser ideal en cuanto a sus características, además de ser totalmente compatible con los demás elementos que se utilizarán, como es el caso del módulo Xbee. Las propiedades de este microcontrolador se describen brevemente a continuación. (Olimex, 2004)

### **2.4.2 MICROCONTROLADOR 18F4550**

El Microcontrolador 18F4550 pertenece a la familia de los PICs, que encabezan la lista de microcontroladores en lo que a ventas se refiere, esto debido a la gran adaptabilidad que poseen los mismos para desempeñar un sinnúmero de tareas, según la necesidad y requerimiento del usuario. Ya sea como temporizador, conversor análogo/digital, emisor/receptor, entre otras funcionalidades, además de disponer de un módulo USB que le añade una nueva gama de opciones. Otro punto a favor de este tipo

de dispositivos, es la alta variedad de documentos de soporte existentes, ya que desde el Internet podemos descargar el datasheet correspondiente, guías de uso, etc.

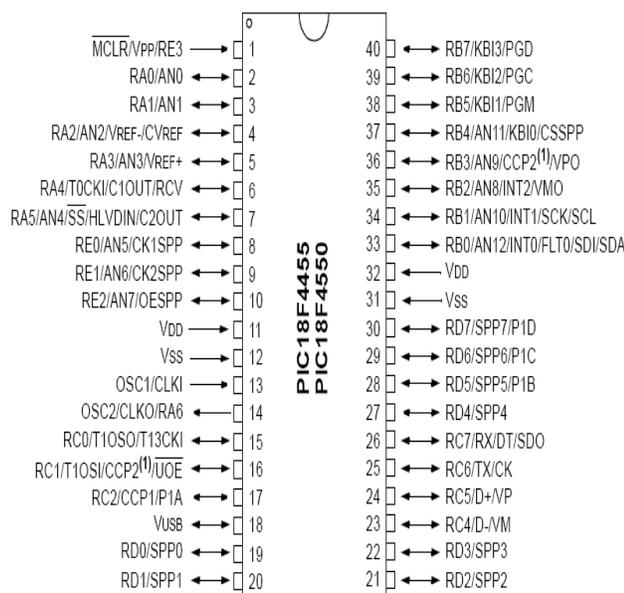
Una gran ventaja que presentan estos microcontroladores en lo referente a la memoria, es que esta tiene segmentos regrabables, de manera que sirven una vez cumplida una tarea, podemos volver a programarlo y usarlo en un circuito nuevo.

Entre las características más relevantes de los 18F4550, tenemos:

- ◆ Dispone de un puerto USB 2.0
- ◆ Hasta 3,9 Kb de RAM, y 1 Kb de Eeprom
- ◆ Soporta una gran cantidad de escritura/borrado en ambas memorias
- ◆ Consumo de energía relativamente bajo
- ◆ Hasta 12 MIPS de velocidad
- ◆ Hasta 80 pines
- ◆ Protección programable de datos
- ◆ 4 temporizadores
- ◆ 13 canales de conversión análogo/digital
- ◆ Puede usar un reloj externo como cualquier microprocesador, o utilizar el oscilador que trae incorporado.

### 2.4.2.1 DIAGRAMA DE PINES DEL PIC

En la imagen 2-2 podemos observar el mapa de pines del pic 18F4550.



*Figura 2-2. Esquema de pines del PIC 18F4550*

FUENTE: Valdés & Pallás. (2007). *Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC*

### 2.4.2.2 PARTES DEL PIC

En el siguiente gráfico podemos apreciar las partes del microcontrolador 16F4550; entre ellas, la **Memoria de Programa** (ProgramMemory), de 32 Kb. Una memoria interna encargada de almacenar datos e instrucciones, y que puede ser escrita y leída según sea necesidad del programador.

Vemos también la **Memoria de Datos** (Data Memory), de 2 Kb. Una memoria que guarda de forma temporal las instrucciones dadas al microprocesador, durante la ejecución del programa.

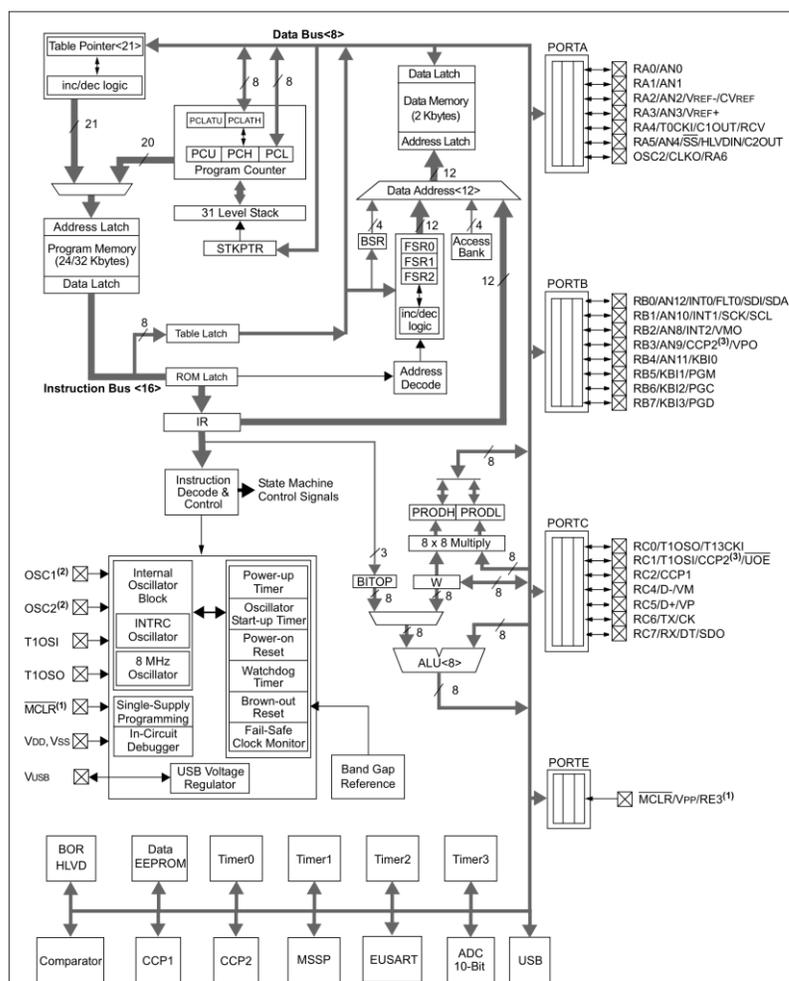


Figura 2-3. Diagrama de bloques del PIC

FUENTE: Valdés & Pallás. (2007). *Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC*

De igual forma encontramos la anteriormente mencionada **Memoria EEPROM** (EEPROM Memory) de 256 b. Esta es una memoria no-volátil que guarda registros aun cuando el microprocesador no está energizado. A pesar de no ser volátil, el contenido de esta memoria puede ser modificado incluso durante la operación del microcontrolador en caso de ser requerido.

Es en la memoria ROM donde se almacena el programa que se va a ejecutar de forma permanente. Tal como en las computadoras, esta es una memoria no volátil en la cual las instrucciones que se le den al PIC estarán seguras y disponibles cuando sea requerido ejecutarlas. Como promedio, tienen un tamaño de 8 Kb.

Otra memoria, que podría definirse como la más compleja de todas, es la memoria RAM. Esta memoria de carácter volátil, es vaciada completamente cada vez que se corta el flujo de energía hacia el PIC, por lo tanto almacena información de forma temporal. En su interior alberga los registros de propósito general y los registros de propósito especial.

Observamos a la derecha del diseño, los puertos conocidos como PortA, PortB, PortC y PortE, que deben ser debidamente identificados a la hora de realizar la programación del PIC, seleccionar cual hará las veces de entrada y cual o cuales serán la salida, por ejemplo. Apreciamos también componentes como el oscilador interno, los 4 temporizadores incorporados, y la salida del puerto USB 2.0. (Electrónicos Caldas, 2009)

### 2.4.3 SENSOR DE MOVIMIENTO



*Figura 2-4. Sensor de movimiento*

FUENTE: Moro, Miguel (2011). *Instalaciones Domóticas*.

Es un dispositivo electrónico que tiene como función principal detectar el movimiento físico. Casi siempre están presentes en los sistemas de seguridad, especialmente en los de circuito cerrado. De igual manera, son muy útiles en sistemas de iluminación, al encenderse únicamente al detectar una presencia dentro del lugar, contribuyendo así al ahorro de energía.

Un sensor de movimiento eficaz debe monitorear constantemente el área en la que se encuentra instalado, para así detectar en tiempo real todo movimiento que se produzca dentro de la misma. Con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología, estos han ido mejorando para tener menor tamaño, mayor funcionalidad, mayor precisión y velocidad al momento de dar notificaciones al sistema central.

De forma resumida, el funcionamiento de estos sensores consiste enviar y recibir constantemente señales al área que se desea vigilar, para de esta forma detectar presencias dentro de dicha área, información que es transmitida en tiempo real a una unidad central, conectada a cierta distancia del sensor.

#### **2.4.3.1 TIPOS DE SENSOR DE MOVIMIENTO**

Los sensores de movimiento se clasifican según varios parámetros, los cuales pueden ser su ubicación ya sea en interiores o exteriores, siendo esta última un área mucho mayor. También dependerá el tipo de onda que se está enviando para monitorear el movimiento; estas pueden ser infrarrojos, microondas, entre otras.

#### **2.4.3.2 SENSOR DE MOVIMIENTO POR INFRARROJOS**

Está constituido por sensores infrarrojos que monitorean la temperatura del lugar que se está vigilando. Todo ser vivo tiene su temperatura propia, esta es despedida en forma de radiación infrarroja, la misma que no es perceptible por la vista humana pero si mediante un dispositivo electrónico como este; y es justamente esa radiación la que miden estos sensores, no el calor como tal. Una variante a esto es el conocido como Sensor Infrarrojo Pasivo, que tiene la particularidad de no irradiar calor, con la finalidad de hacer más fieles las lecturas dentro del área.

De esta manera una radiación infrarroja constante o con pequeñas variaciones, se considera como un área segura y despejada. Por su parte, un aumento brusco de la misma en dicho lugar, puede tratarse como la intromisión de un individuo no autorizado, por lo cual el sensor enviará la notificación a la unidad central, para que esta a su vez inicie las acciones previamente establecidas. (Visiocam, 2010)

Se componen típicamente de unos elementos especiales similares a las resistencias, pero que en lugar de oponerse al paso de la corriente eléctrica, se oponen al paso de la radiación electromagnética, para de esta manera detectar un crecimiento significativo en este tipo de radiación.

Estos elementos son conocidos como fotorresistencias, y constan por lo general de una pequeña cámara compuesta por sulfuro de cadmio, que tiene la propiedad de oponerse al paso de la radiación, por lo cual es ideal para ser usado en este tipo de sensores.

Por el tipo de señal que emite, el sensor infrarrojo presenta la desventaja de tener un menor alcance que otros tipos de sensores, motivo por el cual lo recomendable es utilizarlos en áreas interiores no muy extensas. Otra desventaja es que requiere que haya una línea de vista entre el sensor y el intruso, pero esto a su vez puede tomarse como una ventaja ya que identifica la posición exacta del mismo.

### **2.4.3.3 SENSOR DE MOVIMIENTO TIPO MICROONDAS**

Se trata de radares unidireccionales que vienen equipados con un emisor de microondas y con doble vía receptora para descartar falsas amenazas; generalmente utilizan un microprocesador en el cual viene precargada la rutina de vigilancia, aunque también trae ajustes configurables según la necesidad del usuario. Tienen un área de acción mayor que los sensores infrarrojos, además pueden ser rotados incluso después de su instalación para focalizar el sector exacto que se quiere monitorear.

Este tipo de sensor es ideal para ser ubicado en el techo o en la parte externa de las puertas, ya que por su radio de acción son ideales para detectar el ingreso o salida de individuos a un establecimiento.

En casos de puertas corredizas, batientes o giratorias suelen ser muy eficaces; como usualmente son colocados en zonas elevadas, vienen con un control remoto para su manejo; un ejemplo de esto lo apreciamos en la imagen 2-8. Estos sensores, por lo general, tienen un aspecto mucho más estilizado y moderno que otras versiones, siendo idealzs para ubicar en locales comerciales, salones de eventos, entre otros. (Voltimun, 2010)

### **2.4.3.4 SENSOR DE MOVIMIENTO POR ULTRASONIDO**

Posee un emisor y un receptor de ondas ultrasónicas. Dispara una onda ultrasónica, la misma que rebota en los objetos existentes dentro del lugar que se está controlando y

posteriormente esta onda regresa al sensor, el cual cotejará la frecuencia de la onda enviada con la frecuencia de la onda recibida. Si la variación entre ambas frecuencias es lo suficientemente significativa, se dispara el estado de alarma. Es una aplicación práctica del efecto Doppler.

Explicándolo más profundamente, podemos plantear el siguiente ejemplo: las ondas se emiten y al rebotar existirá una varianza  $X$ . Si un intruso ingresa al lugar de acción del sensor, cuando se emita la siguiente onda, esta rebotará contra el cuerpo del individuo y al volver al sensor, presentará una mayor variación que las anteriores; es entonces cuando se da la orden de disparar la alarma e iniciar las acciones programadas.

Puede decirse que son los más complejos, pero sin embargo su tamaño no es mucho mayor al de otros tipos de sensor y pueden llegar a ser mucho más exactos que el resto, puesto que son capaces de detectar la ubicación del intruso de forma rápida y con un alto índice de precisión.

#### **2.4.4 SENSOR DE HUMO**

Un sensor de humo es un dispositivo electrónico que tiene como finalidad la detección de humo o gases inflamables dentro de un área determinada y que pudieran incurrir en peligro de incendio. Estos se activan tanto con elementos visibles como no visibles al ojo humano, por lo tanto la alarma puede ser activada por el humo de un

cigarro y por el gas de cocina, por ejemplo. Por lo tanto también se los podría considerar un detector de material inflamable.



*Figura 2-5. Sensor de humo*

FUENTE: Moro, Miguel (2011). *Instalaciones Domóticas*.

Naturalmente estos sensores son ubicados en el techo del lugar a proteger, puesto que el humo siempre tiende a ir hacia arriba, siendo de esta forma, el techo la mejor ubicación para detectarlo rápidamente.

A diferencia de los sensores de humo, estos no deben estar obligatoriamente conectados a una central de control, puesto que vienen con una alarma integrada que emitirá un sonido de alerta tan pronto como el humo sea detectado; sin embargo, con la finalidad de brindar una mayor seguridad, se estila anexarlos a un sistema de seguridad, con el fin de tener un aviso remoto acerca de un posible incendio en un domicilio y local, ya que este tipo de amenaza podría no solo afectar al inmueble en el cual se

produce, sino también a aquellos que se hallan juntos o cercanos, en caso que el fuego cobre suficiente fuerza como para expandirse hacia otras construcciones.

Una deficiencia que presentan algunos sistemas de seguridad consiste en que comúnmente en la central se tiene notificación de un posible incendio pero dentro de una zona determinada, sin conocer la localización exacta del mismo; y en caso de requerir saber dicho punto, se aumenta considerablemente el número de zonas en que se divide el área total, lo cual aumenta los costos de instalación y recursos. Al implementar el dispositivo remoto en cada domicilio, en la garita se podrá tener el dato exacto de en qué domicilio se produjo la alerta, aumentando por mucho la capacidad de responder a la misma y así evitar que el fuego (en caso de que la fuga haya originado ya un incendio) se propague y cause pérdidas ya sea humanas o materiales. En la imagen podemos apreciar un caso típico de múltiples sensores conectados a una central, en este caso, una computadora.

Uno de los métodos más comunes que utilizan estos sensores consiste en disparar un haz de luz de forma constante, de manera que si esta luz es incidida por la existencia de humo, salta la alarma de inmediato. Otro mecanismo común entre estos dispositivos, es la existencia de una alarma sonora, capaz de alertar a las personas que se encuentran cerca sobre un posible incendio. Según las posibilidades y el deseo el cliente, así como de la infraestructura del lugar, se puede adaptar también rociadores automáticos, de manera que al detectar la existencia de humo o gases inflamables estos se activan.

### 2.4.5 MODULO GSM



*Figura 2-6. Módulo GSM*

FUENTE: Talukdar, Asoke (2010). *Mobile Computing*.

Un módulo GSM es un pequeño terminal en el cual se puede colocar una tarjeta SIM para aprovechar sus propiedades. Es, básicamente, un teléfono móvil en su forma más simple, ya que permite realizar llamadas y enviar mensajes de texto mediante la antena celular que tiene integrada, la cual se conecta a la radio base de la celda celular como si se tratara de un equipo celular cualquiera.

La mayoría de estos módulos operan en las mismas 4 bandas disponibles para la telefonía celular. Estos dispositivos son ampliamente utilizados en diversas áreas de la ingeniería, entre las cuales tenemos la implementación de alarmas a distancia, la videovigilancia, creación de firewalls, envío cifrado de datos, tienen utilidad en el campo de la energía, logística, la entrega de teleservicios, creación de redes privadas virtuales (VPN), entre muchos otros. (Pudn, 2012)

### 2.4.5.1 COMANDOS AT

Los comandos AT son instrucciones similares a las de un lenguaje de programación, que nos permiten indicar a los módulos o módems, que es lo que deseamos que haga.

En la siguiente tabla vemos una lista de los comandos más utilizados:

*Tabla 2-1. Comandos AT*

COMANDO	FUNCIÓN
AT+CGMI	Obtener ID de fabricante
AT+CPAS	Estado del modem
AT+CPMS	Elegir destino de almacenamiento de SMS
AT+CMGF	Elegir formato de almacenamiento de SMS
AT+CMGR	Leer un SMS previamente almacenado
AT+CMGS	Enviar un SMS
AT+CMGW	Almacenar un SMS
AT+CMSS	Enviar un SMS previamente almacenado
AT+CREG	Conectarse a una red
AT+CPIN	Ingresar el Numero de ID Personal (PIN)
AT+CPINC	Verificar numero de intentos restantes
AT+CPWD	Cambiar contraseña
AT+CPBW	Guardar una nueva entrada

AT+CPBS	Buscar una entrada guardada
AT+CMGL	Revisar lista de mensajes guardados

FUENTE: Sandel, Miguel. (2012) Comandos AT para Modem GSM.

Este tipo de comandos fue implementado por la tecnología GSM para la comunicación con sus equipos; es por esto que cuando hablamos de módulos GSM, necesariamente debemos pasar por los comandos. Los equipos móviles vienen con un conjunto precargado de estos comandos, con la finalidad de realizar llamadas, enviar mensajes de texto, registrar números en la libreta de contactos, etc. (Bluehack, 2011)

Estos módulos vienen en varias marcas, cada una con sus características específicas y con ventajas y desventajas, que deben ser analizadas por el usuario previo a la elección de un módulo. Para el presente proyecto, se ha optado por utilizar el Modulo GSM ME3000 de la marca ZTE, cuyo funcionamiento y especificaciones serán ampliados a continuación.

#### **2.4.5.2 MÓDULO GSM ME3000**

El módulo GSM ME3000 es un tipo de modem inalámbrico GSM/GPRS que soporta banda dual y con abundantes funciones de texto, voz, y datos, entre otros. Este módulo

puede ser aplicado para la transmisión inalámbrica de información, seguridad, máquinas de lotería, transmisión de fax, máquinas informativas, monitoreo remoto, rastreo de vehículos, localización de vehículos, etc. (Pudn, 2012)

### 2.4.5.3 ESPECIFICACIONES

- ◆ Peso: 8 gramos
- ◆ Tamaño: 44cm x 28 cm x 7,6 cm
- ◆ Soporte: cuatribanda, EGSM 900 / DCS 1800
- ◆ Cambia automáticamente entre ambas bandas
- ◆ Soporta servicio de datos, envío de SMS, comandos AT extendidos y TCP/IP

### 2.4.5.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las especificaciones de este dispositivo se detallan en la siguiente tabla:

*Tabla 2-2. Especificaciones del modem GSM*

Modo de acceso	GSM
Especificación técnica	GSM Fase 2/2+
Intervalo de frecuencias Rx/Tx	45 MHz para GSM 850

	45 MHz para EGSM 900  85 MHz para DCS 1800  90 MHz para PCS 1900
Banda de frecuencias EGSM 900	880-915 MHz para Tx  925-960 MHz para Rx
Banda de frecuencias DCS 1800	1710-1785 MHz para Tx  1805-1880 MHz para Rx
Modo de codificación CS-1	9.05 kbps
Modo de codificación CS-2	13.4 kbps
Modo de codificación CS-3	15.6 kbps
Modo de codificación CS-4	21.4 kbps

FUENTE: Wless, 2012

La tasa de transferencia teórica máxima en subida y bajada de información, para cada uno de estos métodos de codificación está especificado en la siguiente tabla:

*Tabla 2-3. Tasas de transferencia posibles*

Método de codificación	Bajada (kbps)	Subida (kbps)
CS-1	36.2	18.1
CS-2	53.8	26.8
CS-3	62.4	31.2
CS-4	85.6	42.8

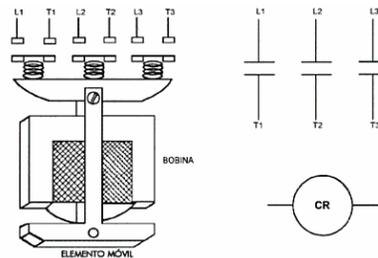
FUENTE: Wless, 2012

El módulo GSM soporta Clase B, pero cuando GSM y GPRS existen al mismo tiempo, GPRS se desactiva. Por otra parte, los servicios de voz y SMS de GSM son prioridad; después de eso, los servicios GPRS pueden continuar normalmente.

#### **2.4.5.5 CONDICIONES DE OPERACIÓN**

- ◆ Temperatura de operación: -20°C hasta 80°C
- ◆ Temperatura de almacenaje: -40°C hasta 85°C
- ◆ Humedad: 0% hasta 95%

## 2.4.6 RELÉS



*Figura 2-7. Relé y su símbolo electrónico.*

FUENTE: Harper, Gilberto. (2005). *Guía para el diseño de instalaciones eléctricas, residenciales, industriales y comerciales.*

Un relevador, conocido comercialmente como relé, es un dispositivo electromecánico que consiste en un interruptor que puede ser accionado mediante una bobina y un electroimán, activando así uno o varios circuitos eléctricos totalmente independientes, siendo este uno de los motivos por los cuales este dispositivo es tan utilizado en electrónica. Puede considerarse un amplificador, puesto que forma parte de un circuito de baja potencia, pero puede controlar circuitos de media y alta potencia.

### 2.4.6.1 ESTRUCTURA

Como se mencionó anteriormente, consiste de un electroimán que está formado por una barra de hierro rodeado por una bobina de cobre, denominada núcleo y un determinado número de contactos (denominados comúnmente NC – normalmente

cerrado; C – común y NO – normalmente abierto). La corriente circulará por dicha bobina, electrificando la barra de hierro y transformándola en un imán cuya potencia dependerá de la intensidad de dicha corriente y de cuantas vueltas dé la bobina al núcleo. El núcleo interferirá sobre la armadura, y ésta a su vez, sobre los contactos, provocando que se genere una conexión entre ellos. Dichos contactos vienen a ser el interruptor.

Cuanto más grande y potente es el relé, más energía será requerida para su activación.

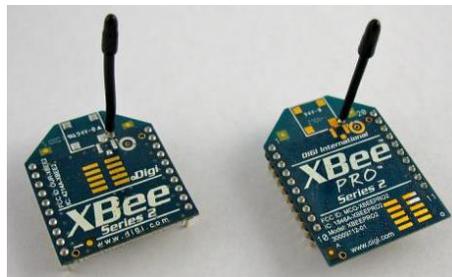
#### **2.4.6.2 RELÉS DE ARMADURA**

Existe una gran variedad de relés, dependiendo su potencia, el número de contactos, entre otros factores. Cada uno posee propiedades únicas que le dan características diferentes a las del resto. Para empezar, los relés pueden ser electromecánicos, de estado sólido, de corriente alterna, de láminas o de acción retardada. Sin embargo, los relés más utilizados y que serán motivo de estudio en el presente proyecto son los dos que pertenecen al grupo de los electromecánicos: los relés de armadura y los relés de núcleo móvil.

A este grupo pertenece el ejemplo mencionado anteriormente. Una barra de hierro electrificada por una bobina se convertirá en un imán, encargado de excitar la armadura que unirá o separará los contactos, para de esta forma activar o desactivar el circuito en

cuestión. Este tipo de relé es uno de los más antiguos, sin embargo sigue siendo muy utilizado en una amplia gama de aplicaciones. (Unicrom, 2009)

#### 2.4.7 XBEE



*Figura 2-8. Tipos de Xbee*

FUENTE: Faludi, Robert. (2010). *Building Wireless Sensor Networks: with ZigBee, XBee, Arduino, and Processing*

Los Xbee son dispositivos fabricados por la compañía Digi Internacional, que constan básicamente de un chip azul de tamaño reducido y una antena. Tienen la capacidad de comunicarse unos con otros de forma inalámbrica. El límite de estos chips depende de la imaginación de quién lo vaya a emplear. Entre sus usos, tenemos algo elemental como reemplazar una comunicación cableada por una inalámbrica, comunicar dos dispositivos, etc.

Existen muchas versiones, modelos, series, pero muy pocos saben reconocer realmente que es lo que diferencia unos de otros. Una ventaja que encontramos en estos chips es que a pesar de haber tantas variantes, los pines básicos como son: entrada,

contacto a tierra, transmisión y recepción, están ubicados siempre en el mismo lugar; de manera que, podemos reemplazar un Xbee por otro que no sea necesariamente del mismo modelo y tener acceso a, al menos, sus funciones más básicas. Los Xbee operan bajo el protocolo Zingbee; permiten conexión punto-a-punto, punto-a-multipunto y soportan la transferencia de un alto tráfico de datos.

Estos módulos se encuentran clasificados en series, siendo la serie 1 la más básica, económica y fácil de operar. La serie 2 por su parte añade un poco más de complejidad al requerir una programación previa a ser puestos en funcionamiento. Cada una de estas series cuenta con una versión mejorada conocida como Xbee Pro. La versión Pro de la serie uno posee un mayor alcance que su forma más sencilla, mientras que la versión Pro de la serie 2 añade ventajas mayores como la creación de redes MESH. (Digi, 2011)

#### **2.4.7.1 XBEE SERIE 1**

Son los módulos más básicos dentro de la familia Xbee. Son ideales para tareas sencillas y para usuarios que apenas se están iniciando en esta rama. Permiten fácilmente realizar conexiones punto-a-punto como si fuera uno de la serie 2, aunque también funciona bien en conexiones punto-a-multipunto ya que vienen preconfigurados, es decir, nos permite obviar toda la etapa de configuración necesaria en sus sucesores. No son compatibles con dispositivos de la serie 2 debido a que operan en frecuencias diferentes.

Estos dispositivos se enlazan por lo que se conoce como red Zigbee, a la cual acceden mediante una dirección única de 64 kbps que viene precargada de fábrica.

#### **2.4.7.2 XBEE SERIE 2 (2B, 2.5 Y ZB)**

La serie 2.5, a diferencia de los de la serie 1, necesitan ser configurados, dándoles así un nivel de complejidad mayor. Para realizar configuraciones P2P, no presentan mayores ventajas que la serie anterior, sin embargo al hablar de conexiones punto-a-multipunto la diferencia es notoria. Por otra parte, estos también sirven para redes mesh. Esta versión ya no se fabrica desde la salida al mercado de la versión mejorada ZB. Esta, es prácticamente idéntica a la 2.5 pero posee un firmware totalmente renovado.

Para configurar estos módulos es necesario disponer de un dispositivo que permita conectarlo a una PC. Estos son llamados Xbee Explorer y serán explicados más adelante.

Uno de los más utilizados para la serie 2 es el Xbee Explorer Dongle, que nos permite acceder a las configuraciones internas del Xbee con la finalidad de leerlas o modificarlas según sea requerido.

#### **2.4.7.3 XBEE PRO**

Los Xbee Pro presentan algunas ventajas en relación a la versión común del Xbee. Por lo general tienen un mayor precio y un mayor consumo de energía, pero lo

compensan con un mayor alcance, puesto que llega a alcanzar hasta 40 Km. Son compatibles e interconectables con la versión regular.

#### **2.4.7.4 TIPOS DE ANTENA Y CONECTORES**

- ◆ Antena tipo Cable
- ◆ Antena tipo Chip
- ◆ Conector U.FL
- ◆ Conector RPSMA

#### **2.4.7.5 ANTENA CABLE**

En este Xbee, la antena consiste en un trozo pequeño de cable. Irradia señal en todas las direcciones, por lo tanto su señal y atenuación será similar en los 360°. Es práctica en casos en los que se dispone de espacio suficiente para dejar la antena sobresaliendo, ya que caso contrario podrían producirse problemas con la integridad física de este tipo de antenas.

#### **2.4.7.6 ANTENA CHIP**

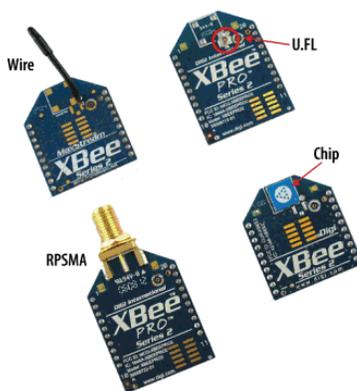
Se utilizan comúnmente cuando el espacio es reducido. La antena consiste en un chip cerámico pegado al Xbee. Tienden a ser los más rápidos y adicionalmente son los más baratos también.

### 2.4.7.7 CONECTOR U.FL

Se trata de un pequeño conector que requiere una antena externa. Se usa frecuentemente en casos en los que se desea que la antena esté separada del Xbee.

### 2.4.7.8 CONECTOR RPSMA

Es un tipo de conector de mayor tamaño, que permite al usuario adaptarle su propia antena al Xbee. Es ideal para casos en los que el módulo se encuentra dentro de una caja, y la antena pueda quedar fuera de la misma. (Electrónica Embajadores, 2011).



*Figura 2-9. Tipos de antena.*

FUENTE: Faludi, Robert. (2010). *Building Wireless Sensor Networks: with ZigBee, Xbee, Arduino, and Processing*

## 2.4.8 PANTALLA GLCD



*Figura 2-10. Pantalla GLCD*

FUENTE: Dogan, Ibrahim. (2012). *Using LEDs, LCDs and GLCDs in Microcontroller Projects*

Una Pantalla Gráfica de Cristal Líquido, o GLCD por sus siglas en inglés (Graphic Liquid Crystal Display) es una pantalla monocromática, que permite visualizar textos, imágenes o incluso fotos, pero con la razonable limitación de resolución. Muestran la información requerida por medio de una matriz de píxeles iluminados por una fuente retroproyectora cuyo color puede variar. Su consumo de energía es mínimo, lo cual la hace ideal para dispositivos portátiles, puesto que requieren ahorro de energía.

Vienen equipadas con una memoria RAM interna que va acorde a las necesidades de cada modelo. Son ideales para trabajar en combinación con microcontroladores, debido a la compatibilidad que tienen ambos en cuanto a su programación. (Crespo, Rendón, Valdivieso; 2011)

### 2.4.8.1 TAMAÑOS

En cuanto al tamaño, suelen ir desde los 240x128 hasta 96x65. Este valor significa la cantidad de píxeles utilizados para el ancho y alto de la pantalla; por ejemplo: una GLCD de 240x128 tendrá 240 píxeles de ancho por 128 de alto, y precisamente del tamaño dependerá la cantidad de memoria RAM que necesite.

Los tamaños disponibles son:

- ◆ 240x128
- ◆ 240x64
- ◆ 160x128
- ◆ 128x128
- ◆ 128x64
- ◆ 96x65

## CAPÍTULO III

### 3 DISEÑO DEL SISTEMA

#### 3.1 ASPECTOS A CONSIDERAR PREVIAMENTE

En el diseño de toda red o sistema es necesario considerar múltiples variables que pueden influir en el desempeño de la misma. En el caso del sistema de control que se plantea en este proyecto, podemos considerar los siguientes aspectos:

**Área a monitorear:** Es importante determinar qué tan amplia es el área tanto de cada domicilio como de la ciudadela en general. En las viviendas es importante determinar la cantidad de accesos que pueda tener la misma, tales como puertas, ventanas, tragaluces o cualquier otro conducto que lleve hacia el interior y que sea un potencial ingreso de intrusos. Una vez establecido esto, es posible determinar cuántos sensores de movimiento son necesarios. Comúnmente estos sensores son colocados cerca de dichos posibles accesos, de manera que en cuanto exista un intruso, estos puedan detectarlos y dar el aviso. Respecto a los sensores de humo, son imprescindibles en el área de la cocina, pero de igual forma son requeridos para cubrir prácticamente toda la casa, ya que una fuga de gas, o un cortocircuito puede producirse en cualquier parte de la misma. En casas grandes es importante determinar cuántos de estos sensores serán necesarios a fin de que la vivienda esté totalmente protegida.

En lo que se refiere al área total de la ciudadela, hay que ser extremadamente cuidadosos ya que hay que recordar los límites de capacidad que tienen los Xbee. Para esto, ciudadelas pequeñas podrían ser perfectamente cubiertas por un Xbee tradicional, pero extensiones mayores podrían requerir un Xbee Pro. Es muy raro que una ciudadela llegue a exceder los límites de un Xbee Pro, sin embargo no está demás tomar precauciones antes de implementar el sistema.

**Seguridad Actual en la zona:** Por lo general, las urbanizaciones privadas se encuentran en zonas relativamente seguras y buen status social, mas no hay que olvidar que en ocasiones pueden estar ubicadas en zonas de peligro que requerirán una mayor protección. Para casos como este, es importante una reunión por parte del encargado del proyecto y un representante de la ciudadela, con las autoridades, ya sea la policía o el ECU911, a fin de organizar planes de acción en cuanto se detecten alarmas en el interior de la ciudadela. Una expansión a este proyecto podría incluir dar a aviso directamente a la policía o los bomberos, según el tipo de amenaza detectada.

**Mantenimiento y buena operación del sistema:** Este proyecto está planeado para trabajar siempre con materiales y dispositivos de primera calidad, a fin de garantizar su buen funcionamiento incluso con el paso del tiempo. Esto debe mantenerse de esta forma, y es necesario advertir a los clientes que no manipulen de forma alguna los dispositivos ya que gente sin el conocimiento básico podría perjudicar el buen funcionamiento del sistema.

### 3.2 ASPECTO LEGAL

En el Ecuador, los sistemas de seguridad privada se encuentran regulados por el Anesi (Asociación Nacional de Empresas de Seguridad Integral). Esta institución posee su propio estatuto que rige los sistemas de seguridad privada existentes en el país.

En dicho reglamento se explica que cualquier institución que vaya a brindar servicios de seguridad privada deberá pasar previamente por el proceso de registro Mercantil; una vez completado este, se podrá procesar el Registro de Funcionamiento y el Permiso de Operación; en los estatutos se especifica la lista de documentos necesarios para realizar dichos trámites. La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones es la encargada de autorizar el uso de equipos de comunicación y asignar las frecuencias correspondientes, las mismas que se concederán siempre y cuando no interfieran con las de la Fuerza Pública. Se especifica también la postura que debe mantener la empresa durante su operación, tal como brindar siempre su ayuda, en tanto sea posible, a los agentes de la fuerza pública, no entorpecer sus labores, así como portar distintivos y un logo en todos sus equipos y uniformes de los empleados. Adicionalmente, toda empresa que brinde sistemas de seguridad privada se encuentra sujeta al control de la Superintendencia de Compañías, la misma que podría aplicar sanciones o incluso disolverlas. (Anesi, 2014)

Es importante que antes de iniciar cualquier acción referente a la implementación de este sistema de seguridad, se contacte a la Anesi para obtener asesoría y así cumplir con todos los mandatos de ley. El reglamento consta de 25 artículos y 12 disposiciones que deberán ser leídas y aplicadas en su totalidad por cualquier persona natural o jurídica que desee implementar la propuesta descrita en el presente proyecto.

### 3.3 DISEÑO GENERAL



*Figura 3-1. Diseño del sistema*

FUENTE: Autor

Como podemos apreciar en el gráfico, la red es sencilla y consta de pocos elementos, repartidos entre el domicilio del cliente y la caseta de los guardias de la ciudadela.

### 3.4 COMPONENTES

Como se ha ido explicando previamente en este documento, el sistema que se plantea en el presente proyecto de titulación consta de elementos tanto dentro del domicilio del usuario, como en la garita de la ciudadela.

En el domicilio estarán los sensores de humo y de movimiento (la cantidad depende de los requerimientos y las posibilidades del cliente, aunque se dará una cantidad recomendada, previa implementación) debidamente conectados vía cable a un dispositivo que constará del microcontrolador con el circuito necesario para su funcionamiento, el Xbee Pro y el modem GSM, todo dentro de una caja compacta.

Por su parte, en la garita encontramos una caja similar, pero esta contendrá únicamente el Xbee Pro y el microcontrolador con su circuito que se conectará a la pantalla GLCD vía cable. La comunicación entre ambos se realizará de forma inalámbrica mediante los Xbee Pro.

### **3.5 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**

Una vez que los sensores reciben un estímulo suficientemente fuerte como para activarlos, darán un aviso automático al microcontrolador, el cual, gracias al software que fue previamente cargado en el mismo, tomará dos acciones: la primera consiste en enviar mediante el Xbee, una alerta al dispositivo de la garita. Dicho aviso, tras ser recibido, será mostrado en la pantalla GLCD, detallando el tipo de amenaza (humo o intrusos) y en qué vivienda se produjo.

La segunda acción que tomará el microcontrolador, consiste en dar la orden al modem GSM para que envíe un mensaje de texto (SMS) a uno de los ocupantes de la casa, cuyo número debe ser previamente registrado en el microcontrolador.

### 3.6 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Al hablar de los costos de producción de esta propuesta, hay que tener clara una cosa: sin importar el tamaño de la ciudadela, existirá un costo único por instalar el equipo en la garita, y un precio adicional por cada casa que se desea proteger.

El costo de producción del equipo en la garita se describe a continuación:

*Tabla 3-1. Precio de los elementos para la garita*

ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO
Microcontrolador 18F4550	1	5,25
Pantalla GLCD	1	6,23
Xbee Pro	1	9,99
Resistencias, transistores	9	2,70
Caja	1	3
Tarjeta electrónica	1	4
Cables	3 mt.	1,40
Total		\$ 32,57

FUENTE: Autor

El costo de producción e instalación del equipo en la vivienda se describe a continuación:

*Tabla 3-2. Precio de los elementos para el domicilio*

ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO
Microcontrolador 18F4550	1	5,25
Sensor de movimiento	1	12,95
Sensor de humo	1	12,49
Módulo GSM ME3000	1	9,91
Relé	2	2,59
Xbee-Pro	1	9,99
Cables	6 mts.	2,80
Caja	1	3
Tarjeta electrónica	1	5
Total		\$ 63,98

FUENTE: Autor

Los costos de producción y ensamblaje adicionales, podrían ser el grabado de la programación en el microcontrolador en caso que no se disponga del equipo apropiado para esta tarea y el ensamblado de los elementos en la tarjeta electrónica; sin embargo son tareas que no implican un gasto mayor.

Por lo expuesto, se puede concluir que el costo final de esta propuesta es de \$96,55 para la garita y un domicilio, teniendo en cuenta que cada vivienda adicional tendría un

costo de \$63,98, equipada con un sensor de movimiento y uno de humo; de requerir más sensores, estos tendrían el precio marcado en la tabla.

Cabe indicar que este proyecto puede ser aplicado en urbanizaciones sin importar el número de domicilios que posean ni su extensión, ya que el Xbee Pro tiene un alcance de hasta 40 kilómetros.

### **3.7 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS NECESARIOS**

El circuito es diseñado en el programa Proteus, incluye los elementos mencionados anteriormente, además de elementos menores tales como resistencias, transistores y diodos. Para simular los sensores, se han empleado switches que en estado <abierto> imitan la ausencia de alertas; mientras que al estar <cerrado> representan cuando uno de los sensores detecta una amenaza.

A continuación se muestra el circuito correspondiente a los dispositivos ubicados en el domicilio del cliente; posterior a este se muestra el dispositivo de lo concerniente a la garita de la ciudadela. Nótese que ambos circuitos son relativamente similares, con la ausencia obvia del módulo y los sensores en la garita.

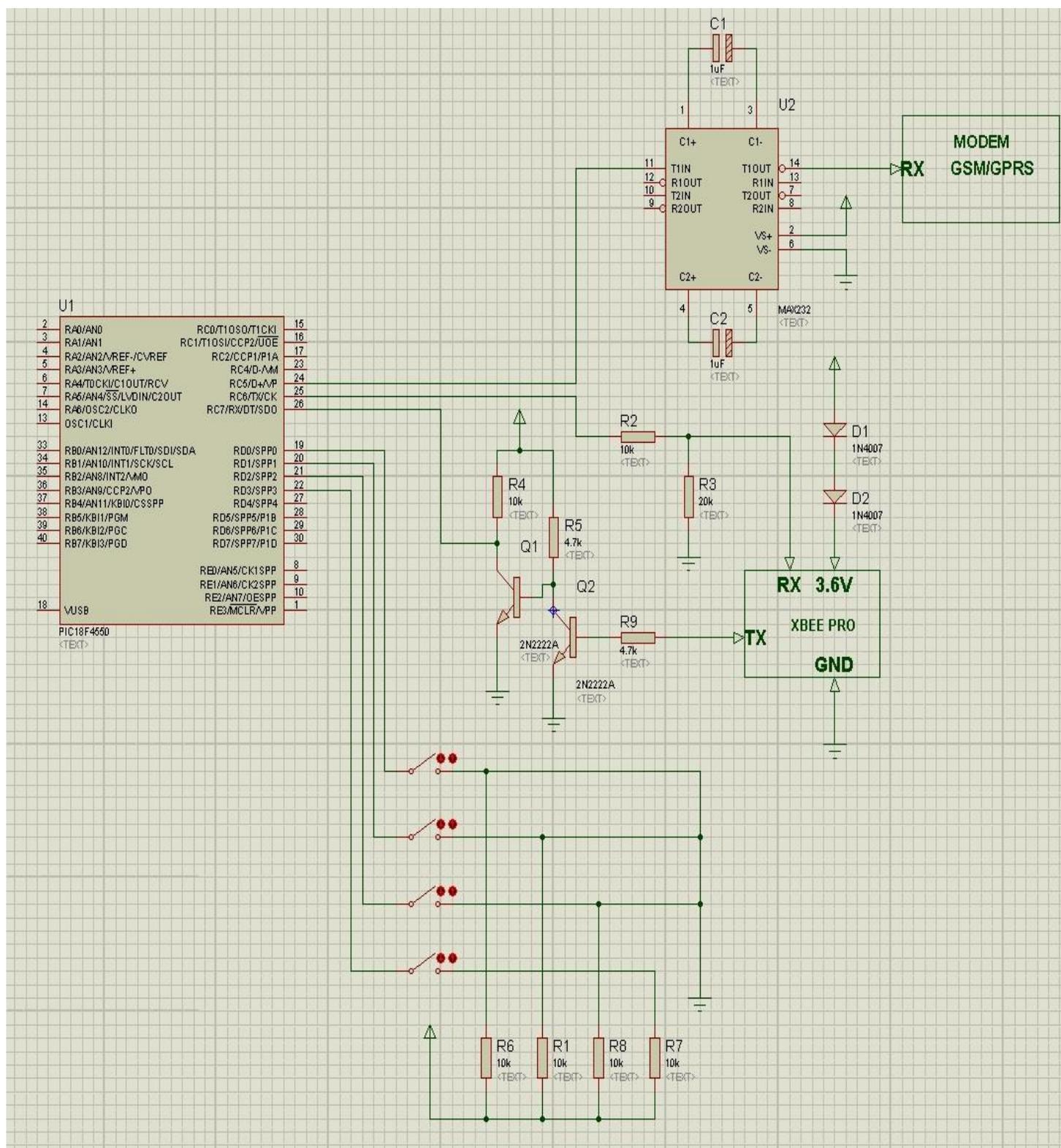


Figura 3-2. Circuito del dispositivo en casa del cliente

FUENTE: Autor

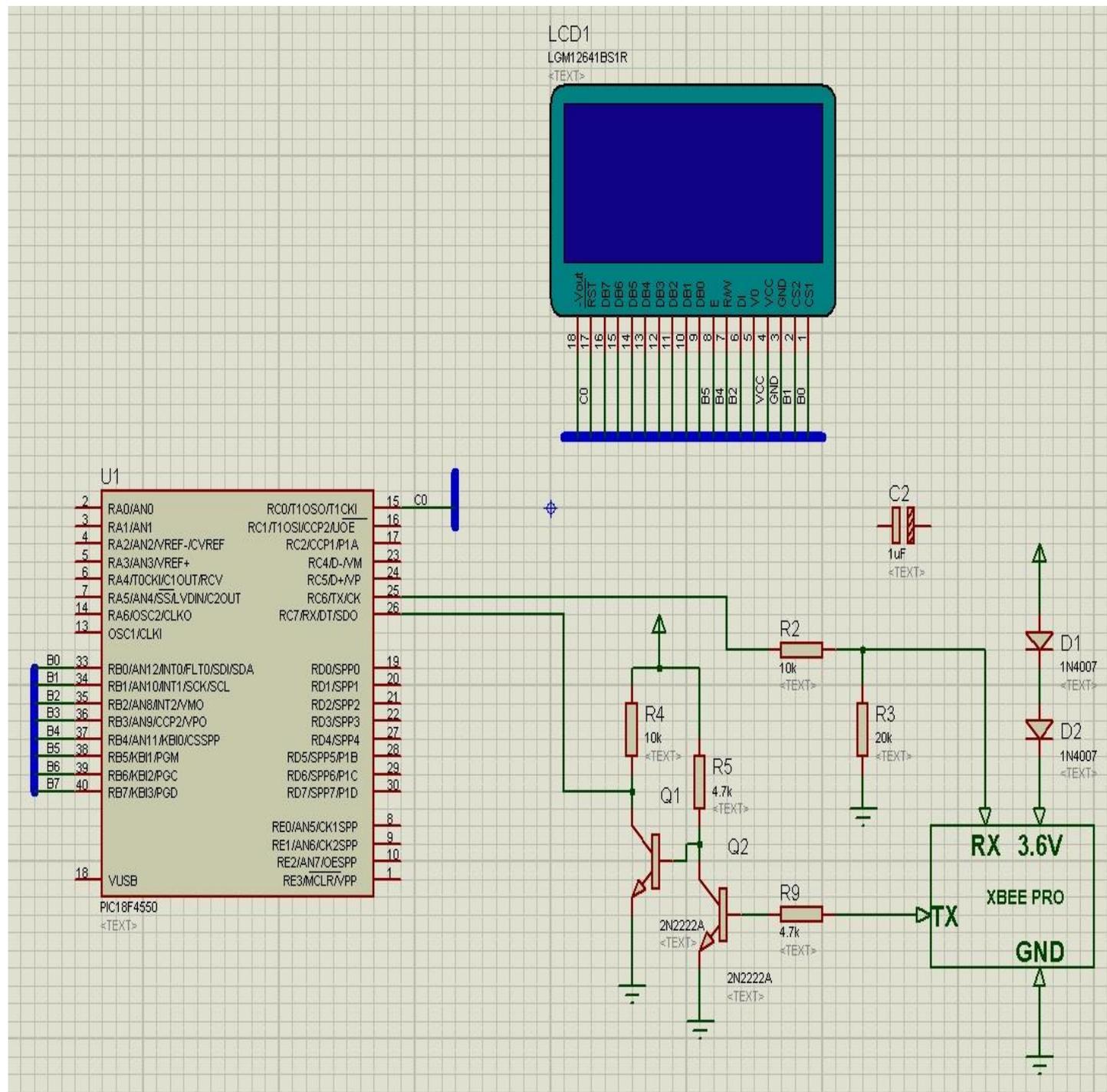


Figura 3-3. Circuito del dispositivo en la garita

FUENTE: Autor

### 3.8 PROGRAMACION DEL MICROCONTROLADOR

A continuación se muestra la programación necesaria para que el PIC18F4550 realice la tarea deseada para el presente proyecto. Recordar que este debe ser grabado en la memoria del PIC.

Programación del PIC del domicilio:

```
#include <18f4550.h> //micropic
#FUSES HS

#use delay (clock=4000000) // o 4Mhz
#use rs232(baud=9600, xmit=pin_c5,rcv=pin_c4,stream=GSM)
#use rs232(baud=9600, xmit=pin_c6,rcv=pin_c7,stream=xbee)
#include <lcd.c>

#BYTE portc=0xf82

int bandera1=0;
int bandera2=0;
int bandera3=0;
int bandera4=0;

INT valor;

void modem_init(void)
{ fputs("AT",GSM);
  fputs("AT+CMGF=1",GSM);
  fprintf(GSM,"at+cscs=%c+593995297705%c%c",34,34,13);
  fprintf(GSM,"%c",13); }
```

```

void envio_ms(int valor)
{
    if(valor==1)
    {
        if(bandera1==0)
        {
            fprintf(GSM,"at+cmgs=%c+593999999999%c%c",34,34,13);
            fprintf(GSM,"Ingreso por zona 1 %c %c",26,13);
            bandera1=1;
            fputs("Amenaza de intruso domicilio 1 zona1",xbee);        }    }

    if(valor==2)
    {
        if(bandera2==0)
        {
            fprintf(GSM,"at+cmgs=%c+593999999999%c%c",34,34,13);
            fprintf(GSM,"Ingreso por zona 2 %c %c",26,13);
            bandera2=1;
            fputs("Amenaza de intruso domicilio 1 zona2",xbee);        }    }

    if(valor==3)
    {
        if(bandera3==0)
        {
            fprintf(GSM,"at+cmgs=%c+593999999999%c%c",34,34,13);
            fprintf(GSM,"Peligro Incendio Z1 %c %c",26,13);
            bandera3=1;
            fputs("Amenaza de incendio domicilio 1 zona1",xbee);        }    }

    if(valor==4)
    {
        if(bandera4==0)
        {
            fprintf(GSM,"at+cmgs=%c+593999999999%c%c",34,34,13);

```

```
fprintf(GSM," Peligro Incendio Z2 %c %c",26,13);  
bandera4=1;  
fputs("Amenaza de incendio domicilio 1 zona2",xbee); } } }
```

```
void main(void)  
{  
    set_tris_b(7);  
    set_tris_c(0X00);  
    delay_ms(500);  
    lcd_init();  
    modem_init();  
    portc=0;  
  
    while(true)  
    { if(!input(PIN_D0))  
        { envio_ms(1); }  
      else { bandera1=0; }  
  
        if(!input(PIN_D1))  
            { envio_ms(2); }  
          else { bandera2=0; }  
  
            if(!input(PIN_D2))  
                { envio_ms(3); }  
              else { bandera3=0; }
```

```

if(!input(PIN_D3))
    {    envio_ms(4);    }
else  {    bandera4=0;  } }

```

Programación del PIC de la garita:

```

#include <18F4550.h> //micropic
#include delay (clock=4000000) // o 4Mhz
#FUSES XT
#include <C:\Micro\lcd.c>
#include <C:\Micro\lcd.c>
#BYTE portc=0xf82
#BYTE PORTD=0xf83

int valor;
char mensaje[40];
#int_RDA
void RDA_isr()
{int x;
  gets(mensaje);
  lcd_gotoxy(1,1);
  lcd_putc("\f");
  for(x=0;x<=39;x++)

```

```

    {   lcd_putc(mensaje[x]); } }

void main(void)
{
    lcd_putc("\fGarita de control");
    while(true)
    {   } }

```

### 3.9 DIAGRAMA DE FLUJOS – OPERACIÓN

Diagrama del segmento de la garita de la ciudadela:

FUENTE: Autor

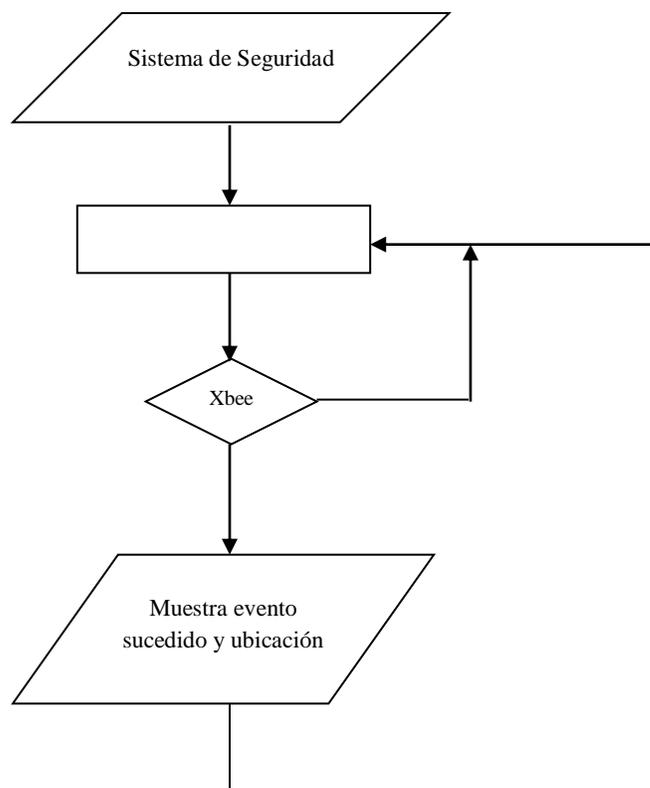
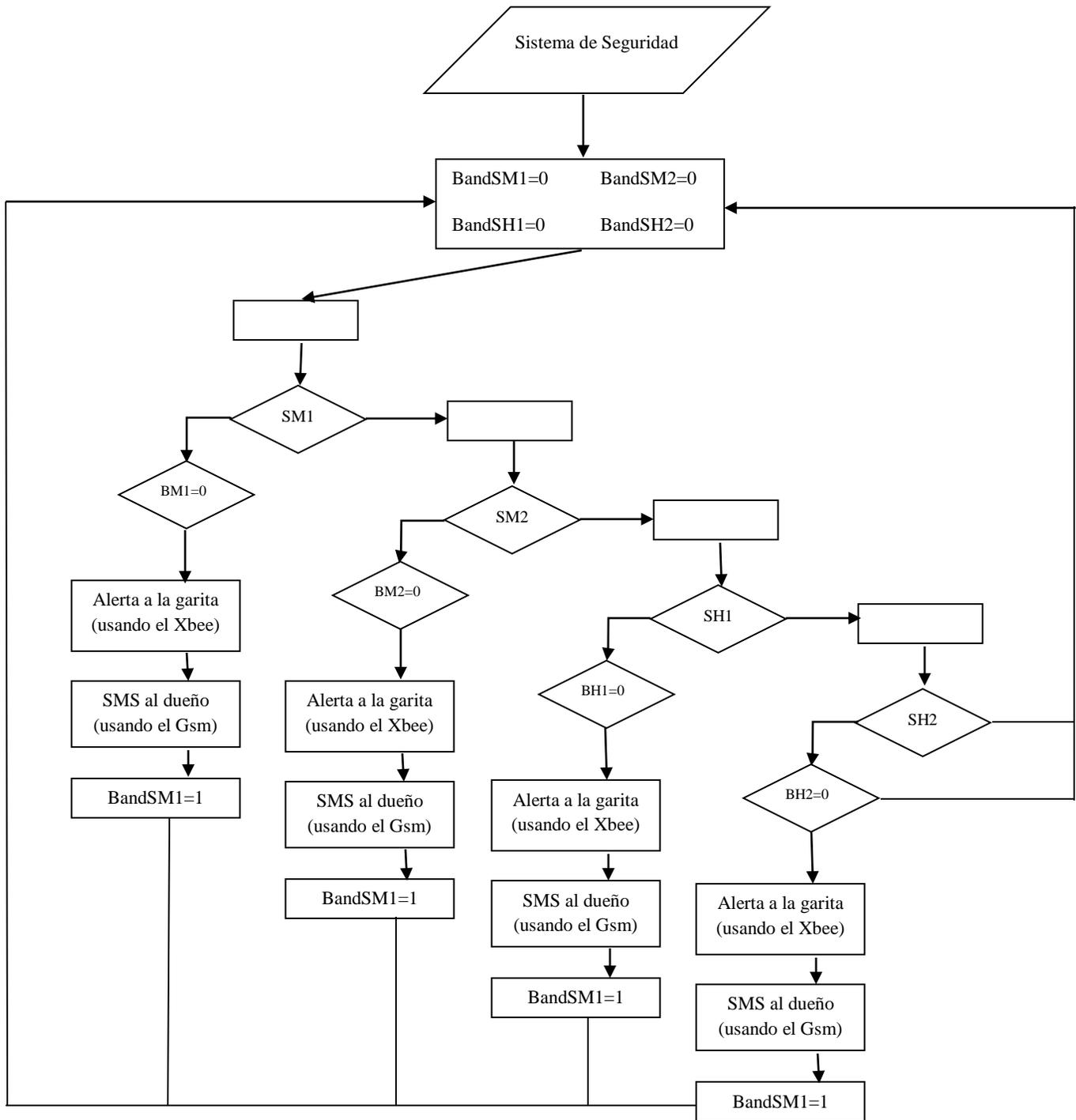


Diagrama del segmento del domicilio:

FUENTE: Autor



## CAPÍTULO IV

### 4 SIMULACIÓN

Para la simulación en el programa Proteus se requerirá de los circuitos previamente diseñados y de la programación para el PIC (ambos constan en el capítulo anterior). Dado que el Xbee no existe en el programa Proteus, se utilizará un Terminal Virtual que cumplirá sus funciones, lo mismo que se hará con el celular del cliente.

Para simular los sensores, se utilizan switches, que una vez activados, enviarán una señal de alerta, tal como harían los sensores en caso de detectar amenazas. Nótese que en la primera captura del programa Proteus, todos los switches se encuentran en estado <abierto> es decir, no transmiten ninguna alerta.

En los gráficos posteriores se muestra una captura con todos los switches activados, y en los Terminales Virtuales constan las alertas de las 4 posibles amenazas. Para finalizar, se muestra como uno a uno como estos switches van siendo activados, y como envían la señal de alerta correspondiente al Xbee y al módulo GSM, indicando el número de domicilio, el tipo de amenaza que está ocurriendo y en qué zona de la casa se está produciendo.

Cabe resaltar que este tipo de alertas es inmediato, es decir, los avisos tanto al Xbee como al Celular del cliente llegan en pocos segundos. El aviso al Xbee llegará en un tiempo aproximado al de la simulación, un segundo aproximadamente, Mientras que el mensaje al cliente está sujeto a los retardos de envío de un SMS, por lo cual es posible que tarde desde 5 hasta 10 segundos en ser recibido.

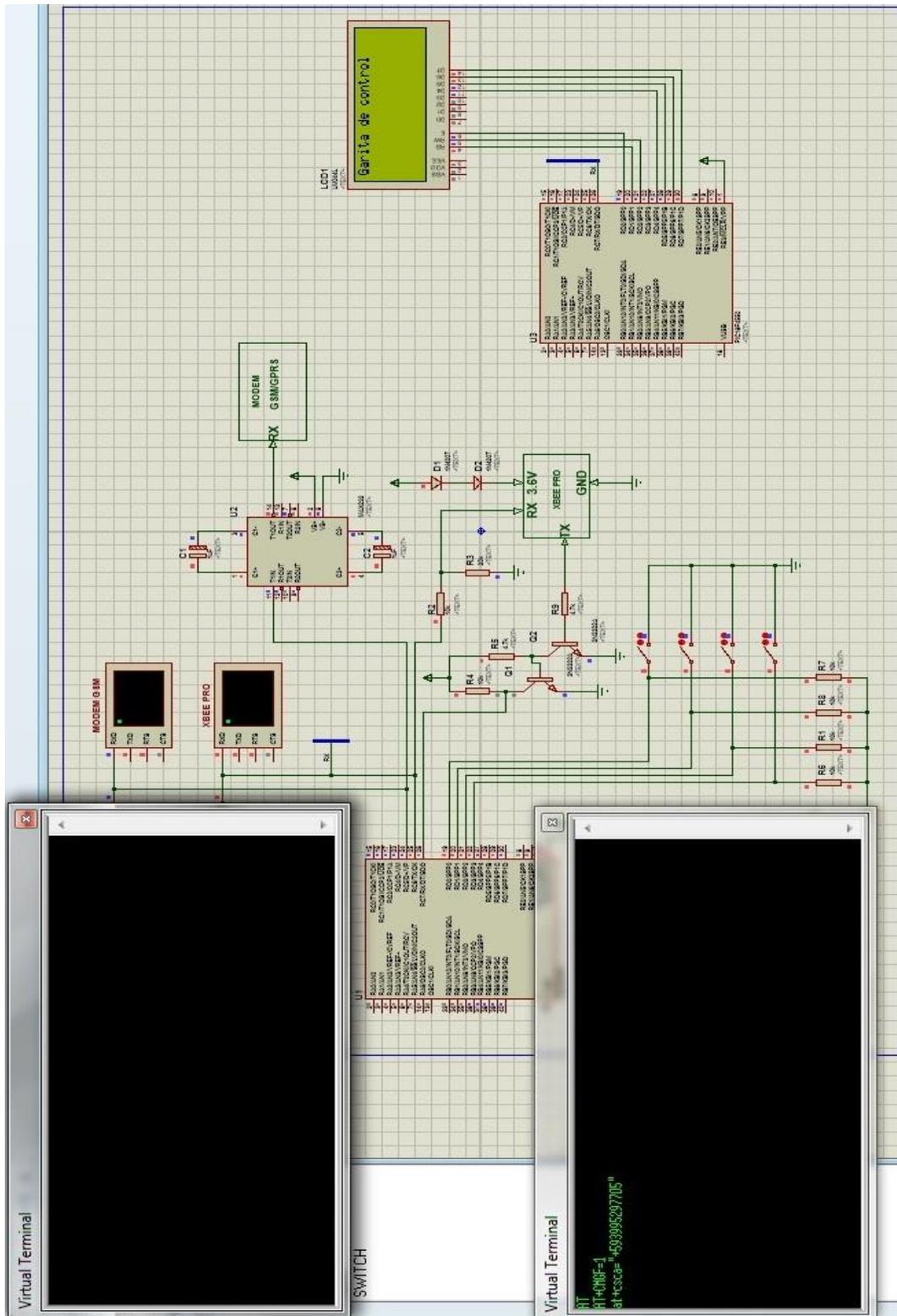


Figura 4-1. Simulación con cero alertas.

FUENTE: autor

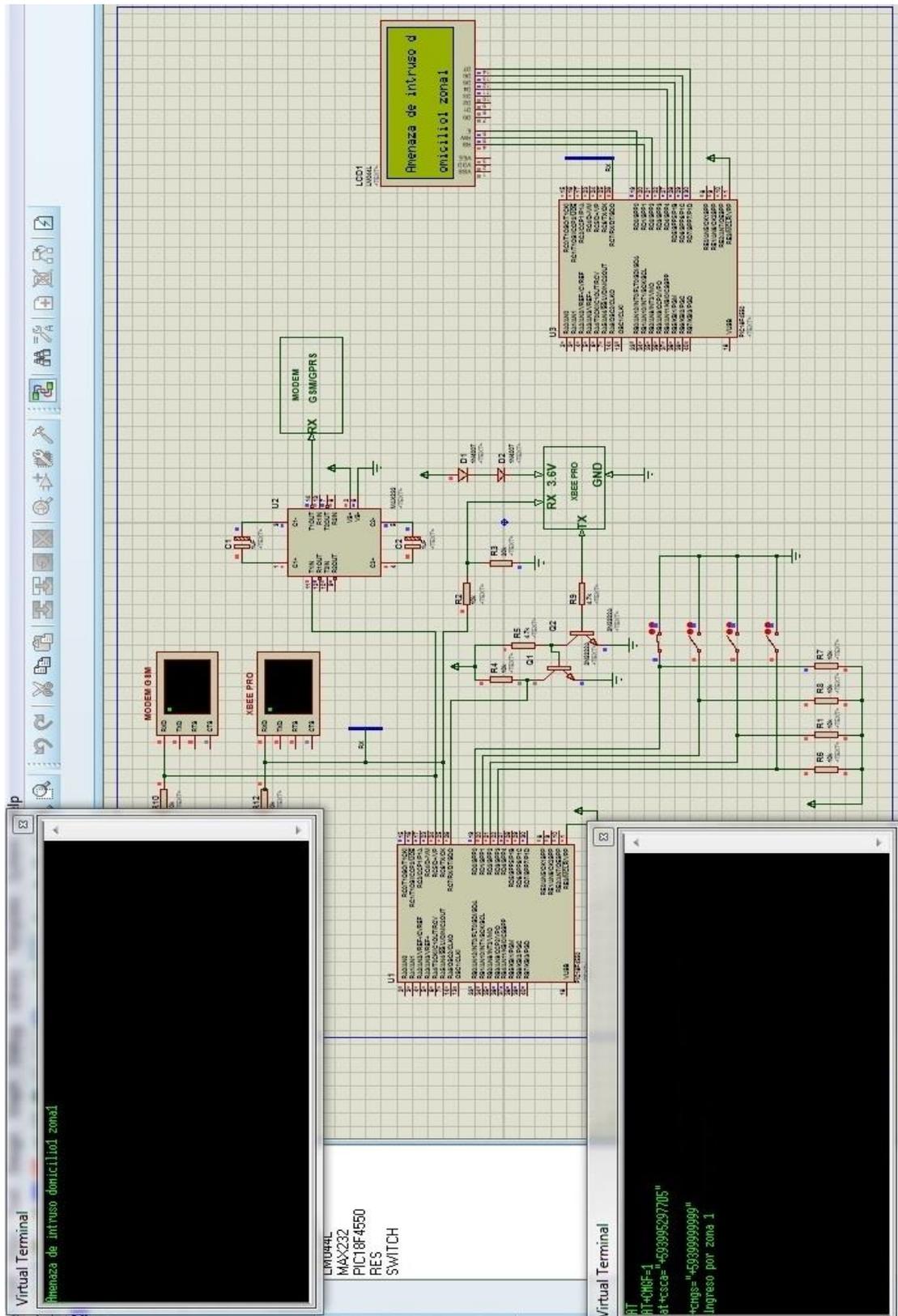


Figura 4-2. Simulación con switch 1 activado

FUENTE: autor

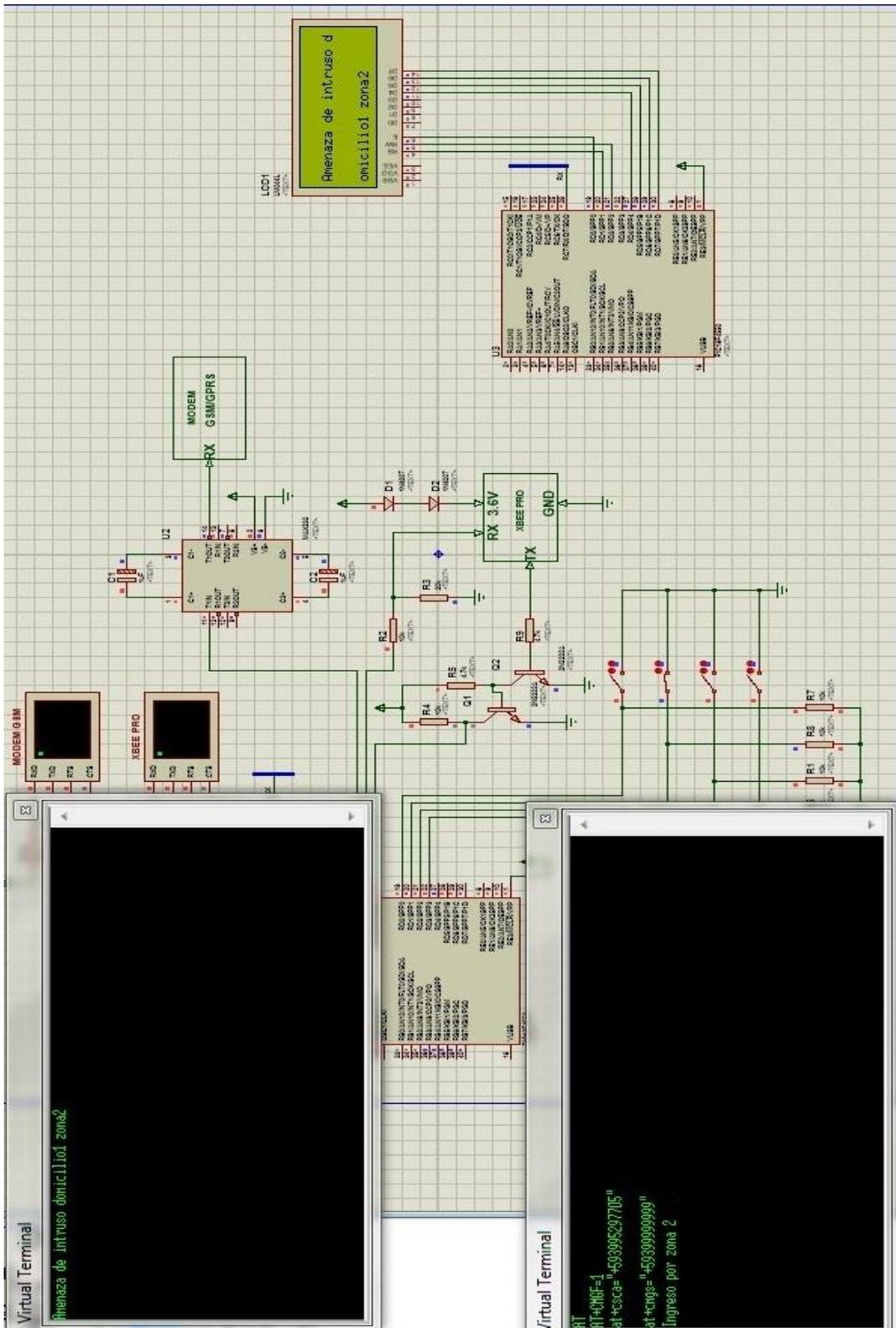


Figura 4-3.Simulación con switch 2 activado.

FUENTE: autor



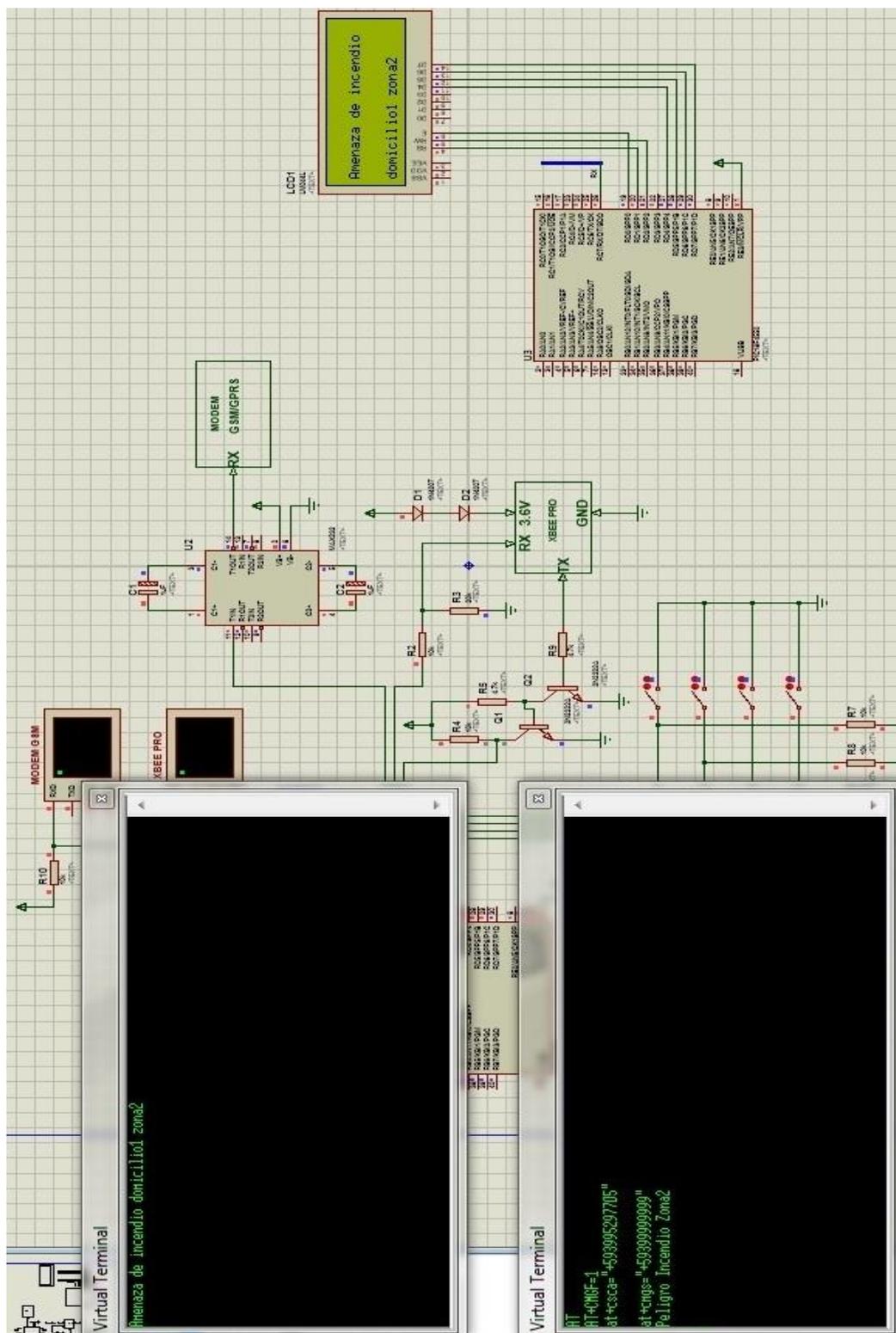


Figura 4-5. Simulación con switch 4 activado.

FUENTE: autor

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

Una vez finalizado el diseño del sistema de control de accesos e incendios, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- ◆ Es posible diseñar un sistema de seguridad completamente operacional utilizando un microcontrolador como eje central del mismo. Los elementos requeridos para armarlo se consiguen con facilidad, de igual forma el diseño del circuito requerido para su operación es sencillo.
- ◆ Valiéndose del programa Proteus, se puede simular la operación de este sistema, dando así una visión aproximada de su funcionamiento una vez instalado en un domicilio.
- ◆ La implementación del sistema es factible además de muy fácil, siendo la instalación de los sensores de humo y la interconexión de los Xbee Pro las únicas tareas que requieren de personal capacitado.
- ◆ Implementar un sistema de seguridad en un domicilio disminuye el tiempo de respuesta a amenazas que puedan producirse dentro del mismo, evita pérdidas materiales e incluso puede salvar la vida de sus ocupantes.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ◆ Dado que la inseguridad es un problema creciente en el Ecuador, es recomendable difundir las bondades de estos sistemas de control a fin que cada individuo pueda tener mayor seguridad en su hogar.
- ◆ La tecnología está en constante evolución, por lo tanto se debe estar al corriente de sus avances en aspectos que puedan mejorar el estilo de vida de las personas, entre ellos, la seguridad.
- ◆ Realizar un estudio acerca del grado de aceptación de las personas respecto a los sistemas de seguridad para domicilios.
- ◆ Si se desea hacer alguna modificación al presente proyecto, es recomendable realizar un respaldo del software con el que opera el microcontrolador antes de proceder a grabar en él un nuevo software, así como tener precaución con el tipo de Xbee utilizado según el área que se desea cubrir.

## CAPÍTULO VI

### 6 BIBLIOGRAFÍA

- Apolo, José; Torres, Erik; Valdivieso, Carlos. (2012). *Sistema de Seguridad Domiciliaria*. Sitio web: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5345/1/SISTEMA%20DE%20SEGURIDAD%20DOMICILIARIA.pdf> - Recuperado el 3 de diciembre de 2014
- Henao, Sandra (2012). *Microcontroladores vs. Microprocesadores*. Sitio web: <http://tic-tac.teleco.uvigo.es/profiles/blogs/microcontroladores-vs-microprocesadores> - Recuperado el 6 de diciembre de 2014
- Valdés & Pallás. (2007). *Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC* – Recuperado el 7 de diciembre de 2014
- Visiocam. (2010). *Cómo elegir su equipo*. Sitio web: <http://www.visiocamcctv.com> – Recuperado el 14 de diciembre de 2014
- Inventable. (2011). *Introducción a los relés*. Sitio web: <http://www.inventable.eu> – Recuperado el 7 de enero de 2015
- Penagos, Juan. (2011). *Cómo programar en lenguaje C los microcontroladores PIC* . Sitio web: <http://www.programarpicenc.com> – Recuperado el 19 de enero de 2015
- Montejo, Miguel. (2009). *Dispositivos electrónicos de potencia: Relés*. Sitio web: [http://www.ugr.es/~amroldan/enlaces/dispo\\_potencia/reles.htm](http://www.ugr.es/~amroldan/enlaces/dispo_potencia/reles.htm) - Recuperado el 23 de enero de 2015
- Harper, Gilberto. (2005). *Guía para el diseño de instalaciones eléctricas, residenciales, industriales y comerciales*. Sitio web: [https://books.google.com.ec/books?id=qOxJp\\_XULW8C&dq=relevador&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=qOxJp_XULW8C&dq=relevador&hl=es&source=gbs_navlinks_s) - Recuperado el 23 de enero de 2015
- Moro, Miguel (2011). *Instalaciones Domóticas*. Sitio web: [https://books.google.com.ec/books?id=zNkxXc5rS6IC&dq=sensores+de+humo&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=zNkxXc5rS6IC&dq=sensores+de+humo&hl=es&source=gbs_navlinks_s) – Recuperado el 23 de enero de 2015

Talukdar, Asoke (2010). *Mobile Computing*. Sitio web: [https://books.google.com.ec/books?id=4QUiBAAAQBAJ&dq=gsm+modem&hl=es&source=gsbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=4QUiBAAAQBAJ&dq=gsm+modem&hl=es&source=gsbs_navlinks_s) – Recuperado el 23 de enero de 2015

Electrónica Embajadores (2011). *Xbee Explorer*. Sitio web: <http://www.electronicaembajadores.com/Productos/Detalle/-1/LCZBEX1/xbee-explorer-usb> - Recuperado el 24 de enero de 2015

Faludi, Robert. (2010). *Building Wireless Sensor Networks: with ZigBee, XBee, Arduino, and Processing*. Sitio web: [https://books.google.com.ec/books?id=xMC69vQJLZIC&dq=xbee&hl=es&source=gsbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=xMC69vQJLZIC&dq=xbee&hl=es&source=gsbs_navlinks_s) - Recuperado el 24 de enero de 2015

Fernández y Robles. (2008). *METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA PRÁCTICAS DE PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES PIC*. Sitio web: <http://e-spacio.uned.es:8080/fedora/get/taee:congreso-2008-1024/S1E04.pdf> - Recuperado el 24 de enero de 2015

Dogan, Ibrahim. (2012). *Using LEDs, LCDs and GLCDs in Microcontroller Projects*. Sitio web: [https://books.google.com.ec/books?id=d0cvyIuJnL8C&dq=glcd+display&hl=es&source=gsbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=d0cvyIuJnL8C&dq=glcd+display&hl=es&source=gsbs_navlinks_s) - Recuperado el 25 de enero de 2015

Crespo, Rendón, Valdivieso. (2011). *Diseño e implementación de un trazador y comparador de curvas de componentes de dos tarjetas electrónicas similares en forma simultánea usando una pantalla gráfica glcd*. Sitio web: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14869> - Recuperado el 25 de enero de 2015

ZTE. (2010). *AT Command Manual For ZTE Corporation's ME3000 Module*. Sitio web: <http://read.pudn.com/downloads149/sourcecode/embed/645566/>

Anesi. (2014). *Ley de Vigilancia y Seguridad Privada*. Sitio web: <http://anesi-ec.com/legislacion2.htm> - Recuperado el 17 de marzo de 2015

González y del Cisne. (2014). *Análisis estadístico del 2013 a 2014 de secuestro exprés, sicariato, en el país y en la provincia del guayas*. Sitio web: [http://docs.universidadecotec.edu.ec/tareas/2014D1/MAT230/alum/2014541166\\_9684\\_2014D1\\_MAT230\\_Estad\\_stica\\_myk\\_final.docx](http://docs.universidadecotec.edu.ec/tareas/2014D1/MAT230/alum/2014541166_9684_2014D1_MAT230_Estad_stica_myk_final.docx) - Recuperado el 17 de marzo de 2015

## INDICE DE IMÁGENES

Figura 2-1. Microcontrolador PIC 16F4550 .....	20
Figura 2-2. Esquema de pines del PIC 18F4550.....	25
Figura 2-3. Diagrama de bloques del PIC.....	26
Figura 2-4. Rango de acción de un sensor de movimiento .....	28
Figura 2-5. Sensor de humo .....	33
Figura 2-6. Módulo GSM.....	35
Figura 2-7. Relé y su símbolo electrónico. ....	41
Figura 2-8. Tipos de Xbee.....	43
Figura 2-9. Tipos de antena.....	47
Figura 2-10. Pantalla GLCD .....	48
Figura 3-1. Diseño del sistema.....	53
Figura 3-2. Circuito del dispositivo en casa del cliente .....	58
Figura 3-3. Circuito del dispositivo en la garita.....	59
Figura 4-1. Simulación con cero alertas.....	67
Figura 4-2. Simulación con switch 1 activado .....	68
Figura 4-3. Simulación con switch 2 activado. ....	69
Figura 4-4. Simulación con switch 3 activado .....	70
Figura 4-5. Simulación con switch 4 activado. ....	71

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 2-1. Comandos AT .....	36
Tabla 2-2. Especificaciones del modem GSM .....	38
Tabla 2-3. Tasas de transferencia posibles.....	40
Tabla 3-1. Precio de los elementos para la garita.....	55
Tabla 3-2. Precio de los elementos para el domicilio .....	56

## **GLOSARIO DE TERMINOS**

**COMANDOS AT.** Conjunto de comandos Hayes, estándar abierto para configurar módems.

**EFECTO DOPPLER.** Cambio aparente de la frecuencia de una onda, percibido por el cambio de posición de la fuente desde la perspectiva del observador.

**GSM.** Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications por sus siglas en inglés).

**GLCD.** Pantalla Gráfica de Cristal Líquido (Graphic Liquid Crystal Display por sus siglas en inglés).

**GPRS.** Servicio General de Paquetes por Radio (General Packet Radio Service, por sus siglas en inglés)

**KBPS.** Kilobits por segundo, medida de velocidad de transferencia de datos.

**LCD.** Pantalla de Cristal Líquido (Liquid Crystal Display por sus siglas en inglés).

**LED.** Diodo emisor de luz (Light Emitting Diode, por sus siglas en inglés).

**MHZ.** Mega Hertzio, unidad de frecuencia equivalente a 1000000 Hertzios.

**RAM.** Memoria de Acceso Aleatorio (Random Access Memory, por sus siglas en inglés).

**ROM.** Memoria de Solo Lectura (Read Only Memory, por sus siglas en inglés).

**RX/TX.** Siglas para referirse a la recepción y transmisión, respectivamente.

**SMS.** Servicio de Mensajes Cortos (Short MessageService, por sus siglas en inglés).

**TARJETA SIM.** Módulo de Identificación de Abonado (SubscriberIdentify Module, por sus siglas en inglés), es una tarjeta utilizada en celulares y módemscon tecnología GSM.

**TCP/IP.** Protocolo de Control de Transmisiones (Transmission Control Protocol, por sus siglas en inglés) y el Protocolo de Internet (Internet Protocol, por sus siglas en ingles), son la familia de protocolos más utilizados por las computadoras para realizar su conexión al internet.

**UCP.** Unidad Central de Procesamiento, parte principal de los computadores y de los microcontroladores.