



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**



**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN EMPRESARIAL**

**TEMA: ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD  
PARA VIVIENDAS RESIDENCIALES CON DISPOSITIVOS  
ELECTRÓNICOS MODERNOS.**

ELABORADO POR:  
**PABLO ESPINOZA DE LA CUADRA**

DIRECTOR:  
**ING. LUIS CÓRDOVA RIVADENEIRA**

GUAYAQUIL – ECUADOR  
AGOSTO, 2014

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el **Sr. PABLO ESPINOZA DE LA CUADRA**, como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.

### **DOCENTE TUTOR**

---

**Ing. Luis Córdova**

### **DOCENTE REVISOR**

---

**Ing. Bayardo Bohórquez**

### **DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Armando Heras**

GUAYAQUIL – ECUADOR

AGOSTO, 2014

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Pablo Enrique Espinoza De La Cuadra**

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **Estudio y diseño de un sistema de seguridad para viviendas residenciales con dispositivos electrónicos modernos**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al final de los párrafos 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 22 días del mes de agosto del año 2014**

**EL AUTOR:**

---

**Pablo Enrique Espinoza De La Cuadra**

## **AUTORIZACIÓN**

**Yo, Pablo Enrique Espinoza De La Cuadra**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Estudio y diseño de un sistema de seguridad para viviendas residenciales con dispositivos electrónicos modernos**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 22 días del mes de agosto del año 2014**

**EL AUTOR:**

---

**Pablo Espinoza De La Cuadra**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado fortaleza y mantenido en el camino; a mis padres por su amor, ejemplo y sacrificio diario en la dura tarea de educarme; a mis hermanos quienes fueron el mejor ejemplo y me ayudaron e indicaron el camino; agradezco especialmente a mi amada esposa Xiomara, por el amor y el apoyo brindado durante mis últimos años de estudio; a mis hijos, que son la razón de mi vida y mis esfuerzos; a la Universidad Católica y sus profesores que me han ayudado a crecer como persona y abonado, cada uno de ellos, en mi desarrollo profesional. Extiendo mi agradecimiento a toda mi familia y amigos que siempre han sido, de una u otra forma, un apoyo incondicional para mí.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, no se puede conseguir nada que no venga de él; a mis adorados hijos, Alejandro y Santiago, por ellos y para ellos me esfuerzo todos los días de mi vida tratando de mejorar y superar mis limitaciones; a mi esposa Xiomara que creyó siempre en mí y me animó a seguir hasta alcanzar el objetivo; a mis hermanas Yanin y Pilar, que me impulsaron de principio a fin y son presencia e imagen de mi querida y recordada madre.

## INDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO: GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1	INTRODUCCION.....	1
1.2	ANTECEDENTES .....	2
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.4	JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5	OBJETIVOS.....	5
1.5.1	Objetivo General .....	5
1.5.2	Objetivos Específicos.....	5
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1	DOMÓTICA .....	6
2.2	VIVIENDAS INTELIGENTES .....	7
2.3	EDIFICIOS INTELIGENTES .....	7
2.4	SEGURIDAD DEL HOGAR.....	8
2.5	SENSORES .....	8
2.6	SENSORES BIOMÉTRICOS.....	9
2.7	SENSORES DE PROXIMIDAD .....	9
2.7.1	Sensores Inductivos.....	10
2.7.2	Sensores Capacitivos.....	11
2.7.3	Sensores Ópticos .....	12
2.8	MICROCONTROLADOR.....	14
2.8.1	Microcontrolador versus Computador .....	15
2.8.2	Características de un Microcontrolador .....	16
2.8.3	Arquitectura Harvard .....	17
2.9	MICROCONTROLADORES PIC.....	18
2.9.1	Familia de Microcontroladores PIC PIC18F 2455/2550/4455/4550 ...	18
2.9.2	Ventajas de la Familia PIC PIC18F 2455/2550/4455/4550.....	20
2.9.3	Otras Características Especiales PIC18F 2455/2550/4455/4550.....	23

2.9.4	Microcontrolador PIC 18F4550 .....	24
2.9.5	Memoria de Programa.....	25
2.9.6	Memoria RAM .....	26
2.9.7	Memoria EEPROM.....	27
2.9.8	Reloj .....	28
2.9.9	Registro de Funciones Especiales (SFR) .....	29
2.10	Display LCD.....	30
2.10.1	Memoria del Display LCD.....	31
2.10.2	Pines del Display LCD.....	31
2.10.3	Conexión del LCD 2x16 al PIC .....	32
2.11	TECLADO MATRICIAL .....	33
2.12	MODEM GSM/GPRS .....	35
2.12.1	Modem .....	35
2.12.2	Estándar GSM .....	36
2.12.3	Servicios GSM .....	38
2.12.4	Arquitectura de red GSM.....	39
2.12.5	Estándar GPRS (Global Packet Radio System) .....	41
2.12.6	Arquitectura de red GPRS.....	42
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO: DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>45</b>
3.1	DELIMITACIÓN .....	45
3.2	DIAGRAMAS DE FLUJO .....	47
3.2.1	Módulo 1 (micro 1) .....	47
3.2.2	Módulo 2 (Control de Acceso).....	50
3.3	PROGRAMAS DEL DISEÑO.....	51
3.3.1	Programa Módulo 1 .....	51
3.3.2	Programa Módulo 2: Control de Acceso.....	60
3.4	SIMULACIÓN EN PROTEUS.....	64
3.4.1	Simulación Módulo 1: Descripción del funcionamiento del circuito. .	64
3.4.2	Primera simulación.....	67
3.4.3	Segunda simulación: control remoto de luces.....	70
3.4.4	Tercera simulación: control remoto alarma. ....	72



3.4.5	Cuarta simulación: control de acceso desde biométrico (puerta).....	73
3.5	CONCLUSIONES.....	75
3.6	RECOMENDACIONES .....	76
<b>4</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>
4.1	ANEXO 1: Plano de Seguridad de planta baja.....	78
4.2	ANEXO 2: Compilador CCS C.....	79
4.3	ANEXO 3: Estructura de un Programa en CCS C .....	79
4.4	ANEXO 4: Tipos de datos en CCS C.....	79
4.5	ANEXO 5: Constantes en CCS C .....	80
4.6	ANEXO 6: Variables en CCS C.....	80
<b>5</b>	<b>GLOSARIO DE TERMINOS: .....</b>	<b>82</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>88</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.7-1	Principio de funcionamiento-Sensor Inductivo .....	10
Figura 2.7-2	Sensor Inductivo con presencia de conductor metálico .....	11
Figura 2.7-3	Sensores Capacitivos.....	11
Figura 2.7-4	Sensor Capacitivo en presencia de objetivo .....	12
Figura 2.7-5	Diagrama Sensor Óptico .....	13
Figura 2.7-6	Sensor Óptico en presencia de objetivo y esquema. ....	13
Figura 2.8-1	Microcontrolador.....	17
Figura 2.8-2	Arquitectura Harvard.....	18
Figura 2.9-1	Diagrama de bloques: Microcontrolador.....	19
Figura 2.9-2	Microcontroladores PIC18F4455/4550 40-Pin PDIP.....	22
Figura 2.9-3	Memoria de Programa PIC18F4550.....	26
Figura 2.9-4	Memoria de datos .....	27
Figura 2.9-5	Diagrama del Reloj PIC18F4550 .....	28
Figura 2.9-6	Mapa de registro de funciones especiales .....	29
Figura 2.10-1	Display LCD.....	30
Figura 2.10-2	Vista de reversa de un LCD se observa el controlador HD44100.....	31
Figura 2.10-3	Conexión del LCD 2x16.....	33
Figura 2.11-1	Teclado Matricial .....	34
Figura 2.11-2	Diagrama de flujo - Teclado matricial .....	35
Figura 2.12-1	Evolución de la telefonía celular .....	37
Figura 2.12-2	Arquitectura de la Red GSM. ....	39
Figura 2.12-3	Diagrama de Bloques Modem GSM .....	41

Figura 2.12-4	Arquitectura de red GPRS .....	43
Figura 3.1-1	Diagrama de bloques Sistema de Seguridad .....	46
Figura 3.2-1	Diagrama de Flujo para describir el proceso del modelo 1 .....	47
Figura 3.2-2	Diagrama de flujo Interrupción 1 .....	49
Figura 3.2-3	Diagrama de flujo – Micro 2 .....	50
Figura 3.4-1	Módulo 1 del diseño antes de la simulación. ....	65
Figura 3.4-2	Módulo 1 del diseño durante la simulación. ....	65
Figura 3.4-3	Menú de Configuración: Activar y Desactivar sensores.....	66
Figura 3.4-4	Activación de zonas desde el teclado matricial.....	66
Figura 3.4-5	Estado final de la zona se muestra en la pantalla. ....	67
Figura 3.4-6	Inicio de simulación Modulo 1.....	68
Figura 3.4-7	Zonas activadas para la simulación.....	68
Figura 3.4-8	Chequeo de zona 1 y envío de mensaje a celular .....	69
Figura 3.4-9	MSM a celular enviado durante detección de los sensores 1, 3 y 5. ....	69
Figura 3.4-10	Simulación de control remoto de luces desde un celular. ....	70
Figura 3.4-11	Encendido de luces desde el emulador de terminal.....	71
Figura 3.4-12	Todas las luces encendidas.....	71
Figura 3.4-13	Apagado de luces.....	72
Figura 3.4-14	Encendido y apagado remoto de alarma (sirena). ....	72
Figura 3.4-15	Ingreso de clave desde el teclado del biométrico. ....	73
Figura 3.4-16	Puerta abierta y alarma activada.....	74

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 2.9-1	Características Microcontrolador Pic 18f4550.....	25
Tabla 2.10-1	Pines del LCD 2x16 estándar .....	32
Tabla 2.12-1	Servicios incorporados con la tecnología GSM. ....	38
Tabla 2.12-2	Bandas de frecuencia ascendente y descendente. Tecnología GSM.	39
Tabla 2.12-3	GPRS Backbone .....	44

## RESUMEN

Este trabajo está dirigido a aprovechar algunos recursos tecnológicos tanto de la rama electrónica como de telecomunicaciones disponibles en el mercado para realizar el estudio y diseño de un sistema de seguridad de fácil implementación en una vivienda residencial. En el diseño se utilizan dispositivos electrónicos como microcontroladores, sensores de movimiento y biométricos; y elementos de comunicación como el modem GSM y las redes de telefonía celular e Internet para el acceso. Se compone de 2 módulos; el primer módulo se diseña para el monitoreo y control de los sensores de movimiento, la iluminación y la alarma, consta de un microcontrolador PIC18F4550, el modem GSM, los sensores y las luces se conectan al micro desde donde se envían y reciben mensajes de celular a través del modem y la interface RS232 para control de las luces, de los sensores y de la alarma. El segundo módulo consta también de un microcontrolador PIC18F4550 al cual se conecta el lector biométrico (interface RS232) y un teclado para el control de acceso, desde aquí se controla el sensor de la puerta principal de la vivienda.

## **ABSTRACT**

This work is aimed at taking advantage of some technological resources of both the telecommunications and electronics industry commercially available for the study and design of a security system is easy to implement in a residential dwelling. In designing electronic devices such as microcontrollers, motion sensors and biometrics are used; and elements of communication such as GSM modem and mobile phone networks and Internet access. It consists of 2 modules; the first module is designed to monitor and control the motion sensors, lighting and alarm consists of a PIC18F4550 microcontroller, GSM modem, the sensors and the lights are connected to the micro from which you send and receive messages from cell through the modem and RS232 interface to control lights, sensors and alarm. The second module also consists of a PIC18F4550 microcontroller to which the biometric reader (RS232 interface) and a keypad for access control is turned on, from here the sensor to the front door of the house is controlled.

## **1 CAPÍTULO: GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCION**

En la actualidad las Telecomunicaciones tienen una gama extensa de tecnologías que se pueden integrar para brindar a través de un mismo medio los servicios de conectividad que permitan al usuario disponer también de un gran número de aplicaciones de diferente índole tales como el Internet y todas las posibilidades que brinda, la telefonía celular, las redes de datos, la telefonía IP, y otras derivaciones. Dentro de este gran conjunto de aplicaciones, es muy grande también el campo de posibles temas de interés para desarrollar e impulsar dentro del ámbito de la Ingeniería en Telecomunicaciones. La domótica es uno de esos atractivos campos que, aunque ya está muy desarrollado sobre todo en países del primer mundo desde inicio de los años noventa, sus aplicaciones no llegan a ser incorporadas en los hogares de las personas de nuestro país entre sus prioridades.

La seguridad es un aspecto particular dentro de estos campos de la tecnología como son la domótica y la inmótica, y para ser más exacto, la seguridad del hogar como aspecto particular de la domótica, se resalta como una necesidad urgente en el medio que vivimos, desde las grandes empresas y corporaciones hasta las viviendas residenciales requieren hoy en día contar con un sistema de seguridad para prevenir posibles eventos que pongan en riesgo dicha seguridad. Se puede comenzar por lo más urgente; la seguridad, como aquello que inicialmente abra mercado de

aplicaciones y el abanico de posibilidades que brinda la domótica para uso en el hogar que permitan facilitar las tareas de las personas.

## 1.2 ANTECEDENTES

Según (Junestrand, Passaret, & Vásquez, 2005) durante mucho tiempo se ha particularizado el potencial de la domótica, que era definida como “la integración multimedia de los sistemas técnicos del hogar”, limitándola a su capacidad de automatización y control, ellos (Junestrand, Passaret, & Vásquez, 2005) afirman que esa limitación se termina con la llegada del “Hogar Digital” y más bien se amplía al integrarse los conceptos sistemas técnicos del hogar con automatización y control e incorporar el de provisión de funciones y servicios. Al final (Junestrand, Passaret, & Vásquez, 2005) sintetizan en su prólogo que Hogar Digital es la completa interrelación de los Sistemas de Comunicaciones con los Sistemas de Multimedia y los Sistemas de Seguridad.

Entonces (2005), ya se hablaba de los Sistemas de Seguridad como una parte importante de la domótica y su estrecha interrelación con las telecomunicaciones va en crecimiento, en el 2010 se encuentran varios trabajos de grado que abordan el tema de la seguridad del hogar en sus informes por el ejemplo el de (Almendaros Olmedo, 2010), quien aborda el tema de seguridad de los domicilios y ofrece una solución Open Source de control electrónico y video-cámaras.



Las múltiples posibilidades que da la tecnología inalámbrica ha sido trasladada al campo de la seguridad del hogar en soluciones como las que brindan (Araque Mena & Sánchez Jácome, 2012) utilizando el protocolo de red Zigbee. Hay una plataforma muy usada para brindar soluciones domóticas, la red de operación local LonWorks, un informe de (Cedeño Nuñez & Ruiz Vasco, 2012) refiere esta tecnología para implementar controles centralizados de sensores, atenuadores y cerraduras eléctricas para la seguridad del hogar. Utilizando un sistema Scada domótico con protocolo modbus para control por medio de un PLC (González González & Valderrama Vargas, 2013) propone un sistema de seguridad para control de robos, inundaciones, cortos circuitos y escapes de gas, entre otros. Y en este año (Paredes Franco, 2014) propuso en su informe un sistema de seguridad inalámbrico utilizando comunicación y tecnología Zigbee e incorpora el monitoreo por Internet desde cualquier lugar.

El uso de microcontroladores PIC se propone en el informe de (Ibarra Hernandez, 2013) para el monitoreo de una habitación enfocado en el control de los elementos abióticos para ahorro de energía. Este diseño a realizar enfocado en la seguridad del hogar podría ser uno de los primeros que utilice los microcontroladores PIC embebidos en un sistema para control de sensores, accesos e iluminación.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La seguridad del hogar es una necesidad debido a lo vulnerable que se vuelven las personas cuando hay verdaderas amenazas que provienen de los accidentes más inesperados por fallas de sistemas eléctricos y electromecánicos del hogar o por grupos organizados dedicados a la delincuencia que tratan de captar bienes por medio de acciones que vulneran la seguridad que brinda el hogar. Tener un sistema de seguridad en una residencia, un apartamento o una institución puede ser la medida preventiva más valiosa cuando de proteger la vida de las personas se trata, sobre todo de los niños que muchas veces, lejos del cuidado de los padres, pueden sufrir accidentes.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La seguridad vista como una necesidad, está tomando cada vez mayor importancia a nivel residencial. Antes siempre ha sido de gran importancia a nivel corporativo, empresarial e institucional más no a nivel residencial. Por esta razón es una oportunidad real fomentar el uso de sistemas de seguridad en las viviendas y departamentos familiares.

Existen opciones de sistemas electrónicos de seguridad en el mercado, unos que se ofertan como dispositivos individuales, y otros en conjunto como un Kit de seguridad. Sin embargo la accesibilidad a los mismos se da más por parte de pequeñas y grandes empresas, no así por los propietarios de viviendas residenciales,

quienes en mínimo porcentaje son usuarios de este tipo de servicio. Siendo los usuarios residenciales un mercado para explotar y desarrollar se presenta la oportunidad de crear un sistema de seguridad residencial alternativo utilizando dispositivos electrónicos existentes en el mercado pero integrados y controlados a través del Internet desde una Tablet, un Smartphone o un PC.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

Realizar el diseño de un sistema de seguridad para una vivienda residencial que utilice las tecnologías actuales para proveer control por medio de dispositivos electrónicos de los aspectos más importantes de seguridad del hogar.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- i. Proveer un sistema biométrico de seguridad para control de acceso a la vivienda.
- ii. Proveer control de seguridad utilizando sensores de movimiento.
- iii. Proveer monitoreo y control remoto por medio de la red celular.
- iv. Proveer un sistema de alarma para eventos de violación de seguridad.

## 2 CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO

### 2.1 DOMÓTICA

El termino *domotique* aparece e Francia por el año 1998, luego se importó a España como domótica. El termino procede de la palabra latina *domus* (que significa casa) unida al sufijo *tica* obtenido del griego αὐτόματος (automática) aunque hay autores que afirman que proviene directamente de palabras en francés como *automatique*, *informatique* y *robotique* (Vásquez, 2013). Se puede definir la domótica como la conjunción de distintas ramas tecnológicas (las telecomunicaciones, la electrónica y la informática) en una sola herramienta del hogar que permite el control centralizado de los aparatos que funcionan con energía eléctrica y electromecánica (Herrera, 2005). Esta herramienta científica sirve para automatizar las tareas del hogar de tal forma que puedan ser administradas y monitoreadas desde cualquier ubicación. Así la domótica es una herramienta que tiene como objetivo final facilitar las tareas del hogar y de esta manera también las del ser humano dentro del hogar mediante el uso de la tecnología.

Las tareas del hogar, desde las más simples hasta las más complejas se pueden automatizar y controlar por medio de este sistema centralizado, así podremos programar el funcionamiento de la iluminación, la climatización, del calentador de agua, de la lavandería, del televisor, del acceso al garaje, de las cámaras de vigilancia, el control de incendios y otros aparatos del hogar. La facilidad que dan las redes que se integran para conectarse a una sola red global conocida como Internet

por medio del mismo protocolo IP, abre una gama de posibilidades de integración de varias tecnologías en una sola red para acceder a diferentes servicios tales como la telefonía IP, la televisión por suscripción, la telefonía móvil, las video-conferencias, etc. Haciendo uso de esta ventaja se puede también integrar las tecnologías para controlar los dispositivos del hogar desde la red de Internet.

## **2.2 VIVIENDAS INTELIGENTES**

Por definición, domótica es un término que se refiere a hogares automatizados, informáticos o inteligentes, por lo tanto cuando nos referimos a una vivienda inteligente estamos hablando de un hogar residencial que se gobierna desde un sistema centralizado de control digital para realizar todas las tareas tales como la iluminación, la gestión de energía, comunicación, seguridad, sistema contra incendio, control de acceso, garaje, etc. La administración y monitoreo se puede realizar desde un sistema de control interno del hogar (un computador o un microcontrolador) como desde un ambiente externo a través del Internet (desde un Smartphone, una Tablet o un PC portátil).

## **2.3 EDIFICIOS INTELIGENTES**

Para referirse al control inteligente de un edificio, un centro comercial, un hospital, universidad, un complejo industrial o una urbanización, se suele usar el término inmótica, por etimología esta palabra proviene del latín *immobilis* (que está fijo) y del griego *αὐτόματος* (automática) (Vásquez, 2013). Así la administración de una gran edificación implica la gestión automatizada (inteligente) de todas tareas de

carácter eléctrico y electrónico-digital, como por ejemplo el control de iluminación, de climatización, consumo de energía, la seguridad que incluye el control de acceso, el control de incendio, el control de riego, etc.

## **2.4 SEGURIDAD DEL HOGAR**

Dentro de la domótica, que en resumen es el control inteligente aplicado solo a las viviendas de tipo residencial, la seguridad es un aspecto particular y de tal relevancia que bien merece ser estudiado enmarcando cada uno componentes; se puede incluir en este sistema el control de acceso, los sensores de movimiento, las cámaras de vigilancia (audio y video), el control de temperatura y de iluminación, etc. Este sistema de seguridad se puede centralizar para ser controlado, administrado y monitoreado desde un computador central, desde un microcontrolador e incluso remotamente desde un dispositivo externo (fijo o móvil).

## **2.5 SENSORES**

Según (Bastos Filho, 2007) “los sensores pueden ser definidos como dispositivos diseñados para detectar y cuantificar parámetros específicos por medio de elementos transductores. Transductores de sensores son los elementos que desarrollan la función de transformación de una magnitud física en otra”.

Un sensor es un dispositivo (eléctrico o electromecánico) que tiene la capacidad de detectar y registrar una variación física o química, un cambio de estado o una acción externa; y los transmite en forma de una variable electrónica continua o

discreta. Un sensor también puede contener un transductor cuando utiliza la energía generada durante la variación detectada, la transforma y la transmite como una forma diferente de energía, pero esta no es una característica general de un sensor puesto que en otras ocasiones tiene su propia fuente de energía para transmitir la señal continua o discreta.

Existe una gran variedad de sensores y se pueden clasificar de acuerdo a diversos criterios, de entre los diferentes tipos de sensores se describen algunos que se pueden utilizar en un sistema de seguridad doméstico o inmóvil.

## **2.6 SENSORES BIOMÉTRICOS**

La etimología define que la palabra biometría proviene de los vocablos griegos bio (vida) y metron (medida) (Javier Areitio Bertolín, 2007). Biometría es la medición electrónica de algunos rasgos físicos (de vida) de los seres humanos. De tal forma que se pueden capturar características físicas de las personas que nos diferencian unas de otras por lo tanto nos identifican, y de allí se deriva que el objetivo final es la identificación, por ejemplo obtener una credencial de las personas censadas biométricamente.

## **2.7 SENSORES DE PROXIMIDAD**

Otro tipo de sensores son los llamados sensores de proximidad, estos son dispositivos que detectan la presencia o no de un objeto (conductor o dieléctrico,

metálico o no metálico) dentro de un área determinada. En concordancia con este tipo de utilidad existen los llamados sensores inductivos, capacitivos y ópticos.

### 2.7.1 Sensores Inductivos

Son sensores de posición electrónicos que dan una señal de salida al detectar un objeto metálico. Los sensores de proximidad inductivos utilizan una bobina electromagnética para detectar la presencia de un conductor metálico. Este sensor no detecta objetos no metálicos o dieléctricos.

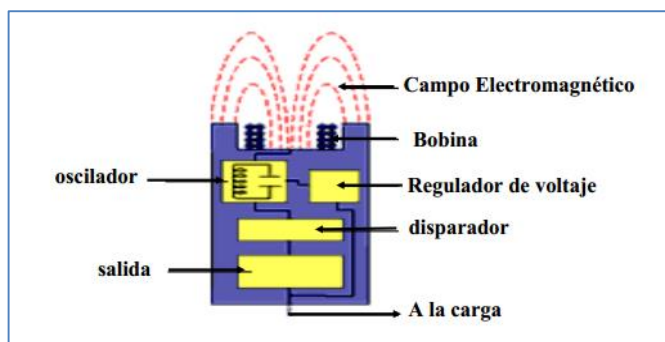


Figura 2.7-1 *Principio de funcionamiento-Sensor Inductivo*

Fuente: <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/>

Cuando un objeto metálico entra al campo circulan corrientes parásitas en la superficie del mismo, esto aumenta la carga en el sensor disminuyendo la amplitud del campo electromagnético (Bastos Filho, 2007). El circuito de disparo detecta la amplitud de salida del oscilador y al alcanzar el nivel preestablecido, conmuta el estado de salida del sensor. A medida que el objeto se aleja del sensor, la amplitud del oscilador aumenta, Cuando llega a un nivel predeterminado, el circuito de disparo conmuta el estado de la salida del sensor de nuevo a su condición normal.



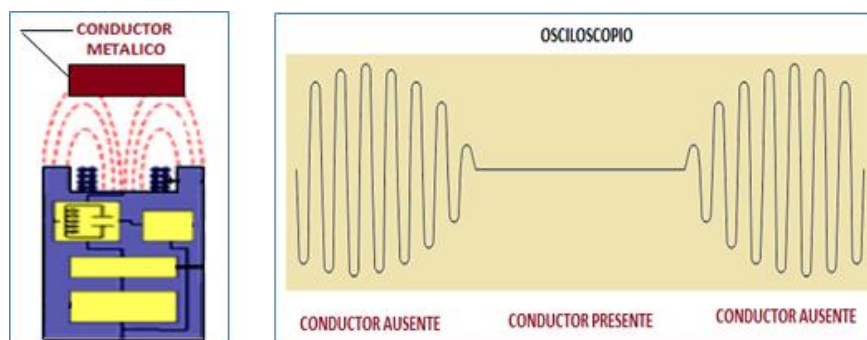


Figura 2.7-2 *Sensor Inductivo con presencia de conductor metálico*

Fuente: <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/>

## 2.7.2 Sensores Capacitivos

Los sensores capacitivos producen un campo electrostático para detectar la presencia de un objeto. La diferencia con los inductivos (aparte del tipo de campo que producen) es que pueden detectar objetos tanto metálicos como no metálicos (conductores o dieléctricos) de ahí que puede detectar líquido, papel, tela.

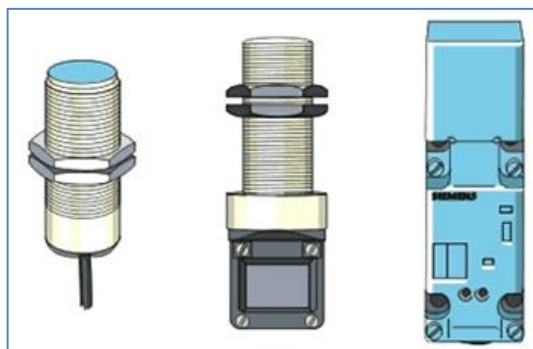


Figura 2.7-3 *Sensores Capacitivos*

Fuente: <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/>

El campo electrostático del sensor capacitivo está conformado por dos electrodos concéntricos de metal como los de un capacitor. Cuando un objeto ingresa en dicho campo, cambia la capacitancia en el circuito oscilado, esto hace que el oscilador se active, El circuito disparador lee la amplitud del oscilador y cuando

alcanza un nivel predeterminado la etapa de salida del sensor varía. A medida que el objetivo se aleja del sensor la amplitud del oscilador disminuye conmutando el sensor a su estado original.

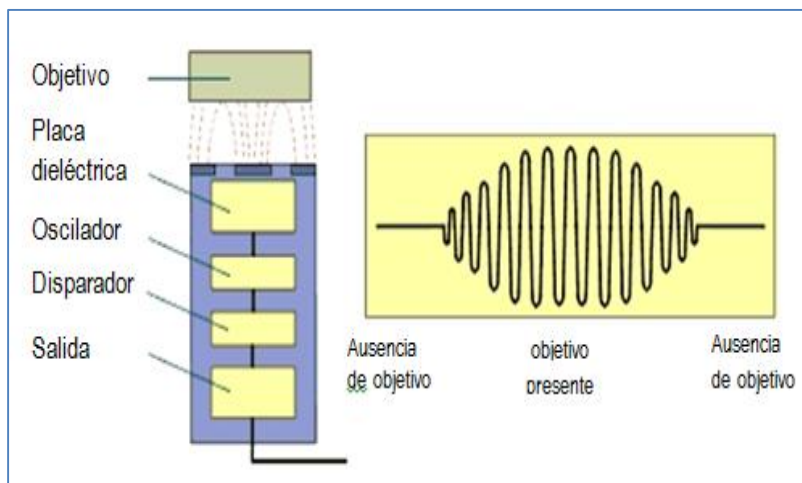


Figura 2.7-4 *Sensor Capacitivo en presencia de objetivo*

Fuente: <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/>

### 2.7.3 Sensores Ópticos

Los sensores ópticos utilizan la interacción entre dos dispositivos electrónicos: uno es el dispositivo fuente o emisor y el otro un dispositivo destino o receptor. La interacción se da cuando el emisor envía un haz de luz y el receptor lo detecta. El emisor es comúnmente un diodo LED, el detector es un foto-diodo como el 2998 PDA o un foto-transistor.

Un sensor óptico basa su funcionamiento en el aprovechamiento de la interacción entre la luz y la materia para determinar las propiedades de ésta. Una innovación de los dispositivos sensores, implica la utilización de la fibra óptica como elemento de transmisión de la luz.



Figura 2.7-5 *Diagrama Sensor Óptico*

Fuente: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri/complutecno/fichas/>

Existen varias técnicas ópticas que pueden aplicarse para la medición de algunos parámetros. Se puede medir la atenuación-transmisión espectral de la luz al pasar a través de un determinado medio, esto permitirá detectar los elementos discretos presentes en dicho medio y su concentración. También pueden realizarse medidas de tipo interferométrico, en las que la propiedad de la radiación que sufre cambios debido al efecto externo es la fase, con lo que empleando otro haz luminoso de fase conocida como referencia, es posible determinar la magnitud de ese efecto externo. (Matínez, 2012)

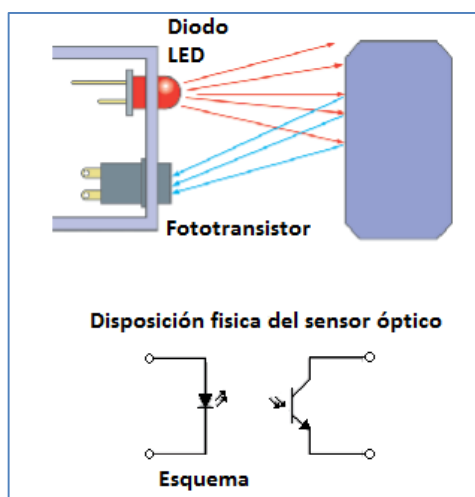


Figura 2.7-6 *Sensor Óptico en presencia de objetivo y esquema.*

Fuente: <http://es.slideshare.net/salazaredecio/sensores-proyecto-de-control-13343582>

Una técnica que consiste en la resonancia de plasmones superficiales, se utiliza en la medición del índice de refracción de líquidos. De esta forma se mide es la atenuación de la luz que se guía a través de una fibra óptica con revestida parcialmente y se deposita en una multicapa de algún medio metálico. El acoplamiento entre los campos tendrá diferentes niveles de intensidad y dependerá del índice de refracción del medio cuando está en contacto con la capa exterior, o que se reflejará en la potencia luminosa vista en el otro extremo de la fibra. (Matínez, 2012)

## **2.8 MICROCONTROLADOR**

Según (Enrique Palacios, 2004) “un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes necesarios para controlar el funcionamiento de una tarea determinada, como el control de una lavadora, un vehículo, una impresora, un sistema de alarma, etc.”. Otra definición nos ofrece (Torres, 2007) “los microcontroladores son computadores digitales integrados en un chip, que cuentan con un microprocesador o unidad de procesamiento central (CPU), una memoria para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y puertos de entrada salida. A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que se usan en los computadores personales, los microcontroladores son unidades autosuficientes y más económicas”.

Ambas definiciones enfatizan que un microcontrolador es un dispositivo completo con todas las características necesarias para ser considerado un computador, sin embargo su tamaño reducido a la semejanza de un simple chip y su capacidad de ser programable de acuerdo a las necesidades de una tarea específica, lo hacen muy útil en la industria para embeberlo como un core en todo tipo de aparatos eléctricos, desde los que realizan tareas sencillas del hogar hasta los que realizan grandes procesos industriales de fabricación en serie o tareas muy complejas.

De acuerdo a estas definiciones se puede resumir que el microcontrolador es un micro-computador (con CPU, memoria y puertos de salida) y puede ser utilizado tanto para el control de funcionamiento de equipos eléctricos y electrónicos como un televisor, un equipo de sonido, una lavadora, un microondas, un automóvil, etc., como para controlar sistemas más complejos como una planta industrial, un sistema de climatización, un sistema contra incendios, etc.

### **2.8.1 Microcontrolador versus Computador**

La mayoría o casi todas las características de un microcontrolador las tiene un computador la diferencia más obvia es el tamaño, uno es muy pequeño y el otro es demasiado grande, sin embargo, el servicio de cada uno es importante en el para qué, ambos tienen usos diferentes. Un microcontrolador es diferente a un PC en el tamaño, tipo y forma de ejecución de las instrucciones; mientras que el PC basa sus comandos, programas o instrucciones en el estándar CISC, el microcontrolador utiliza instrucciones o comandos tipo RISC, he ahí la razón por la cual también son diferentes. Para explicarlo mejor: mientras que un PC usa un conjunto de

instrucciones de tamaño complejo o grande y además diferente, el microcontrolador hace lo contrario, utiliza un conjunto de instrucciones de tamaño reducido o pequeño y además igual.

En adición se puede decir también que el microcontrolador realiza instrucciones a nivel de registros que trabajan en un mismo ciclo de reloj, realiza una instrucción por ciclo de reloj, mientras que el computador realiza instrucciones durante varios ciclos de reloj y como son instrucciones grandes de diferente tamaño, los tiempos de ejecución son también grandes y diferentes, esto significa que un microcontrolador trabaja o procesa más rápido que un computador.

### 2.8.2 Características de un Microcontrolador

Ya se observó que las características de hardware de un microcontrolador son parecidas a las de un Computador solo que más pequeñas, ahora se puede describir algunas de las principales a continuación:

- **Unidad de Procesamiento Central (CPU):** La más común es de 8 bits, también se encuentran de 4, 32 y 64 bits (con arquitectura Harvard y con arquitectura de Von Neumann).
- **Memoria de Programa:** Es la memoria ROM (Read Only Memory), EPROM (Electrically Programmable ROM), EEPROM (Electrically Erasable/Programmable ROM) o Flash, esta memoria contiene el código del programa que normalmente va de 1 kilobyte hasta megabytes.
- **Memoria de Datos:** Es la memoria RAM (Random Access Memory) en tamaños de 1, 2, 4, 8, 16 y 32 kilobytes.

- **Generador del Reloj:** Generalmente es un cristal de cuarzo de frecuencias, genera una señal oscilatoria de entre 1 a 40 MHz, o también resonadores o circuitos RC.
- **Interfaz de Entrada/Salida:** Puertos paralelos, seriales (UARTs), I2C (Inter-Integrated Circuits), Interfaces de Periféricos Seriales (SPIs), Red de Área de Controladores (CAN), Universal Serial Bus (USB).

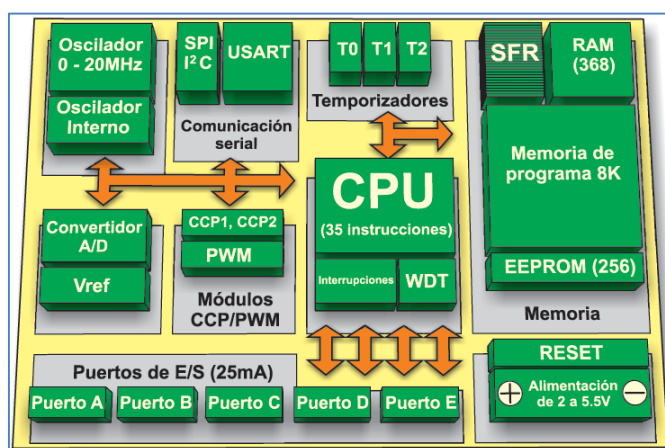


Figura 2.8-1 *Microcontrolador*

Fuente: <http://www.mikroe.com/chapters/view/81/capitulo-3-microcontrolador-pic16f887/>

### 2.8.3 Arquitectura Harvard

La arquitectura Harvard utiliza dos memorias independientes, una sólo para instrucciones se denomina memoria de programa, y otra sólo para datos denominada memoria de datos. Ambas tienen sus propios sistemas de buses de acceso por lo que se pueden realizar operaciones de acceso (lectura o escritura) simultáneamente en ambas memorias. La lectura simultanea de la memoria de datos para ejecutar (por un bus independiente) y la memoria de instrucciones para ejecutar nuevas acciones (memoria de instrucciones) se traducen en mayor rapidez de ejecución de procesos (Sánchez, 2011).

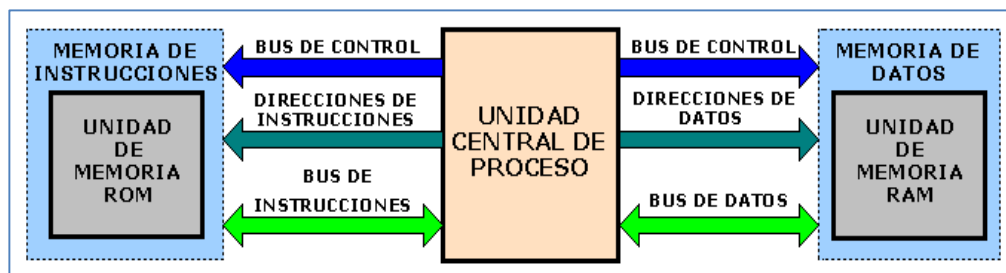


Figura 2.8-2 *Arquitectura Harvard*

Fuente: <http://perso.wanadoo.es/pictob/micropic.htm>

## 2.9 MICROCONTROLADORES PIC

Los microcontroladores PIC (Peripheral Interface Controller) son los más populares y utilizados en el mercado, son fabricados por la compañía Microchip Technology Inc. y su arquitectura es tipo RISC (Reduced Instruction Set Computer). Estos computadores de conjunto de instrucciones reducidas (RISC) requieren pequeños comandos de software de la misma longitud, más fáciles y rápidos de procesar por un CPU, lo que resulta más eficiente y escalable en comparación con un computador personal cuyo procesador se basa en arquitectura CISC (Complex Instruction Set Computer) de comandos complejos y de longitudes diferentes.

### 2.9.1 Familia de Microcontroladores PIC PIC18F 2455/2550/4455/4550

La familia de microcontroladores PIC18F está formada una gamma extensa de microcontroladores, de entre los cuales se distinguen como una pequeña familia debido a la similitud en el reloj interno, el CPU, la memoria RAM y otras características los siguientes dispositivos integrados: PIC18F2455, PIC18F2550, PIC18F4455 y PIC18F4550 y entre las características principales se destacan las siguientes:



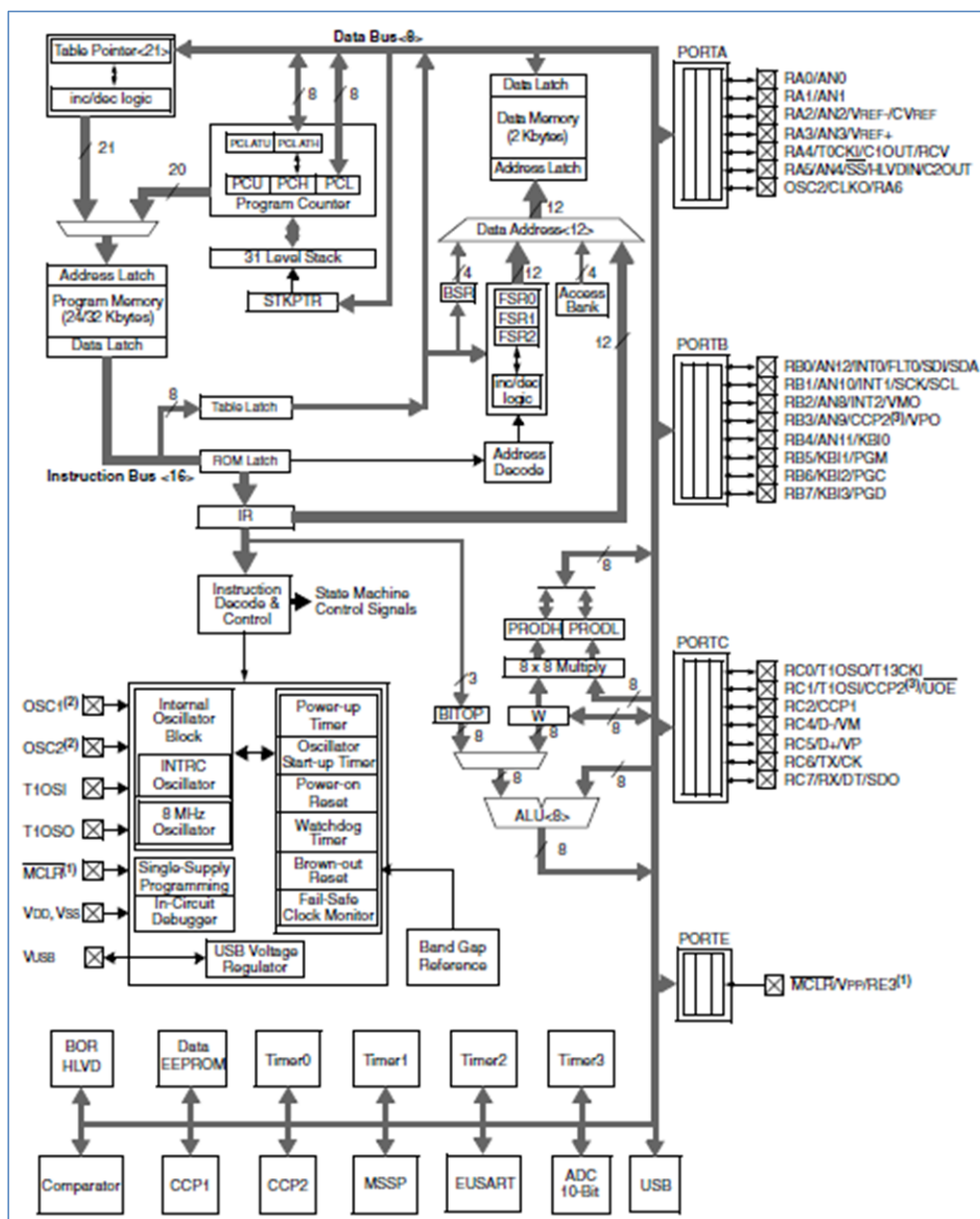


Figura 2.9-1 *Diagrama de bloques: Microcontrolador*

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>

- Arquitectura RISC mejorada Harvard: Las tablas de datos (de la memoria volátil RAM) pueden ser almacenadas en la memoria de programa (memoria no volátil ROM) para evitar que se pierdan.
- De 35 (gama baja) a 77 (gama alta) instrucciones.

- De 18 a 80 pines.
- Programa de hasta 64Kb
- Multiplicador de hardware de 8 x 8
- 1 Kb de EPROM y hasta 3.968 Kb de RAM
- Frecuencia de reloj máxima 10 MHz
- Pila de 32 niveles
- Periféricos de comunicación avanzados (CAN y USB)

### 2.9.2 Ventajas de la Familia PIC PIC18F 2455/2550/4455/4550

“Las ventajas que los dispositivos de la familia de microcontroladores PIC18 ofrecen son: alto rendimiento computacional a un precio económico, con la adición de alta resistencia y memoria de programa flash mejorado. La familia PIC18F2455/2550/4455/4550 tiene mejoras de diseño que hacen de estos microcontroladores una opción lógica para muchas aplicaciones de alto rendimiento y potencia sensible” (Microchip, 2006). Estos dispositivos tienen una serie de características que permiten reducir el consumo de energía significativamente durante el funcionamiento. Entre los elementos clave se incluyen:

- **Alterna los modos de ejecución:** por marcado del controlador de la fuente de Timer1 o por el oscilador interno, el consumo de energía se puede reducir hasta en un 90%.

- **Múltiples modos de reposo:** El controlador también puede ejecutar con su núcleo CPU deshabilitado pero los periféricos aún activos. De esta forma, el

consumo de energía puede también ser reducido, hasta un mínimo de 4% de los requisitos normales de operación.

- **Modo de conmutación On-the-Fly:** Los modos de administración de energía se ingresan por código de usuario cuando está en funcionamiento, lo que permite al usuario incluir formas de ahorro de energía en su programa de diseño.

- **Bajo consumo en los módulos principales:** Los requerimientos de energía para el Timer1 y el Watchdog Timer se reducen al mínimo.

- **Universal Serial Bus (USB):** Los dispositivos de la familia PIC18 incluyen un módulo de comunicaciones Universal Serial Bus completo que cumple con la especificación de USB 2.0. También incorpora su propio transceiver y regulador de 3.3V, además soporta transceiver y reguladores externos.

- **Múltiples opciones y características de oscilador:** Todos los dispositivos de la familia PIC18F familia ofrecen doce opciones de oscilador diferentes, lo que permite usuarios una amplia gama de opciones en el desarrollo de aplicaciones de hardware. Estos incluyen: cuatro modos de Crystal utilizando cristales o resonadores de cerámica, Cuatro modos de reloj externo, Un bloque oscilador interno que proporciona un Reloj de 8 MHz y una fuente INTRC, así como una gama de 6 frecuencias de reloj seleccionables por el usuario, de entre 125 kHz a 4 MHz, para un total de 8 frecuencias de reloj.

- **Un multiplicador de frecuencia PLL** (Phase Lock Loop), disponible tanto para Crystal de alta velocidad y modos de Oscilador Externo, lo que permite una amplia gama de velocidades de reloj de 4 MHz a 48 MHz.

- **Operación de reloj dual asíncrono**, permitiendo que el Módulo USB se ejecute desde un oscilador de alta frecuencia mientras que el resto del microcontrolador está sincronizado desde un oscilador interno de baja potencia. Además de su disponibilidad como fuente de reloj, el bloque oscilador interno proporciona una fuente de referencia estable que la da las características adicionales de la familia para un funcionamiento robusto: Reloj monitor a prueba de fallos y Arranque de dos velocidades.

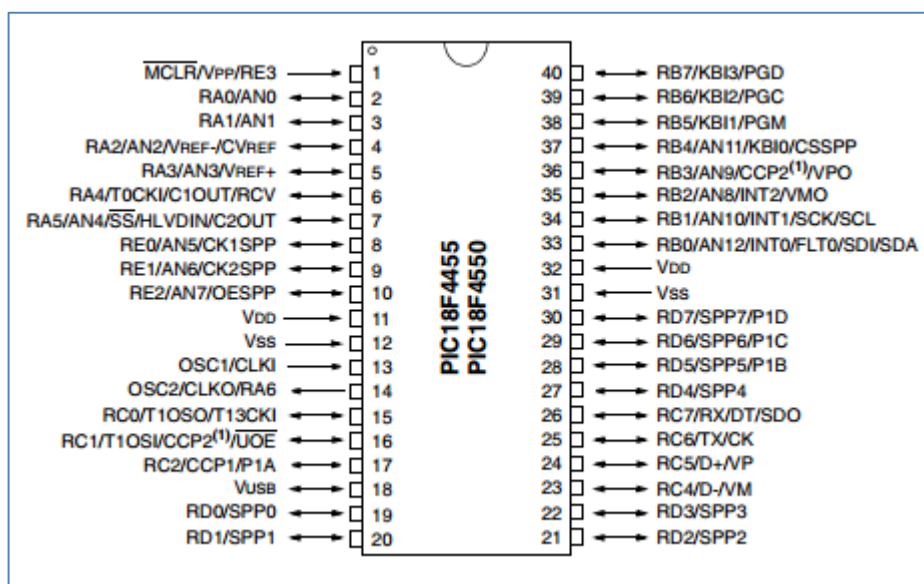


Figura 2.9-2 *Microcontroladores PIC18F4455/4550 40-Pin PDIP*

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>

### 2.9.3 Otras Características Especiales PIC18F 2455/2550/4455/4550.

- **Resistencia de la memoria:** Las celdas Flash mejoradas para la memoria de programa y de datos EEPROM, pueden durar hasta 100.000 de ciclos de borrado/escritura para la memoria de programa y 1.000.000 para la memoria de datos EEPROM. Se estima que los datos sin refresh pueden ser conservados durante más de 40 años (Microchip, 2006).

- **Auto-Programación:** Estos dispositivos pueden escribir en sus propias localidades de memoria de programa. Usan un subprograma de gestión de arranque, localizado y protegido en la memoria de programa, de esta forma es posible crear una aplicación que puede auto-programarse (Microchip, 2006).

**Mayor Conjunto de instrucciones:** Los PIC18F 2455/2550/4455/4550 incorporan una extensión para el conjunto de instrucciones, dicha extensión trae 8 nuevas instrucciones y un modo offset. Ha sido diseñada específicamente para optimizar el código de aplicación desarrollado originalmente en lenguajes de programación de alto nivel como C (Microchip, 2006).

**Módulo CCP mejorado:** El modo PWM incluye 1, 2 o 4 salidas moduladas para el control de los conductores de puente medio y completo. Además tiene auto-apagado para desactivar salidas PWM de interrupción o de otras condiciones de selección y reinicio automático para reactivar salidas una vez que la condición ha sido procesada (Microchip, 2006).

**USART direccionable mejorada:** Este módulo de comunicación serial opera en el estándar RS-232 y da soporte para el protocolo de bus LIN. Incorpora además detección automática de baudios y, para mejorar la resolución, un Generador Baud Rate de 16 bits. Cuando el micro está utilizando el oscilador interno, el EUSART da un funcionamiento estable a las aplicaciones (Microchip, 2006).

**10-Bit A/D Converter:** (Microchip, 2006) Este módulo incorpora el tiempo de adquisición programable, siguiendo por un canal a ser seleccionado y una conversión a ser iniciada, sin esperar un período de muestreo y, por tanto, la reducción de código overhead.

**ICD Dedicado/ICSP puerto:** Estos dispositivos introducen el uso de pasadores de depuración y programación que no están multiplexados con otras características de microcontroladores. Se ofrece como una opción en algunos paquetes, esta característica permite a los usuarios desarrollar aplicaciones I/O intensivas, manteniendo la capacidad de programar y depurar en el circuito.

#### **2.9.4 Microcontrolador PIC 18F4550**

Los microcontroladores PIC4550 se encuentran en presentaciones de 8-bits, 16-bits y 32-bits. La gama más simple de dicho micro pertenece al microcontrolador de 8-bits. Algunas de sus características se detallan en la tabla.

Tabla 2.9-1 *Características Microcontrolador Pic 18f4550*

Frecuencia de Operación	DC-48 MHz
Memoria de Programa (Bytes)	32768
Memoria de Programa (instrucciones)	16384
Memoria de Datos (Bytes)	2048
Memoria EEPROM (Bytes)	256
Fuentes de Interrupción	20
I/O Puertos	Puertos A, B, C, D, E
Temporizadores	4
Módulos Capture/compare/PWM	1
Comunicaciones Seriales	MSSP, USART Avanzado
Universal Serial Bus (USB) Módulo	1
Streaming Parallel Port (SPP)	Si
Módulo 10-bit Análogo-a-Digital	13 Canales de Entrada
Comparadores	2
Resets (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR(optional), WDT
Programmable Low-Voltage Detect	Si
Programmable Brown-Out Reset	Si
Instruction Set	75 Instrucciones; 83 con Conjunto de Instrucciones Extendidas habilitado
Packages	40-Pin PDIP 40-Pin QFN 40-Pin TQFP

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>

### 2.9.5 Memoria de Programa

La memoria de programa comúnmente es una Flash EEPROM, su tamaño es de 32.768 bytes y puede almacenar hasta 16.384 instrucciones simples. Cada instrucción tiene una longitud de 2 bytes (excepto CALL, MOVFF, GOTO, LSRF que ocupan 4). Esta memoria almacena instrucciones y constantes, puede ser escrita o leída a través de la ejecución de un programa o de un programador externo.

## 2.9.6 Memoria RAM

Este microcontrolador tiene una memoria RAM de datos de 2.048 bytes, dividida en 8 bancos de 256 bytes. 160 bytes de la memoria RAM están designados para los SFR (Registros de Funciones Especiales). La memoria RAM almacena datos temporalmente (y además puede ser escrita y leída) durante la ejecución del programa. Para acceder a un byte de la memoria RAM se debe seleccionar el banco al que pertenece dicho byte y luego direccionarlo dentro del banco.

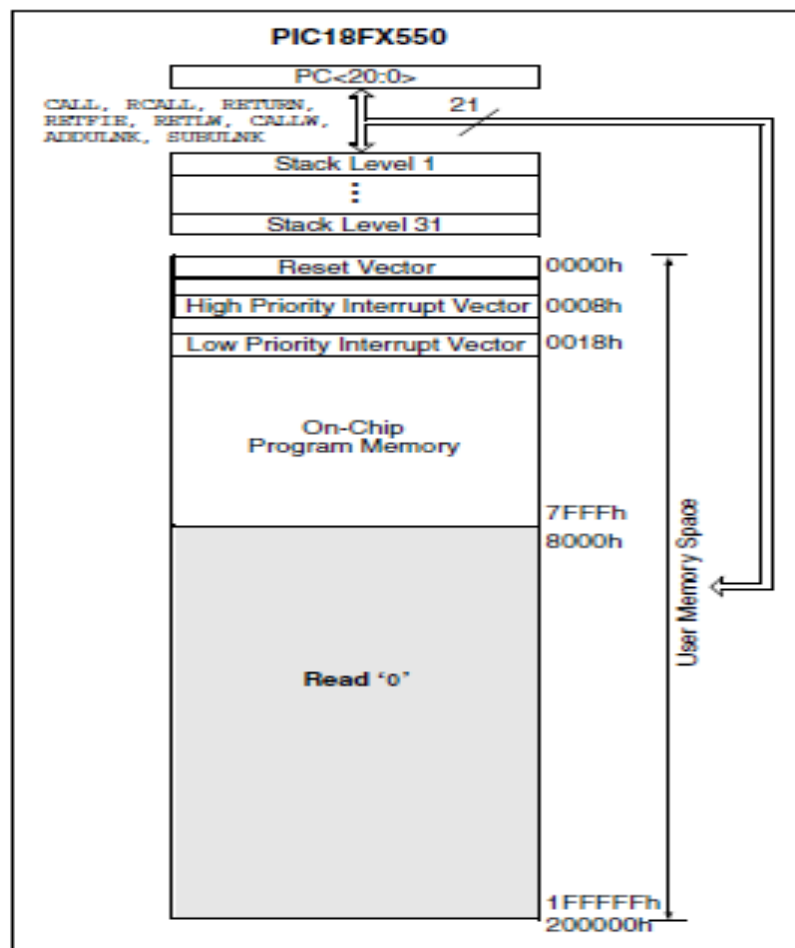


Figura 2.9-3 Memoria de Programa PIC18F4550

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>



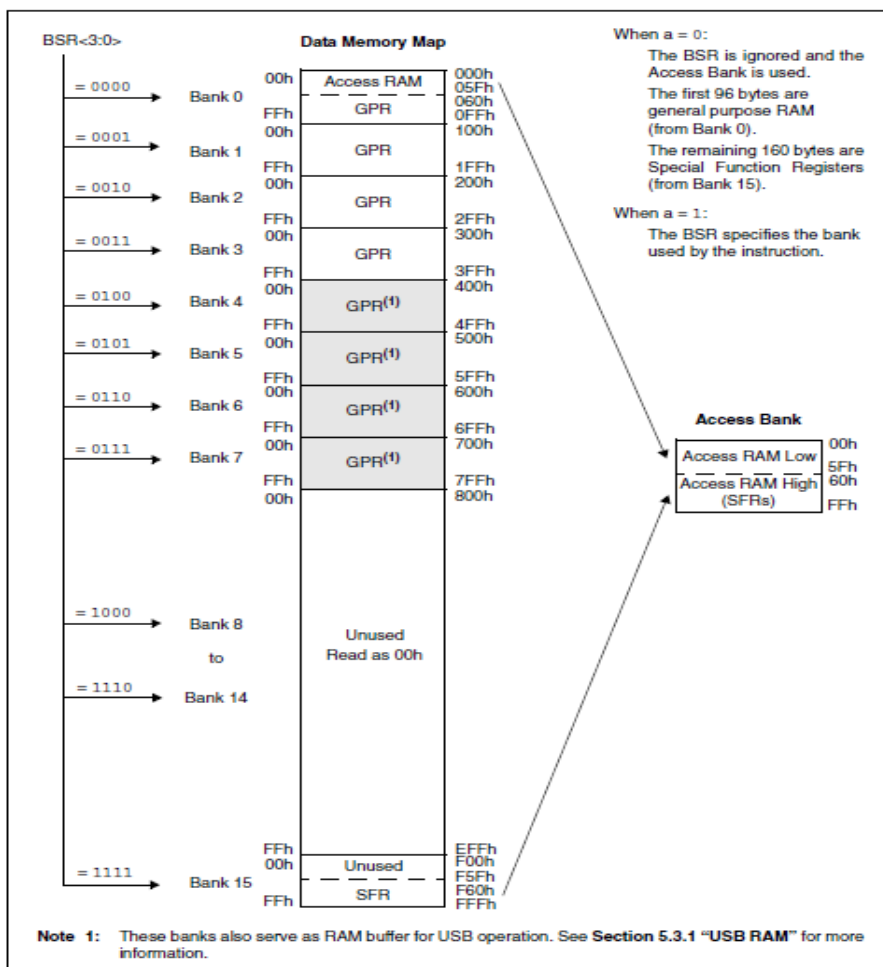


Figura 2.9-4 Memoria de datos

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>

## 2.9.7 Memoria EEPROM

Es una memoria no volátil, los datos que se guardan en ella permanecerán aunque no haya alimentación de voltaje. La memoria EEPROM de datos del microcontrolador PIC 18f4550 tiene un tamaño de 256 bytes. El acceso a esta memoria se realiza a través de los SFR (Registros de Funciones Especiales). Para realizar una operación de escritura, la parte interna del PIC borra previamente la posición en la se va a escribir. En esta memoria el tiempo de duración de un ciclo completo de borrado/escritura es de unos 4ms.

### 2.9.8 Reloj

El microcontrolador PIC18f4550 incorpora un reloj interno, esto significa una ventaja a la hora de montar los circuitos, ya que se evita el trabajo de usar el oscilador externo. Por otro lado también se puede utilizar un oscilador externo, aunque el microcontrolador disponga de uno interno. El reloj interno funciona mediante el siguiente esquema:

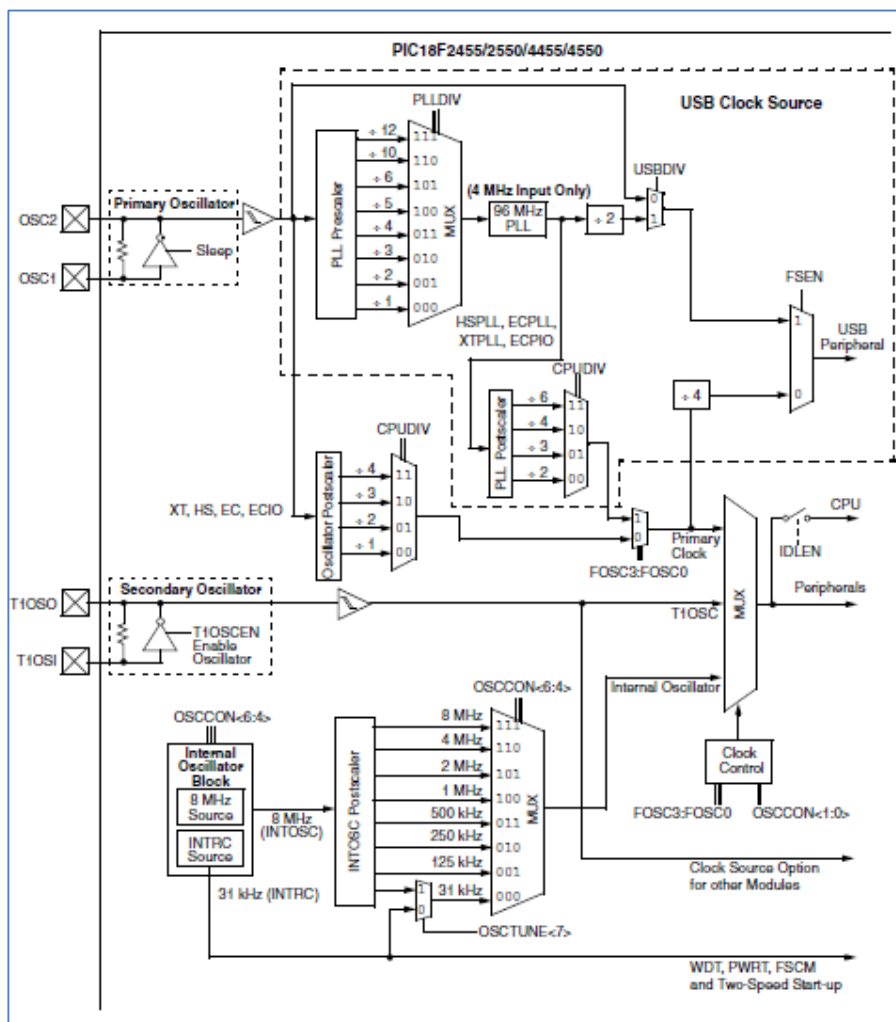


Figura 2.9-5 Diagrama del Reloj PIC18F4550

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>

## 2.9.9 Registro de Funciones Especiales (SFR)

El Acceso a la memoria EEPROM de datos se realiza por medio de los registros de funciones especiales. Estos Registros se pueden clasificar en dos tipos, los que afectan al CPU y los que controlan los periféricos. Los registros que afectan directamente a la CPU se describen seguidamente con detalle.

Address	Name	Address	Name	Address	Name	Address	Name	Address	Name
FFh	TOSU	FDFh	INDF2 <sup>(1)</sup>	FBFh	CCPR1H	F9Fh	IPR1	F7Fh	UEP15
FFEh	TOSH	FDEh	POSTINC2 <sup>(1)</sup>	FBEh	CCPR1L	F9Eh	PIR1	F7Eh	UEP14
FFDh	TOSL	FDDh	POSTDEC2 <sup>(1)</sup>	FBDh	CCP1CON	F9Dh	PIE1	F7Dh	UEP13
FFCh	STKPTR	FDCCh	PREINC2 <sup>(1)</sup>	FBCh	CCPR2H	F9Ch	— <sup>(2)</sup>	F7Ch	UEP12
FFBh	PCLATU	FDBh	PLUSW2 <sup>(1)</sup>	FBBh	CCPR2L	F9Bh	OSCTUNE	F7Bh	UEP11
FFAh	PCLATH	FDAh	FSR2H	FBAh	CCP2CON	F9Ah	— <sup>(2)</sup>	F7Ah	UEP10
FF9h	PCL	FD9h	FSR2L	FB9h	— <sup>(2)</sup>	F99h	— <sup>(2)</sup>	F79h	UEP9
FF8h	TBLPTRU	FD8h	STATUS	FB8h	BAUDCON	F98h	— <sup>(2)</sup>	F78h	UEP8
FF7h	TBLPTRH	FD7h	TMR0H	FB7h	ECCP1DEL	F97h	— <sup>(2)</sup>	F77h	UEP7
FF6h	TBLPTRL	FD6h	TMR0L	FB6h	ECCP1AS	F96h	TRISE <sup>(3)</sup>	F76h	UEP6
FF5h	TABLAT	FD5h	ToCON	FB5h	CVRCON	F95h	TRISD <sup>(3)</sup>	F75h	UEP5
FF4h	PRODH	FD4h	— <sup>(2)</sup>	FB4h	CMCON	F94h	TRISC	F74h	UEP4
FF3h	PRODL	FD3h	OSCCON	FB3h	TMR3H	F93h	TRISB	F73h	UEP3
FF2h	INTCON	FD2h	HLVDCON	FB2h	TMR3L	F92h	TRISA	F72h	UEP2
FF1h	INTCON2	FD1h	WDTCON	FB1h	T3CON	F91h	— <sup>(2)</sup>	F71h	UEP1
FF0h	INTCON3	FD0h	RCON	FB0h	SPBRGH	F90h	— <sup>(2)</sup>	F70h	UEP0
FEFh	INDF0 <sup>(1)</sup>	FCFh	TMR1H	FAFh	SPBRG	F8Fh	— <sup>(2)</sup>	F6Fh	UCFG
FEeh	POSTINC0 <sup>(1)</sup>	FCEh	TMR1L	FAEh	RCREG	F8Eh	— <sup>(2)</sup>	F6Eh	UADDR
FEDh	POSTDEC0 <sup>(1)</sup>	FCDh	T1CON	FADh	TXREG	F8Dh	LATE <sup>(3)</sup>	F6Dh	UCON
FECh	PREINC0 <sup>(1)</sup>	FCCh	TMR2	FACCh	TXSTA	F8Ch	LATD <sup>(3)</sup>	F6Ch	USTAT
FEbh	PLUSW0 <sup>(1)</sup>	FCBh	PR2	FABh	RCSTA	F8Bh	LATC	F6Bh	UEIE
FEAh	FSR0H	FCAh	T2CON	FAAh	— <sup>(2)</sup>	F8Ah	LATB	F6Ah	UEIR
FE9h	FSR0L	FC9h	SSPBUF	FA9h	EEADR	F89h	LATA	F69h	UIE
FE8h	WREG	FC8h	SSPADD	FA8h	EEDATA	F88h	— <sup>(2)</sup>	F68h	UIR
FE7h	INDF1 <sup>(1)</sup>	FC7h	SSPSTAT	FA7h	EECON2 <sup>(1)</sup>	F87h	— <sup>(2)</sup>	F67h	UFRMH
FE6h	POSTINC1 <sup>(1)</sup>	FC6h	SSPCON1	FA6h	EECON1	F86h	— <sup>(2)</sup>	F66h	UFRML
FE5h	POSTDEC1 <sup>(1)</sup>	FC5h	SSPCON2	FA5h	— <sup>(2)</sup>	F85h	— <sup>(2)</sup>	F65h	SPPCON <sup>(3)</sup>
FE4h	PREINC1 <sup>(1)</sup>	FC4h	ADRESH	FA4h	— <sup>(2)</sup>	F84h	PORTE	F64h	SPPEPS <sup>(3)</sup>
FE3h	PLUSW1 <sup>(1)</sup>	FC3h	ADRESL	FA3h	— <sup>(2)</sup>	F83h	PORTD <sup>(3)</sup>	F63h	SPPCFG <sup>(3)</sup>
FE2h	FSR1H	FC2h	ADCON0	FA2h	IPR2	F82h	PORTC	F62h	SPPDATA <sup>(3)</sup>
FE1h	FSR1L	FC1h	ADCON1	FA1h	PIR2	F81h	PORTB	F61h	— <sup>(2)</sup>
FE0h	BSR	FC0h	ADCON2	FA0h	PIE2	F80h	PORTA	F60h	— <sup>(2)</sup>

**Note**

- 1: Not a physical register.
- 2: Unimplemented registers are read as '0'.
- 3: These registers are implemented only on 40/44-pin devices.

Figura 2.9-6 Mapa de registro de funciones especiales

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>

## 2.10 Display LCD

La pantalla LCD (Liquid Crystal Display) es un dispositivo electrónico que funciona como un conjunto de píxeles que se alinean delante de una fuente de luz, permitiendo o no el paso de la luz de acuerdo a la polarización que experimentan, al realizar este filtro de luz se muestran los resultados, mensajes o información (numérica, alfanumérica y de caracteres especiales). Es muy usado por su bajo costo y su bajo consumo de energía. El módulo básico de un Display LCD es de 2x16 (2 filas de 16 caracteres cada una) por lo tanto si se necesita mostrar mensajes o valores dentro de ese rango máximo de dígitos (32 caracteres), un módulo básico es suficiente.



Figura 2.10-1 *Display LCD*

Fuente: <http://www.programarpicenc.com/libro/cap03-display-lcd-16x2-2x16-hd44780-mikroc-pro.html>

Si se necesita algún display de menor o mayor cantidad de caracteres los podemos hallar en presentaciones de: 1x30, 2x8, 4x16, 4x20, etc... De entre los modelos de display LCD los más usados para los microcontroladores PIC son: el LCD 2x16 (LM016L) y el LCD 4x20 (LM044L). Estos dispositivos tienen un microcontrolador que los gestiona, el más común es el Hitachi HD44780, dicho

micro viene en el reverso de la placa de circuito impreso del display LCD, ver figura 2.10-2.



Figura 2.10-2 *Vista de reversa de un LCD se observa el controlador HD44100*

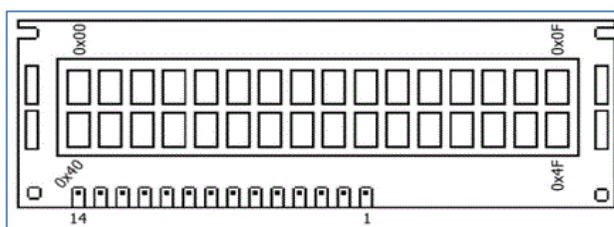
Fuente: [http://eii.unex.es/profesores/jisuarez/descargas/ip/lcd\\_alfa.pdf](http://eii.unex.es/profesores/jisuarez/descargas/ip/lcd_alfa.pdf)

### 2.10.1 Memoria del Display LCD

DDRAM y CGROM son los campos y tipos de memoria que contienen los display LCD. En la DDRAM (memoria volátil) se almacenan los caracteres que se van a mostrar en la pantalla, es decir aquellos cuyo código ASCII ingresa por el registro para mostrarse en la pantalla. En la CGROM se encuentran almacenados en su respectiva localidad de memoria todos los caracteres alfanuméricos disponibles y que pueden ser mostrados en el display LCD.

### 2.10.2 Pines del Display LCD

La cantidad de pines de un display alfanumérico es normalmente de 14 y son TTL compatibles más 2 (15 y 16) pines adicionales que son el ánodo y el cátodo del LED de fondo. Los pines se pueden clasificar en tres grupos: los pines de alimentación, los pines de control y los pines de bus de datos. Siendo los pines de alimentación Vss, Vdd y Vee, donde Vss se conecta a GND (tierra), Vdd a +5 voltios y Vee es el pin de contraste del LCD, se debe conectar a una resistencia variable para poder ajustar manualmente el contraste, para la simulación no es necesario la resistencia variable por lo que normalmente se conecta a GND.

Tabla 2.10-1 *Pines del LCD 2x16 estándar*


Pin No	Name	Function	Description
1	Vss	Power	GND
2	Vdd	Power	+ 5 V
3	Vee	Contrast Adj.	(-2) 0 - 5 V
4	RS	Command	Register Select
5	R/W	Command	Read / Write
6	E	Command	Enable (Strobe)
7	D0	I/O	Data LSB
8	D1	I/O	Data
9	D2	I/O	Data
10	D3	I/O	Data
11	D4	I/O	Data
12	D5	I/O	Data
13	D6	I/O	Data
14	D7	I/O	Data MSB

Fuente: <http://www.programarpicenc.com/libro/cap03-display-lcd-16x2-2x16-hd44780-mikro-pro.html>

Los pines de control son: **RS** trabaja con los pines de bus de datos; si es 0 entonces en los pines de bus ingresa un comando de control, si es 1 en los pines de bus ingresa un carácter. **RW** es el pin de escritura cuando es 0 o de lectura cuando es 1. **E** es el pin de habilitación del LCD (enable), si es 0 el LCD está deshabilitado, si es 1 está habilitado para escribir o leer. Los pines de bus de datos van desde **D0 hasta D7**, puede trabajar con 4 u 8 bits, normalmente se usan 4 y los restantes se conectan a tierra.

### 2.10.3 Conexión del LCD 2x16 al PIC

Para conectar el LCD al PIC solo debemos usar 6 pines: los 4 pines de datos más significativos (D4 a D7), luego el pin E de habilitación/deshabilitación (enable/disable) y el pin RS de comando/carácter.

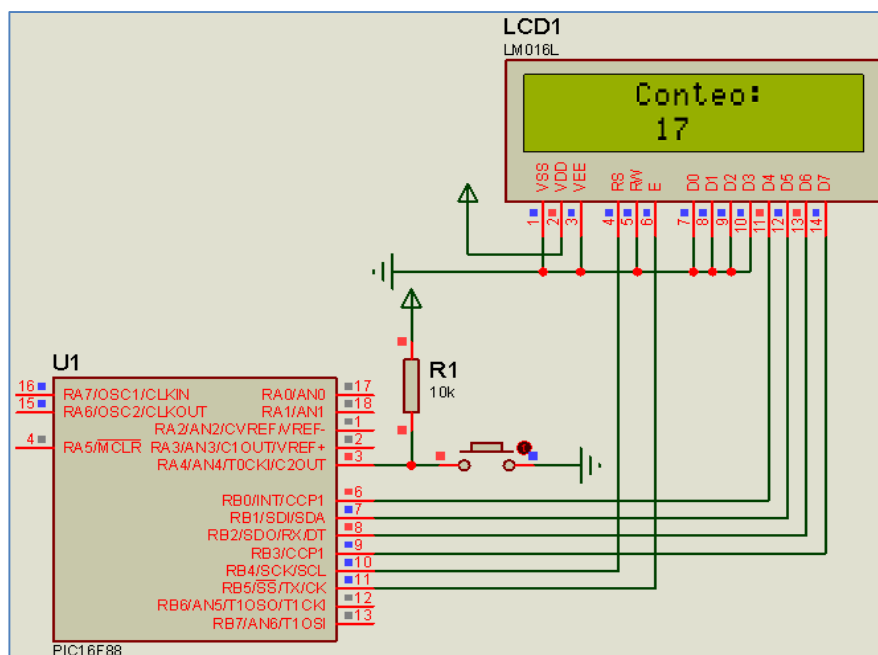


Figura 2.10-3 *Conexión del LCD 2x16*

Fuente: <http://www.programarpicenc.com/libro/cap03-display-lcd-16x2-2x16-hd44780-mikroc-pro.html>

## 2.11 TECLADO MATRICIAL

Se denomina teclado matricial a una matriz de pulsadores dispuestos en filas y columnas. Cada tecla se conecta a la intersección de una fila con una columna. Para la conexión de un teclado de 4x4 a un microcontrolador se necesitan sólo 8 pines del en lugar de 16 (para el caso de botones independientes). Cuando se pulsa una tecla, hacen contacto una fila con una columna. Si ninguna tecla es pulsada, las filas permanecen separadas de las columnas.

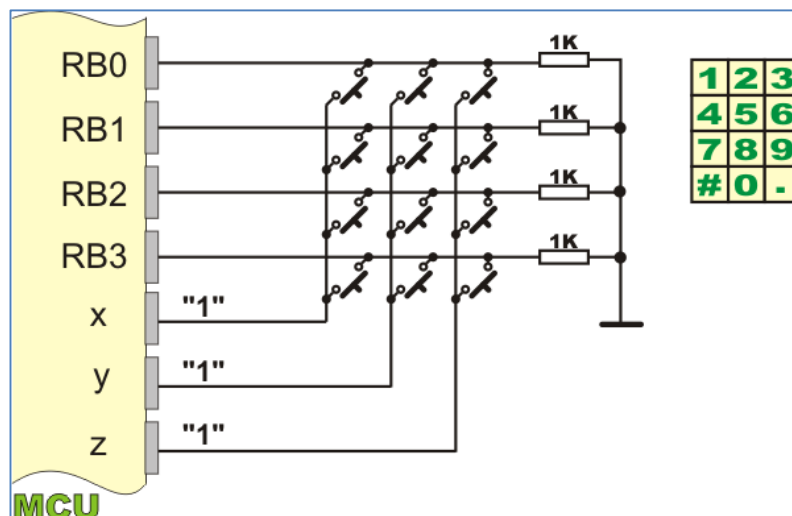


Figura 2.11-1 *Teclado Matricial*

Fuente: <http://www.mikroe.com/chapters/view/81/capitulo-3-microcontrolador-pic16f887/>

Las filas se conectan a los pines RB0, RB1, RB2 y RB3 del PORTB configuradas como salida. Las columnas del teclado se conectan a los pines RB4, RB5, RB6 y RB7 del PORTB configuradas como entrada. Cada línea debe pasar por resistencias de pull-up. En el microcontrolador PIC18F4550, los pines del PORTB tienen resistencias de pull-up internas y deben activarse por software.

Al pulsar una tecla, se aplica un nivel bajo a una fila correspondiente a la tecla que se pulsó y mientras permanecen con nivel alto las filas restantes, ese nivel bajo aparecerá en la columna con la que ha hecho contacto, de tal forma que cuando el microcontrolador explora la fila por cada columna, este cero aparece en la columna correspondiente y es leído por el pin respectivo.



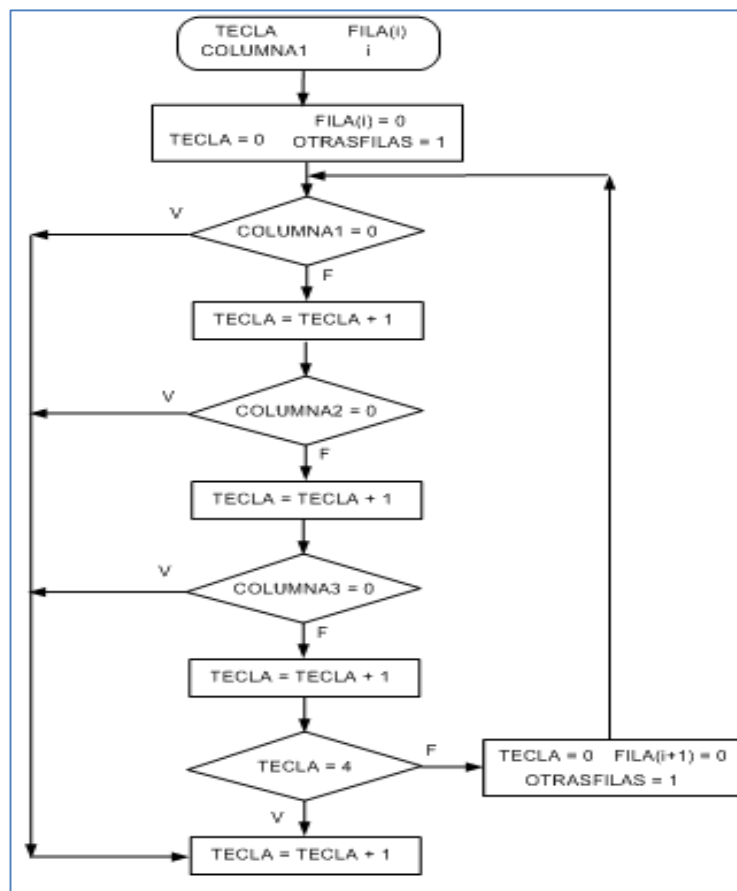


Figura 2.11-2 Diagrama de flujo - Teclado matricial

Fuente: El autor

## 2.12 MODEM GSM/GPRS

### 2.12.1 Modem

Un modem es un dispositivo electrónico que realiza dos funciones fundamentales que son modular y demodular señales, la modulación de una señal consiste en convertir una señal digital en analógica, mientras que la demodulación es lo contrario o sea; convertir una señal analógica en digital, por lo tanto es un equipo terminal que dentro de una sistema de comunicación pertenece al estrato del acceso.

Durante la modulación en la terminal de transmisión (modem origen), una señal digital llamada moduladora (de menor frecuencia) es modulada en función de una señal analógica llamada portadora (de mayor frecuencia) comúnmente de tipo senoidal. Este proceso se realiza en el modem para preparar la señal a transmitir y la resultante (señal modulada) será una señal analógica que estará lista para. Durante la recepción se realiza el proceso de demodulación (modem destino), donde la señal analógica recibida se demodula para restablecer la señal digital original.

Un modem GSM es aquel que se utiliza para transmitir y recibir señales inalámbricas en una red celular de segunda generación GSM. Si el modem es SGM/GPRS también soporta protocolos de transmisión de una red celular de tercera generación GPRS.

### **2.12.2 Estándar GSM**

La red para sistemas celulares de dos vías GSM (Global Standard for Mobile Telecommunications) es el estándar de segunda generación (2G) para comunicación de teléfonos móviles (celulares) de forma completamente digital. Nace como alternativa para los sistemas analógicos (NMT, TACS, AMPS, etc.) de primera generación (1G) que, entre otros motivos, tenían dificultad para ampliar la capacidad de número de usuarios y la oferta de servicios. Se inicia su desarrollo por el año 1982 y su comercialización 10 años después, en 1992.

La norma GSM se inicia en Europa como Groupe Special Mobile y en 1987 un grupo de 13 países firman un Memorando of Understanding (MoU) para

acogerse a dicha norma. En paralelo con el GSM se definieron otros sistemas de telefonía móvil digital, TDMA (D-AMPS) en Estados Unidos y JDC (Japón Digital Cellular) en Japón, no obstante GSM es más avanzado y se está implementando en grandes áreas de Australia, Estados Unidos, Asia, etc., por esta razón cambió su denominación por “Global System for Mobile Telecommunications”, GSM (Huidrovo Moya & Conesa Pastor, 2006) .

La mayoría de los sistemas basados en telefonía celular operan en la banda de los 900 MHz y 1.8 GHz excepto en Norteamérica donde se opera en la banda de los 1.9 GHz. GSM usa una combinación de FDMA y TDMA en un espectro total de 25 MHz. FDMA divide esos 25 MHz en 125 frecuencias portadoras de 200 KHz cada una, y cada canal de 200 KHz es entonces dividido en 8 ranuras de tiempo utilizando TDMA. Bajo este esquema los sistemas GSM soportan velocidades de 9.6 Kbit/s o hasta 14.4 Kbit/s, que se pueden ver incrementados a 115.2 = 8x14.4 si se implementa GPRS (Huidrovo Moya & Conesa Pastor, 2006).

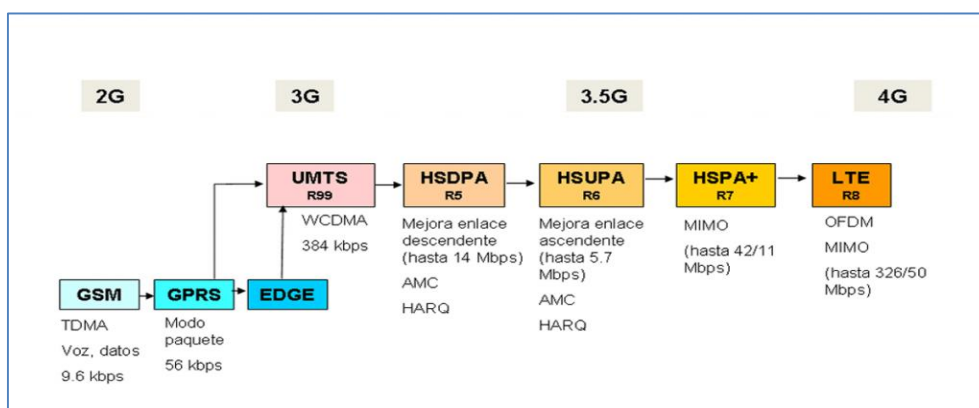


Figura 2.12-1 Evolución de la telefonía celular

Fuente: <http://cnmcblog.es/2010/05/21/conceptos-basicos-del-tecos-evolucion-de-las-comunicaciones-moviles-del-gsm-al-lte/>

### 2.12.3 Servicios GSM

Una de las ventajas de la red GSM (2G) es la incorporación de la oferta de nuevos servicios entre los que se cuentan: traslado de datos hasta 9.6 Kbit/s, creación de redes privadas virtuales (VPN), servicio SMS hasta 160 caracteres, una variedad de servicios que ya ofrecía la telefonía fija. En la tabla 6.1 se enumeran algunos de los servicios más relevantes. Otras ventajas que se destacan con respecto a la tecnología móvil analógica son: la utilización del espectro de una forma mucho más eficiente con células más pequeñas y presenta un menor consumo de energía lo que permite terminales más pequeños, el uso de una tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) y cifrar todas las conversaciones para evitar las posibles escuchas en la red (Huidrovo Moya & Conesa Pastor, 2006).

Tabla 2.12-1 *Servicios incorporados con la tecnología GSM.*

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicaciones telefónicas de voz.</li> <li>• Buzón de voz o contestador automático.</li> <li>• Desvío de llamadas.</li> <li>• Restricción de llamadas.</li> <li>• Indicación de llamada en espera.</li> <li>• Retención de llamadas.</li> <li>• Recepción de mensajes cortos (radiomensajería).</li> <li>• Agenda electrónica integrada en el SIM.</li> <li>• Identificación de llamada entrante, antes de descolgar.</li> <li>• Ocultación de identidad, para no mostrar el número de teléfono cuando se llame a otro usuario.</li> <li>• Multiconferencia.</li> <li>• Indicación del coste de la llamada.</li> <li>• Limitación de consumo.</li> <li>• Transmisión de datos a 9.600 bit/s, o hasta 115 kbit/s si incorpora GPRS.</li> </ul>
---

Fuente:<http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5QL2Prj9UwcC&oi=fnd&pg=PR19&dq=huidrovo+moya&ots=u9eMaGB6O6&sig=RfFWa4-fZnRKtbTjGYbn6jDjbD0#v=onepage&q=huidrovo%20moya&f=false>

En 1986 se designó oficialmente TDMA (Time División Multiple Access) como la tecnología de acceso al medio para el estándar GSM. En la *tabla 2.12-2* podemos observar las bandas de frecuencias ascendente y descendente para los estándares GSM 900, GSM 1800 y GSM 1900.

Tabla 2.12-2 *Bandas de frecuencia ascendente y descendente. Tecnología GSM.*

Parámetro	GSM	DCS1800
Frecuencia Transmisión (Mhz)		
Móvil-> Base	890-915 880-915	1710-1785
Base-> Móvil	935-960 925-960	1805-1880
Tipo de Acceso Múltiple	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA
Método de Duplexado	FDD	FDD
Ancho de Banda por Radiocanal	200 kHz	200 kHz
Nº Canales tráfico por radiocanal	8	8
Nº Total de canales de tráfico	992 - 1392	2992

Fuente: <http://telefonía.blog.tartanga.net/shannon-nyquist-fourier-y-otros/curiosidades-tecnicas/>

#### 2.12.4 Arquitectura de red GSM

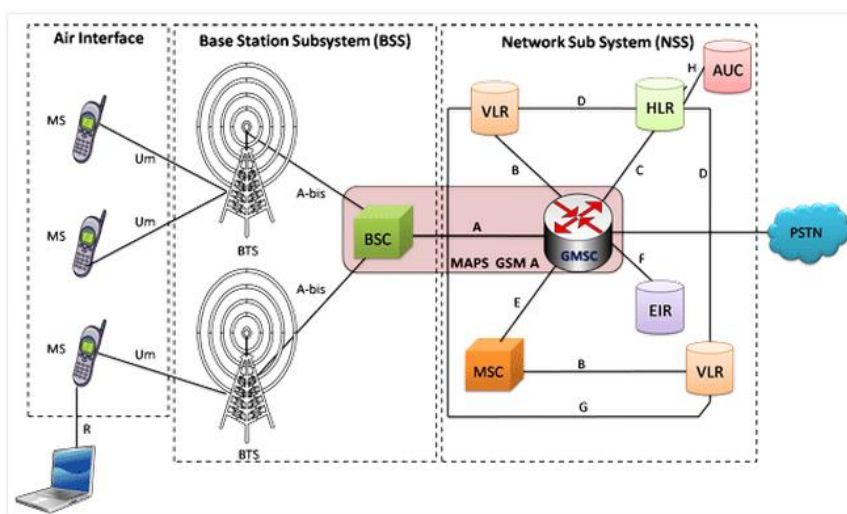


Figura 2.12-2 *Arquitectura de la Red GSM.*

Fuente: <http://seguridaddigitalvenezuela.blogspot.com/>

Los bloques que conforman la red GSM los podemos enumerar y describir a continuación:

**MSC** (Centro de conmutación de servicios móviles) para establecer la interconexión de usuarios de los servicios móviles con los fijos. Guardan una base de datos para gestionar las peticiones de llamadas de los usuarios.

**HLR** (Registro de localización local) almacena datos estáticos y variables relativos al abonado móvil.

**VLR** (Registro de posiciones de visitantes) almacena toda la información sobre el abonado móvil que está en su área de cobertura.

**OMC** (Centro de operación y mantenimiento) realiza las tareas de operación y mantenimiento inherentes al sistema.

**MS** (Estación móvil) terminal de abonado/teléfono móvil que se comunica con la red por medio de una interfaz de radio.

**BTS** (Estación transceptora base) contiene los transmisores y receptores radio para cubrir una o más celdas.

**BSC** (Controlador de estación base) para coordinar la transferencia de llamadas entre distintas BTS, para mantener la continuidad y la potencia de emisión, para ahorrar batería y estar libre de interferencias.

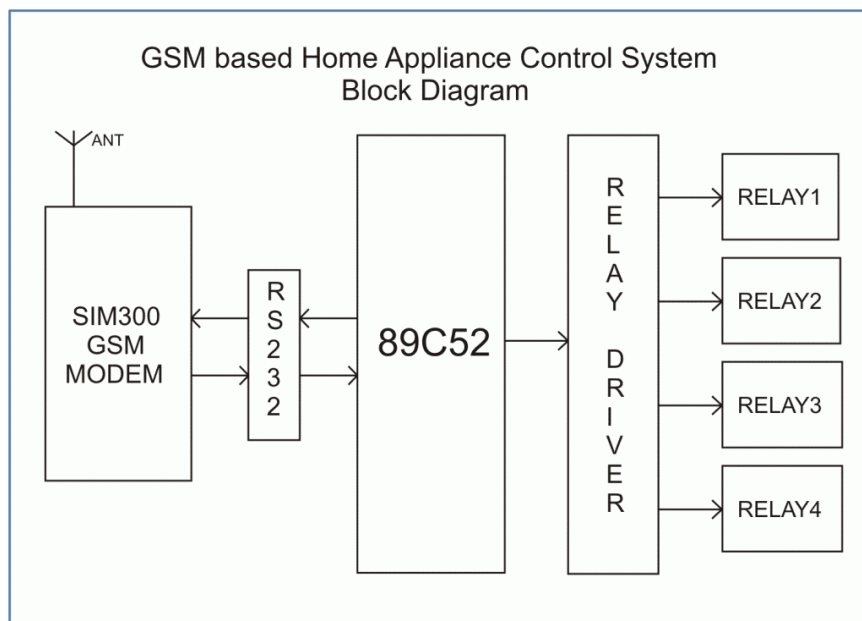


Figura 2.12-3 *Diagrama de Bloques Modem GSM*

Fuente: <http://hobbyprojects.net/blog/latest-electronics-projects/gsm-sms-based-home-appliance-control-system/>

### 2.12.5 Estándar GPRS (Global Packet Radio System)

Poco después de las primeras redes GSM comenzaron a funcionar a principios de los noventa y comenzó el uso de los servicios de datos GSM, se hizo evidente que los servicios portadores de conmutación de circuitos no eran adaptables para ciertas aplicaciones con una naturaleza de transmisión a ráfagas de bits. La conexión por conmutación de circuito tiene un largo tiempo de acceso a la red, y la fijación de llamada es basada en el tiempo de conexión. En las redes de conmutación de paquetes, las conexiones no se reservan recursos de forma permanente, pero hacen uso de una pista común, lo cual es altamente eficiente, en particular para aplicaciones con una naturaleza a ráfagas. El sistema GPRS tendrá un muy corto tiempo de acceso a la red y la carga de llamadas únicamente podría basarse en una cantidad de datos transmitidos.

El sistema GPRS incorpora los servicios portadores de conmutación de paquetes para el sistema GSM existente. En el sistema GPRS, un usuario puede acceder a las redes públicas de datos utilizando directamente sus direcciones de protocolo estándar (IP, X.25), que pueden activarse cuando la MS está conectada a la red GPRS. El GPRS MS puede usar entre una y ocho canales en la interfaz de aire en función de las capacidades de MS, y esos canales se asignan dinámicamente a un MS cuando hay paquetes para ser enviados o recibidos. En la red GPRS, canales de enlace ascendente y de enlace descendente están reservados por separado, por lo que es posible tener las MS con diferentes capacidades de enlace ascendente y de enlace descendente. La asignación de recursos en la red GPRS es dinámico y depende de la demanda y la disponibilidad de recursos.

Los paquetes también se pueden enviar en tiempo de inactividad entre las llamadas de voz. Con el sistema GPRS, es posible comunicarse punto a punto (PTP) o de punto a multipunto (PTM); también es compatible con el SMS y el acceso anónimo a la red. El rendimiento máximo teórico en el sistema GPRS es de 160 kbps por MS utilizando los ocho canales sin corrección de errores.

#### **2.12.6 Arquitectura de red GPRS**

GPRS trae algunos nuevos elementos a la red GSM. Los más importantes son el nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN) y el nodo de soporte de Gateway GPRS (GGSN). Otro nuevo elemento importante es el centro de servicio de punto a multipunto (PTM-SC), que se dedica a los servicios de PTM en la red GPRS. Otro nuevo elemento de red es el Gateway de Borde (BG), que es necesario sobre todo por



razones de seguridad y está situado en la conexión a la red troncal entre PLMN. Las redes troncales inter-PLMN e intra-PLMN son también nuevos elementos, ambas redes (basadas en IP) están basadas en el protocolo de Internet.

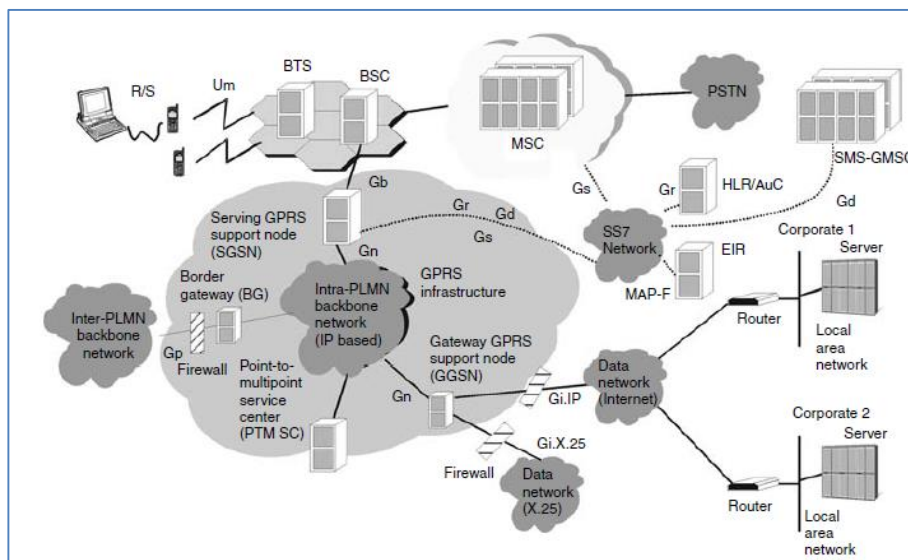


Figura 2.12-4 *Arquitectura de red GPRS*

Fuente: <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470866942.html>

Mientras que el sistema GSM actual fue diseñado originalmente con un énfasis en sesiones de voz, el objetivo principal del GPRS es ofrecer un acceso a redes de datos estándar, tales como el protocolo de control de transporte (TCP)/protocolo de Internet (IP) y X.25. Estas otras redes consideran GPRS como una sub-red normal. Un GGSN en la red GPRS se comporta como un router y oculta las características GPRS específicas de la red de datos externa. El usuario móvil puede tener una dirección de red de datos estática o una dirección de red de datos dinámicos, y el tráfico de datos siempre utilizará la puerta de entrada se indica mediante esta dirección (Figura

1.8). Sin embargo, el operador de red local podría obligar a todo el tráfico de usar un GGSN casa, por ejemplo, por razones de seguridad.

Una dirección estática se asigna de forma permanente para un suscriptor. Como se apuntará a un Gateway de la red doméstica, los paquetes de datos siempre serán enviados a través de la casa:

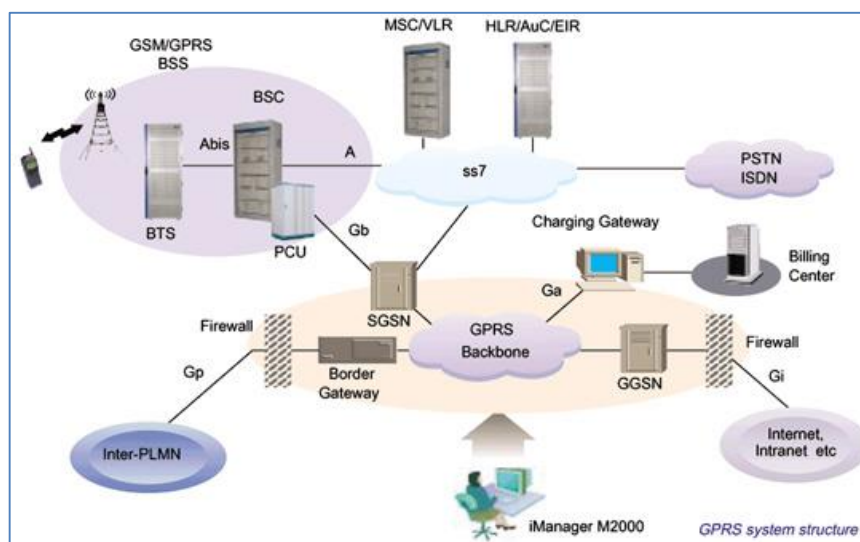


Tabla 2.12-3 ***GPRS Backbone***

Fuente: <http://cs.stanford.edu/people/eroberts/courses/soco/projects/risc/riscisc/>

### 3 CAPÍTULO: DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 DELIMITACIÓN

El Proyecto consiste en crear un sistema de seguridad que incluya control de acceso y presencia no autorizada, control de iluminación y monitoreo por cámaras; el control de acceso se realiza mediante un lector biométrico de huellas para la puerta principal, además incluye un teclado 3x4 para contraseñas y un display; el control de presencia no autorizada consiste en sensores de proximidad ubicados en 5 posiciones estratégicas de la vivienda y uno en la puerta de ingreso, con una bocina de alarma; el control de iluminación para encendido de luces desde cualquier ubicación incluye 5 luminarias; el control de cámaras será un sistema independiente controlado por un DVR central desde donde se van a monitorear las cámaras y se almacenarán las grabaciones.

El diagrama esquemático del proyecto se muestra a continuación (figura). Tiene **3 módulos**; el módulo principal conformado por un microcontrolador 18F4550, y dos secundarios conformado cada uno por un micro 16F628. El modulo principal tiene la función de controlar el proceso, aquí se muestran las entradas de control START, CONFIG y OFF para iniciar, configurar y apagar el sistema respectivamente, se reciben las señales de los sensores de movimiento, se ingresa la señal del biométrico (módulo 3) para el control de acceso, se envía y recibe desde el modem GSM (módulo 2), se controla el encendido de las luminarias y se programa la configuración inicial del sistema.

El **módulo 2** es para el control celular por medio del modem GSM, recibe la señal de los sensores de movimiento y envía comandos de activación y desactivación también controla la señal de la bocina de alarma. El módulo 3 controla el acceso del lector biométrico de huellas, si hay coincidencia envía una señal en forma de código hacia el módulo principal, entonces se genera el comando abrir puerta y muestra un mensaje en el display, también se puede ingresar con código aunque el principal motivo del teclado es para casos de emergencia en que por alguna razón no se pueda detectar correctamente la huella o para inicialmente ingresar una clave de acceso ligada a la huella dactilar de un nuevo usuario autorizado.

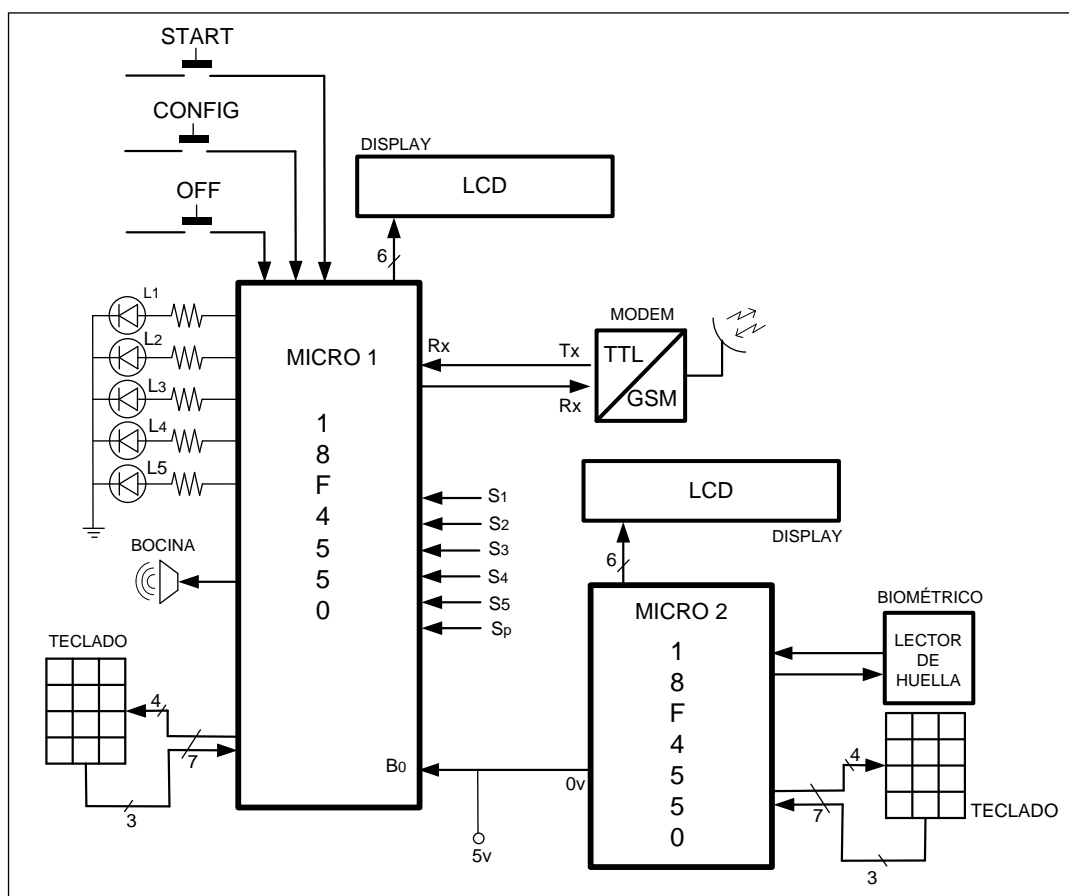


Figura 3.1-1 *Diagrama de bloques Sistema de Seguridad*

Fuente: El Autor

### 3.2 DIAGRAMAS DE FLUJO

#### 3.2.1 Módulo 1 (micro 1)

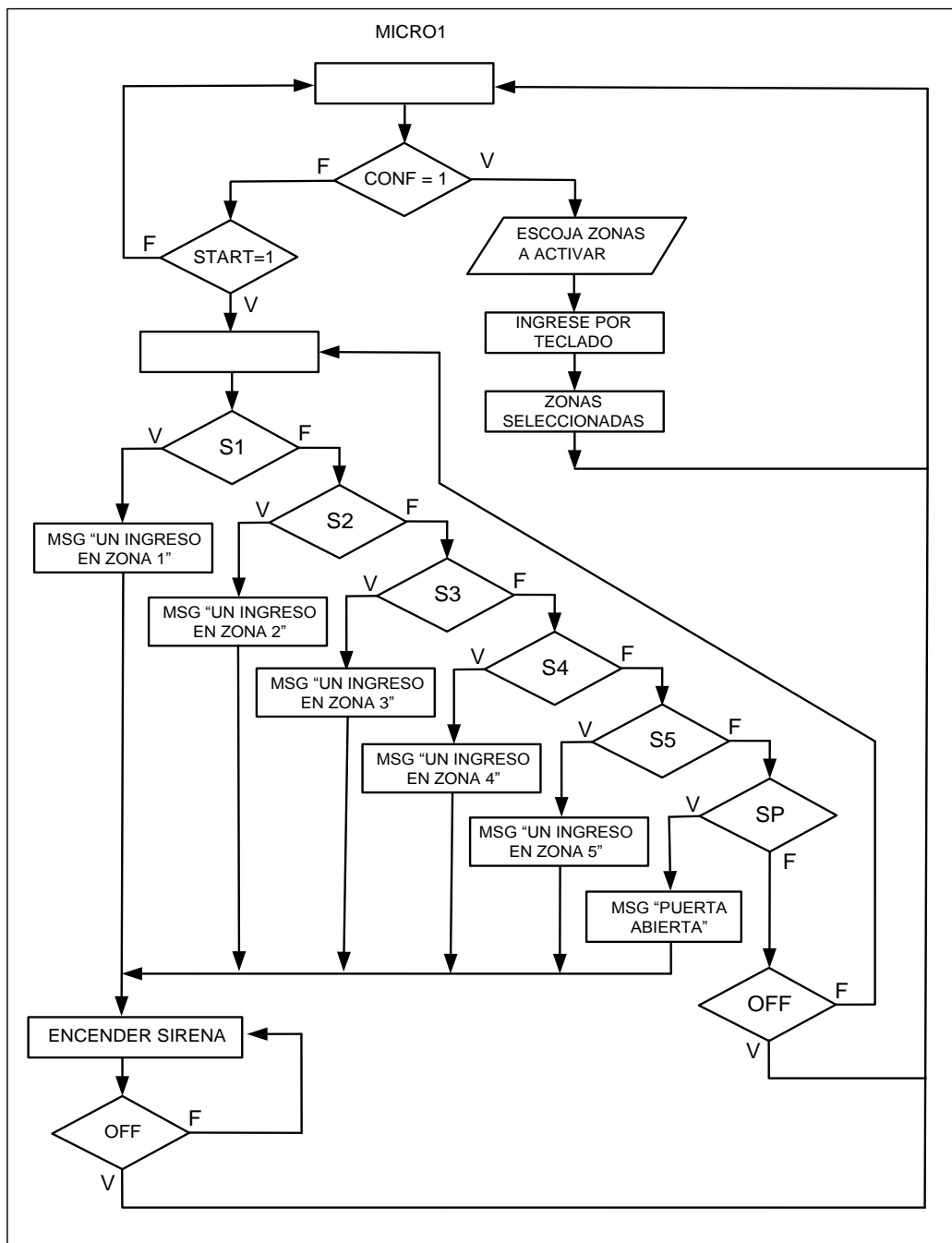


Figura 3.2-1 Diagrama de Flujo para describir el proceso del modelo 1

Fuente: El Autor

El diagrama de flujo del programa principal se muestra en la figura. El sistema inicia con la configuración de las zonas de vigilancia, para lo cual se pregunta por el estado de la tecla CONF; si se presiona CONF (V) entonces se accede a un menú de configuración desde donde se activan o desactivan los sensores de movimiento correspondientes a cada zona, Si no se presiona CONF (F) entonces el sistema avanza y pregunta por el inicio (START). Si se presiona la tecla START (V) entonces inicia el sistema y se ingresa al proceso de verificación donde pregunta por el estado de todos los sensores (desde S1 hasta Sp); si uno de los sensores está encendido la respuesta es afirmativa (V), entonces se envía un mensaje de alerta (presencia en zona #) y se hace sonar la bocina de alarma (encender sirena).

El estado de alarma permanece mientras no se presione la tecla OFF (F); Si se presiona la tecla OFF (V), entonces el sistema volverá al inicio a preguntar por el estado de la tecla CONF. El mensaje enviado debe llegar al modem GSM, para eso el módulo primero ejecuta el comando AT de envío del mensaje hasta la memoria del modem y su posterior envío hacia el número celular programado.

El sistema puede también recibir por interrupción (INT 2) la orden de encender las luces, El diagrama de flujo de la figura describe este proceso. La señal llega por medio de la interface RS232 por lo tanto se inicia leyendo el buffer RS232, para detectar cuál de las luces hay que encender se pregunta por cada una de las luces (desde L1 hasta L5); si L1 ON es verdadero, entonces se enciende la luz L1 y se envía un mensaje de confirmación hacia el modem, luego se debe salir de la interrupción, si L1 ON es falso, entonces se debe preguntar por la siguiente luz hasta encontrar la coincidente con la orden recibida, el siguiente estado debe ser el inicio del sistema.

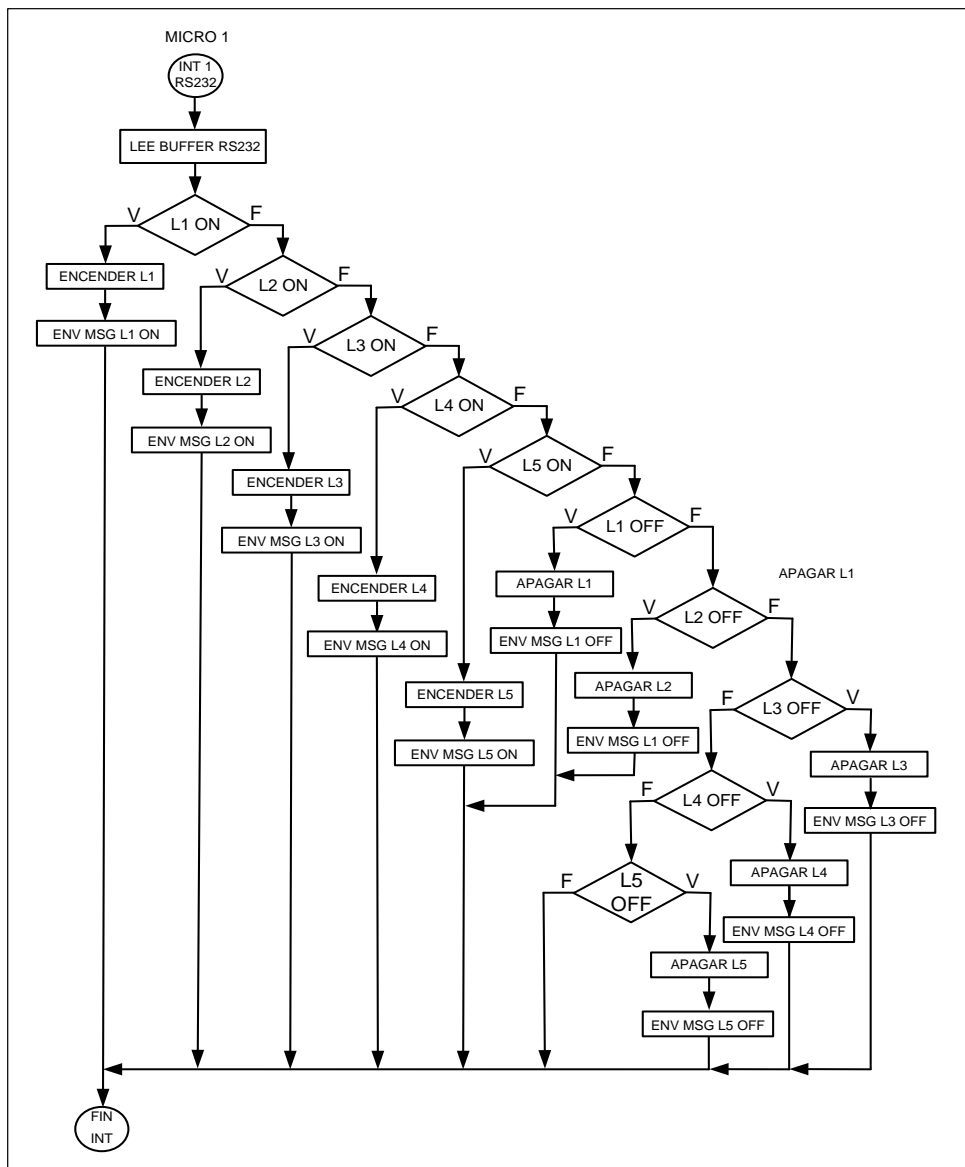


Figura 3.2-2 *Diagrama de flujo Interrupción 1*

Fuente: El Autor

La orden recibida por la interrupción puede ser de apagar alguna luz, el diagrama muestra que luego de consultar por la orden de encendido se procede a consultar por la orden de apagado; si L1 OFF es verdadero, entonces se apaga la luz L1 y se envía un mensaje de confirmación, luego se finaliza la interrupción, si L1 OFF es falso, se debe preguntar por L2 y así sucesivamente hasta finalizar y salir de la interrupción.

### 3.2.2 Módulo 2 (Control de Acceso)

Desde el microcontrolador 2 se realiza el control de acceso con el lector biométrico: Primero se pregunta por el estado del SW3 mientras permanezca en cero no arranca el proceso; Una vez que sw3 está ON entonces el sistema te pide que ingreses la clave de acceso, una vez ingresada la clave el sistema hace la comparación con la huella ingresada y si hace match entonces procede a abrirse la puerta, se enciende la alarma de puerta abierta y luego se espera por la siguiente clave.

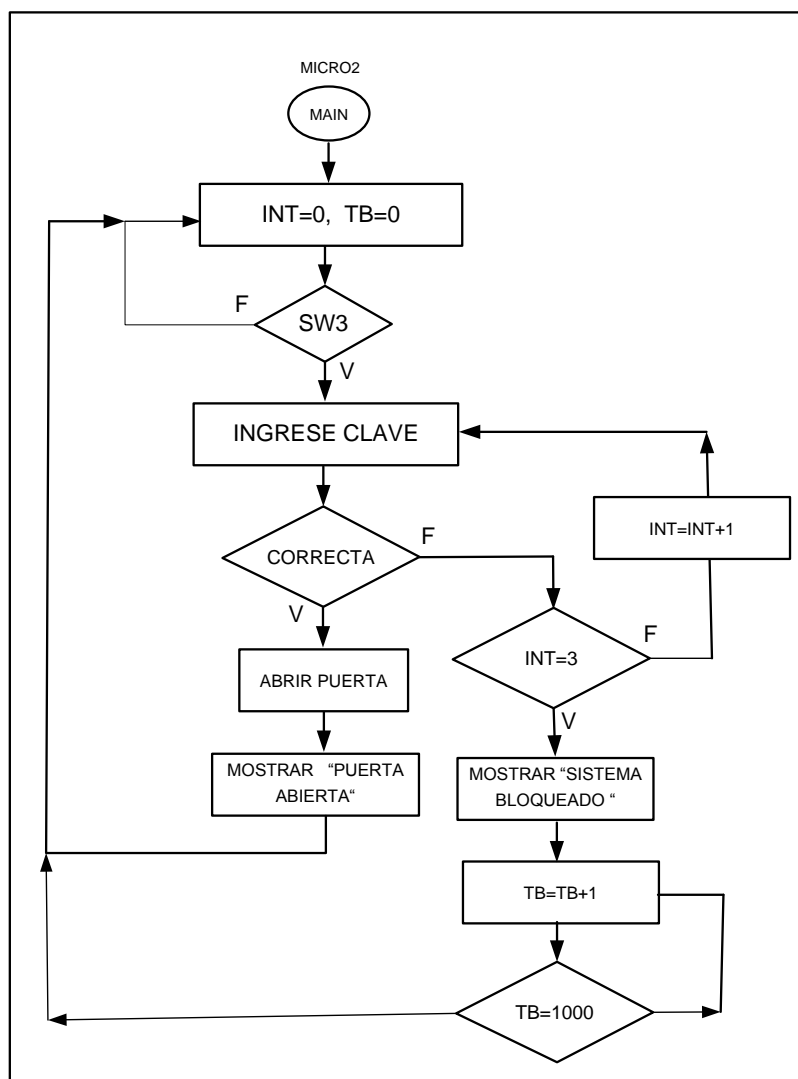


Figura 3.2-3 *Diagrama de flujo – Micro 2*

Fuente: El autor



### 3.3 PROGRAMAS DEL DISEÑO

#### 3.3.1 Programa Módulo 1

```
#include <18F4550.h>

#use delay (clock=4000000)

#fuses XT

#use rs232 (baud=9600, xmit=pin_c6, rcv=pin_c7)

#byte porta=0x80

#byte portb=0x81

#byte portc=0x82

#byte portd=0x83

//#include <LCD420_2.c>

#include <LCD.c>

#include <flex_kbd2.c>

int sensor;

int bandera;

int d, k=0;

int bz1=1, bz2=1, bz3=1, bz4=1, bz5=1, bz6=1;

#int_RDA

void mensaje(void);

void RDA_isr()

{

    int men[20];

    int x,r=0;

    lcd_putc("\fInterr");

    disable_interrupts(GLOBAL);

    puts("AT+CMGR=1");
```

```
for (x=0; x<=10; x++)
{
    men[x]=0;
    do
    {
        men[x]=getc();
    }
    while(men[x]==0);
    men[x]=men[x]-48;
    printf(lcd_putc,"\f %d ",MEN[x]);
    delay_ms(100);
    if (x==8)
        r=men[x];
}
lcd_putc("\f");
if (men[10]==30)
    printf(lcd_putc,"\fENCENDER L%d ",r);
if (men[10]==22)
    printf(lcd_putc,"\fAPAGAR L%d ",r);
    delay_ms(2000);
    enable_interrupts(GLOBAL);
}
void configurar(void)
{
    k=0;
    lcd_putc("\fConfigurar zonas");
```

```
lcd_gotoxy(1,2);  
lcd_putc("Elija zona Act/Desac");  
while((k>=0) && (k<=6))  
{  
    k=0;  
    while(k==0)  
        k=kbd_getc();  
    k=k-48;  
    switch(k)  
    {  
        case 1:  
            if (bz1==0)  
            {  
                lcd_gotoxy(1,2);  
                lcd_putc("ZONA 1 Activada ");  
                bz1=1;  
                delay_ms(1000);  
            }  
            else  
            {  
                lcd_gotoxy(1,2);  
                lcd_putc("ZONA 1 Desactivada ");  
                bz1=0;  
                delay_ms(1000);  
            }  
        break;
```

case 2:

```
if (bz2==0)
{
    lcd_gotoxy(1,2);
    lcd_putc("ZONA 2 Activada ");
    bz2=1;
    delay_ms(1000);
}
else
{
    lcd_gotoxy(1,2);
    lcd_putc("ZONA 2 Desactivada ");
    bz2=0;
    delay_ms(1000);
}
```

break;

case 3:

```
if (bz3==0)
{
    lcd_gotoxy(1,2);
    lcd_putc("ZONA 3 Activada ");
    bz3=1;
    delay_ms(1000);
}
```

Else

```
{
```

```
        cd_gotoxy(1,2);  
        lcd_putc("ZONA 3 Desactivada ");  
        bz3=0;  
        delay_ms(1000);  
    }  
break;  
case 4:  
    if (bz4==0)  
    {  
        lcd_gotoxy(1,2);  
        lcd_putc("ZONA 4 Activada  ");  
        bz4=1;  
        delay_ms(1000);  
    }  
    else  
    {  
        lcd_gotoxy(1,2);  
        lcd_putc("ZONA 4 Desactivada ");  
        bz4=0;delay_ms(1000);  
    }  
break;  
case 5:  
    if (bz5==0)  
    {  
        lcd_gotoxy(1,2);  
        lcd_putc("ZONA 5 Activada  ");
```

```
        bz5=1;
        delay_ms(1000);
    }
    Else
    {
        lcd_gotoxy(1,2);
        lcd_putc("ZONA 5 Desactivada ");
        bz5=0;
        delay_ms(1000);
    }
break;
case 6:
    if (bz6==0)
    {

        lcd_gotoxy(1,2);
        lcd_putc("ZONA 6 Activada  ");
        bz6=1;
        delay_ms(1000);
    }
    else
    {
        lcd_gotoxy(1,2);
        lcd_putc("ZONA 6 Desactivada ");
        bz6=0;
        delay_ms(1000);
    }
}
```

```
        }
        break;
    default:
        break;
    }
}

void verifica(void)
{
    d= INPUT_a();
    printf(lcd_putc, "\fChequear %d",d);
    switch (d)
    {
    case 0:
        sensor=0;
        bandera=0;
        output_low(PIN_D3);
    break;
    case 1:
        if (bz1==1){
            sensor=1;
            output_high(PIN_D3);
        }
    break;
    case 2:
        if (bz2==1){
            sensor=2;
```

```
        output_high(PIN_D3);
    }
break;
case 4:
    if (bz3==1){
        sensor=3;
        output_high(PIN_D3);
    }
break;
case 8:
    if (bz4==1){
        sensor=4;
        output_high(PIN_D3);
    }
break;
case 16:
    if (bz5==1){
        sensor=5;
        output_high(PIN_D3);
    }
break;
case 32:
    if (bz6==1)
    {
        sensor=6;
        output_high(PIN_D3);
```



```
        }  
        default:  
        break;  
    }  
    if(sensor !=0)  
    {  
        delay_ms(1000);  
        mensaje();  
    }  
}  
void mensaje(void)  
{  
    if (bandera==0)  
    {  
        lcd_putc("\fEnviando MSM");  
        bandera=1;  
        printf("at+cmgs=%c+593995297705%c%c%c",34,34,13,10);  
        printf("Presencia en zona %d%c%c",sensor,13,10);  
    }  
    delay_ms(2000);  
}  
void main()  
{  
    Set_tris_a(63);  
    Set_tris_b(0x00);  
    portb=0;
```

```

Set_tris_d(0x00);

portd=0;

portc=0;

lcd_init();

kbd_init();

enable_interrupts(INT_RDA);

enable_interrupts(GLOBAL);

puts("AT");

puts("AT+CMGF=1");

printf("at+cscs=%c+593995297705%c%c%c",34,34,13,10);

setup_ADC_ports(NO_ANALOGS);

while(true)
{
    lcd_gotoxy(1,1);

    lcd_putc("\fSist de seguridad");

    delay_ms(2000);

    if(input(PIN_E0))

        configurar();

    if(!input(PIN_E0) && (input(PIN_E1)))

        verifica();

}
}

```

### 3.3.2 Programa Módulo 2: Control de Acceso

```

#include <18f4550.h>

#use delay (clock=4000000)

```

```
#fuses XT

#byte portb=0x81

#byte portc=0x82

#byte portd=0x83

#include <LCD.c>

#include <flex_kbd2.c>

int x;

int k=0;

int digi1, digi2, digi3, digi4;

void ingreso(void)

{

    lcd_putc("\fIngrese clave");

    while(k==0)

    k = kbd_getc();

    digi1= k-48;

    k=0;

    lcd_gotoxy(5,2);

    lcd_putc("*");

    while(k==0)

    k = kbd_getc();

    digi2= k-48;

    k=0;

    lcd_gotoxy(6,2);

    lcd_putc("*");
```

```
while(k==0)

k = kbd_getc();

digi3= k-48;

k=0;

lcd_gotoxy(7,2);

lcd_putc("*");

while(k==0)

k = kbd_getc();

digi4= k-48;

k=0;

lcd_gotoxy(8,2);

lcd_putc("*");

}

void verifica(void)

{

int y;

if( digi1==1 && digi2==2 && digi3==3 && digi4==4)

{

lcd_putc("\fPuerta Abierta");

output_high(PIN_D3);

delay_ms(1000);

output_low(PIN_D3);

}
```

```
else
{
    lcd_putc("\fClave incorrecta");
    delay_ms(600);
    x=x+1;
}
if (x==3)
{
    bit_set(portc,0);
    for (y=0; y<=20; y++)
    {
        lcd_putc("\fSistema bloqueado");
        delay_ms(500);
        lcd_putc("\f");
        delay_ms(300);
    }
    bit_clear(portc,0);
}
}
void main()
{
    Set_tris_b(0x00);
    portb=0;
    Set_tris_c(0x00);
    portc=0;
    lcd_init();
```

```
kbd_init();  
while(true)  
{  
    lcd_putc("\fSist de seguridad");  
    delay_ms(1000);  
    if(input(PIN_B0))  
    {  
        ingreso();  
        verifica();  
    }  
}  
}
```

### 3.4 SIMULACIÓN EN PROTEUS

#### 3.4.1 Simulación Módulo 1: Descripción del funcionamiento del circuito.

El Módulo 1 está conformado por: el microcontrolador PIC 18F4550, el display LCD 4x20 (LM044L), el teclado matricial 3x4, 6 botoneras para simular los sensores de movimiento, 5 LED para simulación de las luces de iluminación, 1 LED para simulación de una sirena de alarma, un emulador de terminal virtual para simular el envío de comandos AT a través de una interface RS232.

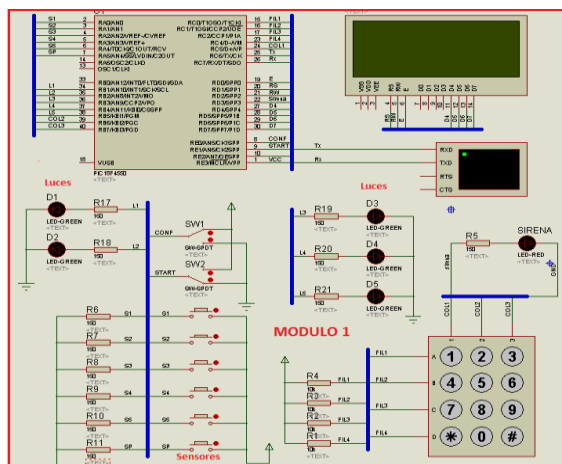


Figura 3.4-1 *Módulo 1 del diseño antes de la simulación.*

Fuente: El Autor

Antes de la simulación el esquema del módulo 1 se muestra en la figura 3.6-1, se observa que los botones (sensores) están desactivados, los LED's también al igual que los switches SW1 y SW2. Al iniciar la simulación aparecen activos los pines de los terminales de todos los elementos, nótese que aquellos terminales conectados a Vcc están en color rojo y los de tierra GND en color azul. Ver figura 3.6-2

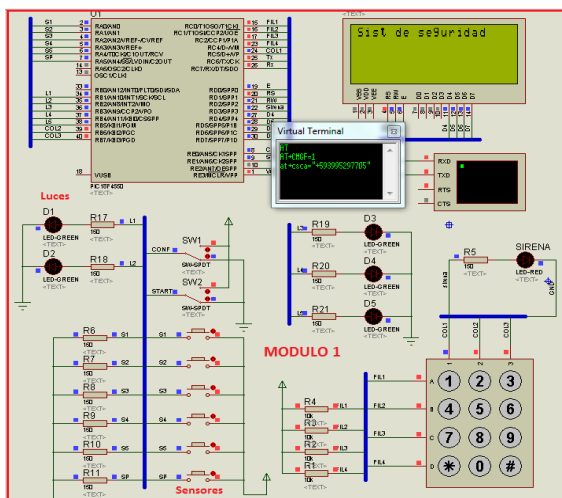


Figura 3.4-2 *Módulo 1 del diseño durante la simulación.*

Fuente: El Autor

Al cerrar el switch de configuración SW1 (figura 3.6-3) se programa permite activar o desactivar el sistema de sensores de movimiento en cada zona de la vivienda predeterminada, para ejecutar la configuración se debe aplastar el botón CONFIG, en nuestro simulador implementado como SW1, para ingresar al menú: CONFIGURAR 6 ZONAS, Elija zona Act/Desac, y se muestre en el display LCD.

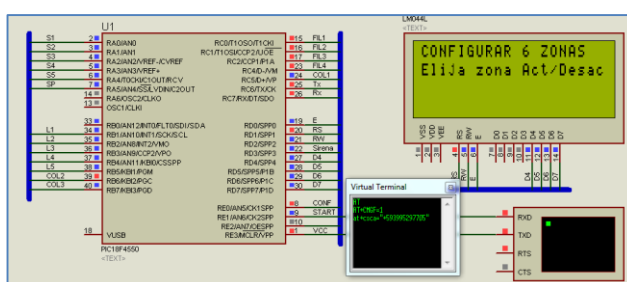


Figura 3.4-3 *Menú de Configuración: Activar y Desactivar sensores*

Fuente: El Autor

Se debe seleccionar por teclado la zona a activar o desactivar de tal forma que cumpla las necesidades de usuario, así v la figura vemos en la figura 3.6-5 cómo al teclear el cinco aparece el estado del sensor de zona correspondiente.

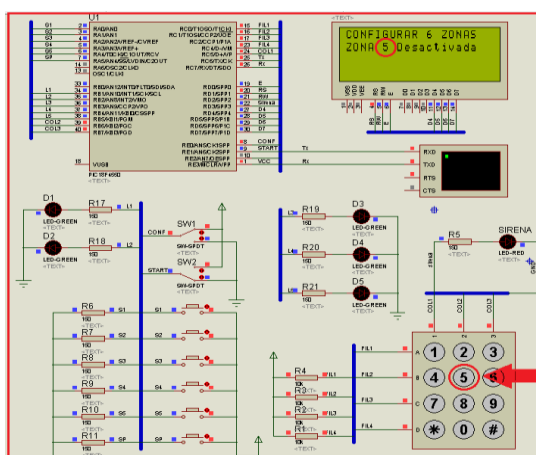


Figura 3.4-4 *Activación de zonas desde el teclado matricial.*

Fuente: El Autor



Finalmente se muestra en la pantalla la zona activada o desactivada de acuerdo a la necesidad del usuario del sistema, así se procede hasta programar las 6 zonas (en el diseño se pueden agregar). Para salir al mensaje principal se lo realiza aplastando la tecla asterisco.

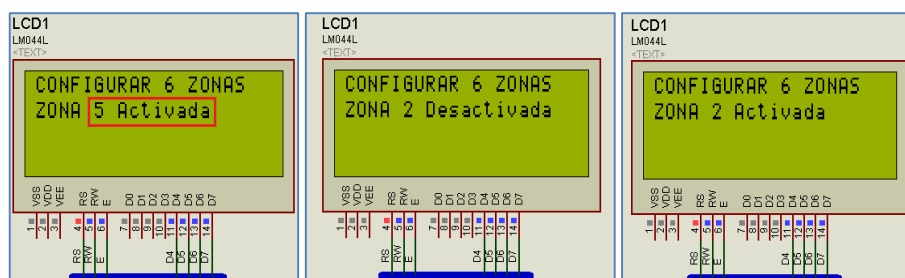


Figura 3.4-5 *Estado final de la zona se muestra en la pantalla.*

Fuente: El Autor

### 3.4.2 Primera simulación

En este ejercicio se procederá a simular el funcionamiento del sistema de sensores y alarma conforme a la siguiente programación: En la configuración se van a activar las zonas 1, 3 y 5 para la verificación de presencia; si hay presencia, los sensores activarán la alarma y el envío de un mensaje SMS a un número celular determinado (ficticio para la simulación). Las zonas 2,4 y 6 quedarán desactivadas por lo cual los sensores de movimiento de dichas zonas no activarán la alarma ni enviarán ni el envío del mensaje SMS a celular.

**Paso 1:** Configuración de zonas de verificación de presencias no autorizadas. Se inicia la simulación y se activa el SW1 (ON), entonces se muestra el menú de alerta en la pantalla indicando que se pueden activar o desactivar las 6 zonas desde el teclado para la simulación de la verificación de presencia no autorizada.

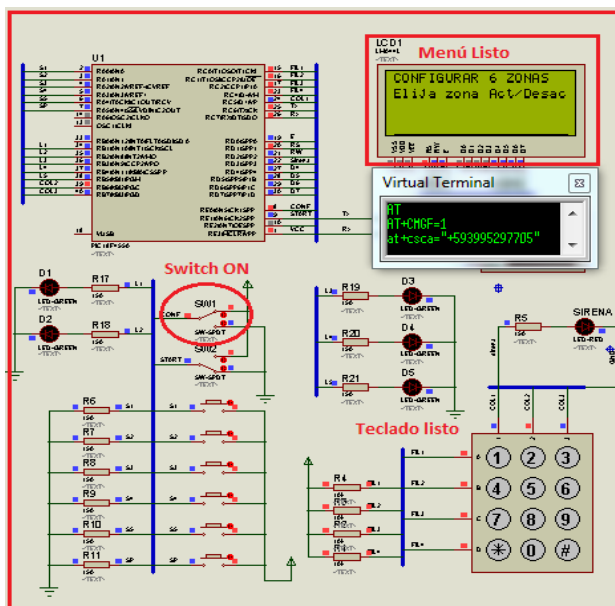


Figura 3.4-6 Inicio de simulación Modulo 1.

Fuente: El Autor.

Paso 2: Activación y desactivación de zonas, se elige desde el teclado los sensores del 1 al 6, los impares quedaran activados y los pares desactivados. En la figura se muestran ya configuradas las zonas, una vez que se realiza la configuración se debe presionar la tecla asterisco para salir.

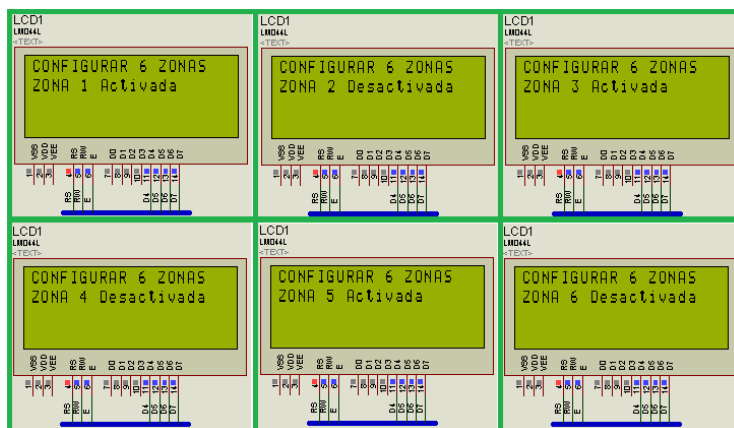


Figura 3.4-7 Zonas activadas para la simulación

Fuente: El Autor

Se apaga el SW1 (OFF) para salir de CONF y se prende el de START, SW2 (ON) para iniciar la simulación de los sensores de movimiento. Con START iniciado presiono la tecla S1 (simulando una detección del sensor) y verifico el mensaje

“Chequear 1” en el display LCD y la activación de la SIRENA de alarma, después de 2 segundos se realiza el envío de un mensaje MSM, se verifica en el display el mensaje “Enviando MSM” y en el virtual terminal el contenido del mensaje enviado: “Presencia en zona 1”.

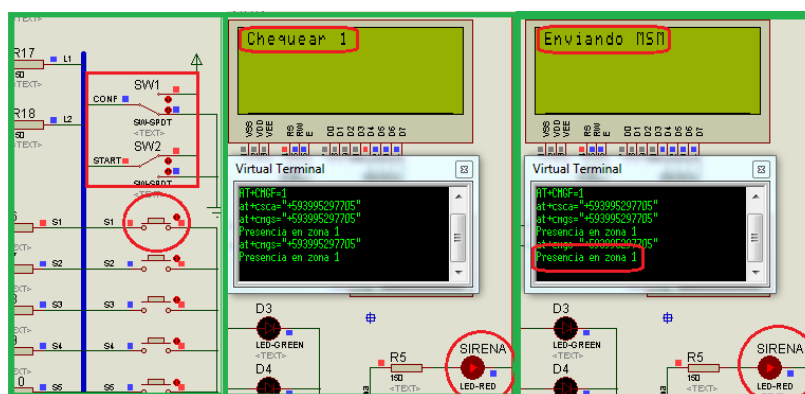


Figura 3.4-8 *Chequeo de zona 1 y envío de mensaje a celular*

Fuente: El Autor

Realizando el mismo ejercicio con cada una de las teclas restantes (S2 hasta S6 que simulan los sensores de movimiento), se obtiene que solo se enviaron mensajes desde las zonas 1, 3 y 5; mientras que desde las zonas 2, 4 y 6 no debido a la desactivación durante la configuración inicial tal como lo esperábamos. Siendo esta una simulación exitosa, ver figura 3.6-9.

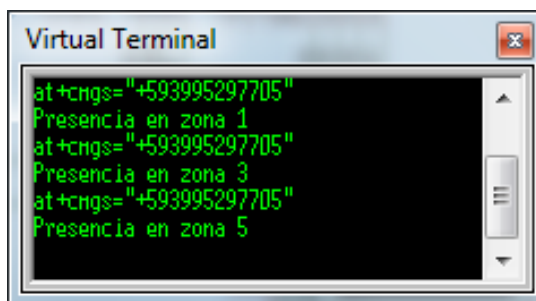


Figura 3.4-9 *MSM a celular enviado durante detección de los sensores 1, 3 y 5.*

Fuente: El Autor

### 3.4.3 Segunda simulación: control remoto de luces.

Esta simulación se realiza para poder controlar el uso de la iluminación de una vivienda desde un lugar remoto, a través de la red celular. Para simular el uso de un teléfono celular se utiliza un emulador de terminal virtual, desde donde se envían a través de una interface rs232 los comandos AT para la transmisión telefónica.

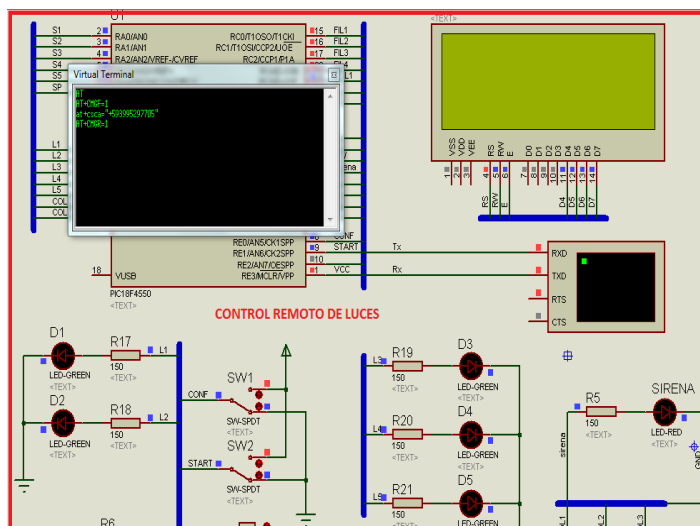


Figura 3.4-10 Simulación de control remoto de luces desde un celular.

Fuente: El Autor

Se inicia con una interrupción por teclado en el virtual terminal, se observan los comandos AT para establecer la comunicación. Al enviar desde terminal virtual una ráfaga de caracteres, uno de esos es esperado para tomar la acción de encendido solicitada. En cuanto llega la orden se muestra en la pantalla la orden “ENCENDER L1” recibida para poner ON el LED correspondiente (L1 hasta L5).

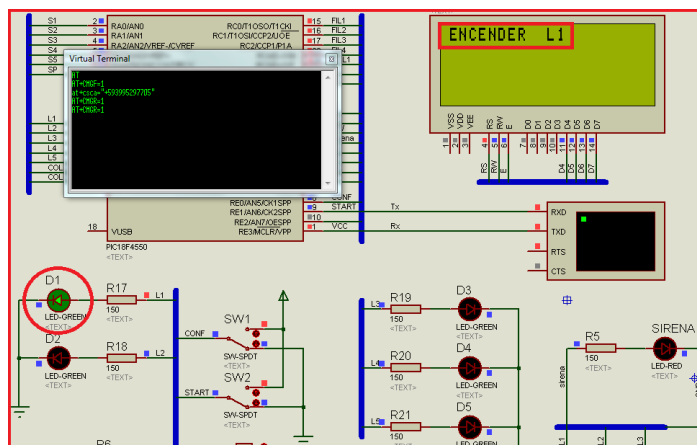


Figura 3.4-11 Encendido de luces desde el emulador de terminal

Fuente: El Autor

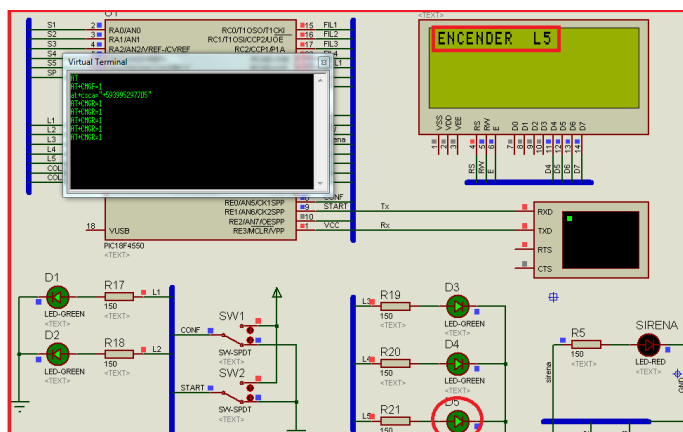


Figura 3.4-12 Todas las luces encendidas

Fuente: El Autor

Una vez encendidas todas las luces (5 LED), se procede con la comprobación de apagado desde el LED 1 hasta el LED 5.

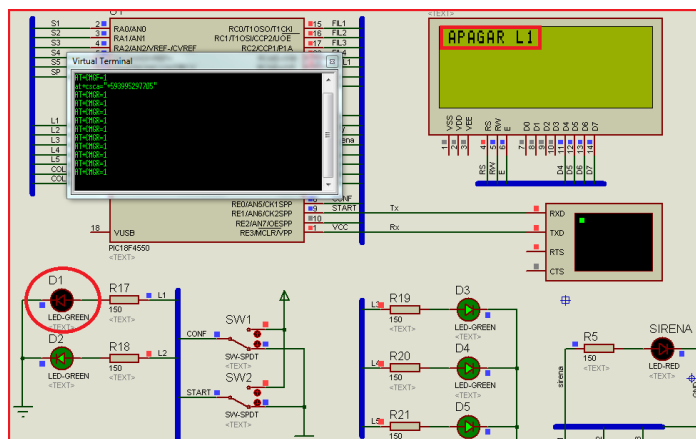


Figura 3.4-13 *Apagado de luces*

Fuente: El Autor

### 3.4.4 Tercera simulación: control remoto alarma.

En esta simulación se realiza el encendido y apagado de la alarma desde un celular. Se inicia por medio de una interrupción desde el terminal virtual, se ingresa una ráfaga de caracteres para el encendido, al detectar los caracteres esperados para encendido, se enciende el LED sirena (simulando una bocina). Para el proceso de apagado se procede de la misma forma, solo se cambia la ráfaga de caracteres para la detección del carácter de apagado.

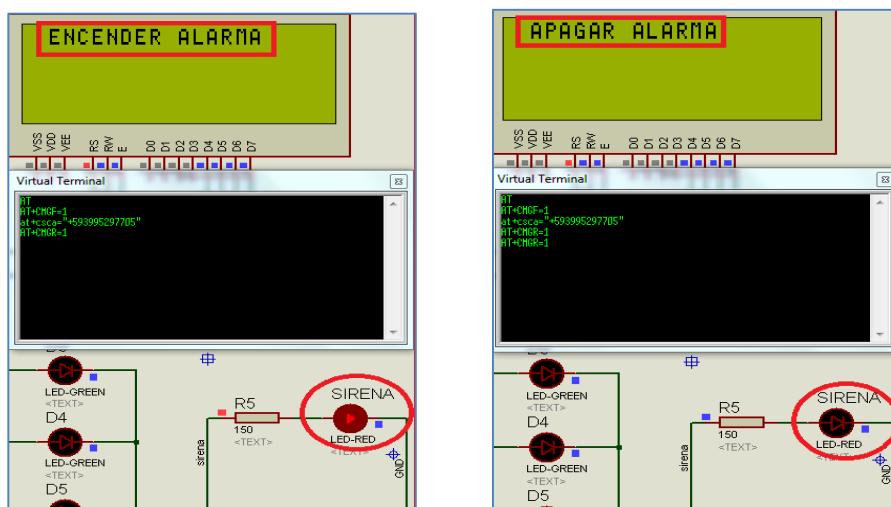


Figura 3.4-14 Encendido y apagado remoto de alarma (sirena).

Fuente: El Autor

### 3.4.5 Cuarta simulación: control de acceso desde biométrico (puerta).

Se Inicia cambiando la posición del switch SW3 de OFF a ON. Entonces se muestra el mensaje “Ingrese clave”. Se procede a ingresar la clave por el teclado matricial, se ha definido en el programa: 1 2 3 4, por cada dígito se muestra un asterisco (ver figura)

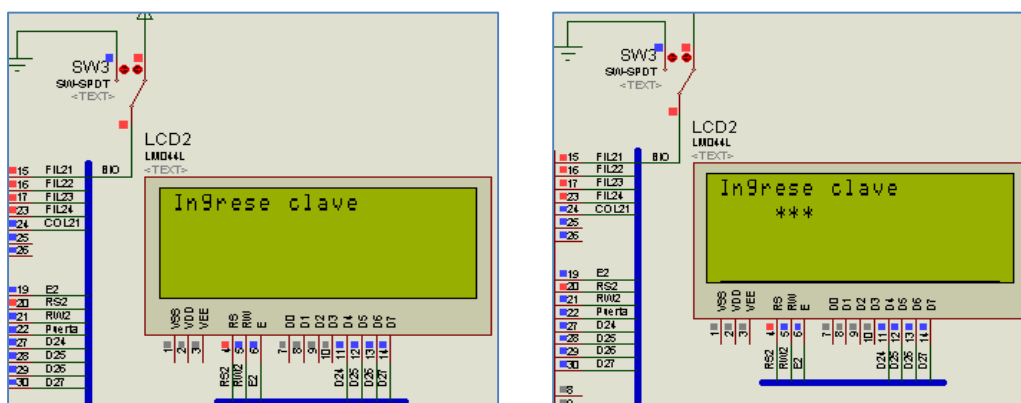


Figura 3.4-15 *Ingreso de clave desde el teclado del biométrico.*

Fuente: El Autor

Una vez ingresada la clave el sistema compara con la huella digital; si hace coincidencia, entonces la puerta se abre, caso contrario el usuario tiene 2 intentos más antes de que el sistema quede bloqueado para dicho usuario.

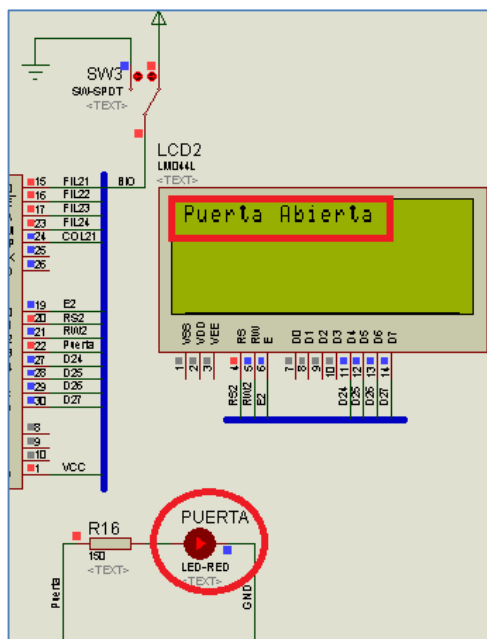


Figura 3.4-16 *Puerta abierta y alarma activada*

Fuente: El Autor.



### 3.5 CONCLUSIONES

- ✓ Por objetivos cumplidos: Analizando los objetivos planteados, en el desarrollo de este proyecto se ha logrado diseñar un sistema que cumple a satisfacción: la administración de sensores de movimiento, el sistema de iluminación, el control de acceso a la vivienda por medio de un sistema inteligente y el uso de la red celular para realizar estas tareas de administración.
  
- ✓ Por utilidad: Luego de desarrollar el proceso de estudio y diseño de una herramienta integral de seguridad se puede resaltar la gran utilidad que tendría su aplicación en la realización de las tareas diarias del hogar, siendo compatible con el uso de las tecnologías actuales tanto de telefonía como electrónica. El control que se puede tener del acceso a la vivienda, la administración de aparatos eléctricos y electrónicos del hogar bien puede comenzar con el simple control de luces, tomas eléctricas y de puertas de seguridad para ingresos principales a la vivienda y el garaje.
  
- ✓ Por la factibilidad: Desde el punto de vista económico es posible invertir en un sistema que puede dar grandes beneficios a los usuarios, los propietarios de vivienda, los dispositivos electrónicos utilizados son de bajo coste y su implementación no implica grandes inversiones de dinero.

- ✓ Por facilidad: Un equipo electrónico conformado por una pequeña tarjeta con puertos RS232, Ethernet, USB, con una fuente de poder y otros elementos sencillos como un pequeño ventilador, no ocupará mucho espacio dentro de una habitación de un hogar residencial, la interconexión de los dispositivos de seguridad se puede realizar con cable de red UTP categoría 5e.
  
- ✓ Por seguridad: Se concluye la gran utilidad que tiene en el diseño de las viviendas residenciales, si bien este aspecto de la seguridad es tomado en cuenta sólo en el diseño de las grandes obras, hay un gran campo de la construcción de soluciones habitacionales que todavía no abarca dentro del presupuesto, la seguridad como parte fundamental del diseño.

### 3.6 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda incorporar al diseño la instalación de un sistema de monitoreo por video-cámaras de seguridad como complemento, sobre todo para las áreas externas, puertas de ingreso a la vivienda y garaje y en el patio, de ser necesario se puede incluir una video-cámara en la habitación de un niño recién nacido que requiere cuidado y vigilancia constante.
  
- ✓ Se puede incorporar al diseño la administración de los aparatos eléctricos de motor, tales como lavadoras, calefones, bombas de agua, microondas

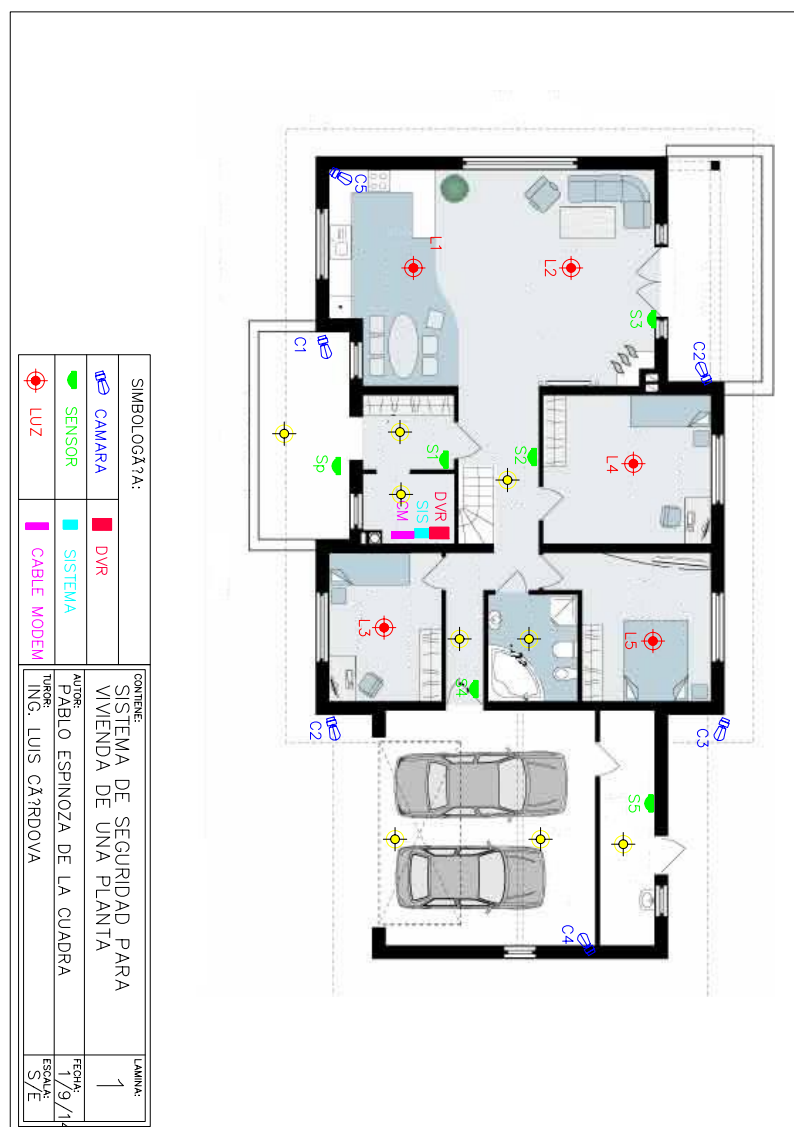
que en un momento podrían ser causa de mal funcionamiento del sistema de energía eléctrica del hogar y posible causa de incendios.

- ✓ Se recomienda incluir un sistema para prevención de incendios con sensores ubicados en lugares de alto riesgo dentro del hogar como los paneles eléctricos, reguladores eléctricos, UPS, etc.
  
- ✓ Se puede incrementar la cantidad de luces de acuerdo a la necesidad, eso implica utilizar un microcontrolador con mayor cantidad de puertos de E/S.

## 4 ANEXOS

### 4.1 ANEXO 1: Plano de Seguridad de planta baja.

Plano que contiene el diseño de un sistema de seguridad para una vivienda de una planta, aquí se especifica la ubicación de los elementos, partiendo del rack de equipos como el circuito controlador central, el DVR y el modem de conexión a Internet hasta la ubicación de las cámaras, luces y sensores de movimiento.



## 4.2 ANEXO 2: Compilador CCS C

El compilador C de CCS es un cross-compiler, en el que los programas son editados en el ambiente de trabajo de un computador personal PC, el código de máquina es cargado del PC al sistema PIC mediante un programador y puede ser depurado desde el entorno de trabajo de un PC.

## 4.3 ANEXO 3: Estructura de un Programa en CCS C

Para escribir un programa en C de CSS se deben tener en cuenta una serie de elementos básicos de su estructura:

- Directivas de Pre-Procesado: controlan la conversión del programa a código de máquina por parte del compilador.
- Programas o Funciones: Conjunto de instrucciones, debe haber por lo menos uno definido como principal mediante la inclusión de la llamada main().
- Instrucciones: Indican al programa PIC la acción a realizar en todo momento.
- Comentarios: Permiten escribir la descripción de cada línea del programa.

## 4.4 ANEXO 4: Tipos de datos en CCS C

Se pueden definir en CCS C los siguientes tipos de datos:

Entero 1 bit	int1, short	0 a 1	1 bit
Entero 8 bit	Int8	0 a 255	8 bits
Entero 32 bit	int32	0 a $2^{32} - 1$	32 bits
Coma flotante	float	$\pm 10^{38}$ a $\pm 10^{38}$	32 bits
Caracter	char	0 a 255	8 bits

Entero $\pm$	signed int8	-128 a +127	8 bits
Entero largo $\pm$	signed int16	$-2^{15}$ a $(2^{15} - 1)$	16 bits
Entero de 32 bit	signed int32	$-2^{31}$ a $(2^{31} - 1)$	32 bits

#### 4.5 ANEXO 5: Constantes en CCS C

Las constantes se pueden definir en los siguientes sistemas numéricos:

Decimal	123
Octal (0)	0123
Hexadecimal (x0)	0x123
Binario (b)	0b01111011
Caracter	'x'
Caracter Octal	'\010'
Caracter Hexadecimal	'xA5'

#### 4.6 ANEXO 6: Variables en CCS C

Se utilizan para nombrar posiciones de la memoria RAM, se deben declarar obligatoriamente antes de ser utilizadas, para ello se debe indicar el nombre y el tipo de dato que se manejará. Ejemplo:

```
Float vel_max;           tipo → float,   nombre de var → vel_max
Float vel_max=100;      valor inicial opcional → 100
```

Variable LOCAL: Solo pueden ser utilizadas dentro de la función donde son declaradas.

Variable GLOBAL: Pueden ser utilizadas en todas las funciones del programa.

El tipo de variable queda definido en función de donde se ha definido: si se define al inicio del programa y antes de todas las funciones, es GLOBAL, y; si se define dentro y al inicio de una función, es LOCAL.

## 5 GLOSARIO DE TERMINOS:

**ADC:** Analog-Digital Converter (Convertidor de análogo a digital): Dispositivo que convierte señales análogas a señales digitales.

**Access:** (Acceso): Servicio proporcionado por operadores de servicio local, que permite al usuario entrar a un circuito y conectarlo con un operador de servicio nacional o internacional.

**ADSL:** Asymmetrical Digital Subscriber Line (Línea Digital Asimétrica de Usuario): Tecnología MODEM que proporciona mayor ancho de banda que las líneas telefónicas convencionales. Lo asimétrico es diferente capacidad de señal de subida con respecto a la señal de bajada.

**ATM:** Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrona): Es una rápida técnica multiplexora y móvil que usa el tamaño fijo de células para apoyar varios tipos de tráfico como voz, data y video.

**BW:** Broadband (Banda Ancha): Generalmente se compara ancho de banda relativo a banda angosta. Por ejemplo vídeo es considerado banda ancha en relación a voz. En sistemas de transmisión de telecomunicaciones, cualquier sistema de transmisión que opera a velocidades



superiores mayores que la tasa primaria de 1.5 Mb/s en los E.E.U.U o 2 Mb/s en el extranjero. Sin embargo muchos consideran 1.5-45 Mb/s como banda amplia, y consideran banda ancha a velocidades de más de 45 Mb/s.

**CCITT:** Consultative Committee International Telephony and Telegraphy (Comité Asesor Internacional de Telefonía y Telegrafía): Es actualmente conocido como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) la cual establece y desarrolla estándares para las telecomunicaciones.

**CDMA:** Code Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Código): Una tecnología de comunicación celular digital utilizada como una técnica de acceso multiplexora y múltiple, mediante la cual múltiples llamadas son codificadas individualmente para la transmisión por un canal en forma simultánea.

Cdma2000 Code Division Multiple Access 2000 (Acceso Múltiple por División de Código 2000). Es una tecnología de banda ancha CDMA compatible con sistemas Cdma One (basada en IS-95).

**CDPD:** Cellular Digital Packet Data (Transmisión Celular-Digital por Conmutación de Paquetes). Desarrollado por la IBM como una manera para transmitir mensajes cortos de datos inalámbricos, como verificación de tarjeta de crédito, sobre la red análoga de proveedores de celular.

**CPE:** Customer Premise Equipment (Equipo del Cliente): Equipo en las oficinas del cliente que se conecta con un sistema de comunicación de transporte, como terminales o cableado interno.

**CSMA/CD:** Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (Detector de Portador de Múltiple Acceso con Detección de Colisión): Protocolo por el cual todo conectado a la red escucha el sistema para acceso y escucha si otra PC está transmitiendo. Si no, empieza a transmitir o espera para retransmitir si es que detecta otra señal bloqueada en el sistema.

**DLC:** Digital Loop Carrier (Operador del Anillo Digital): Equipo y suministros que son usados para multiplexión digital de circuitos telefónicos, esto podría incluir también las líneas.

**DTE:** Data Terminal Equipment (Equipo de Terminal de Datos): Equipo consistente en instrumentos finales digitales que convierten la información del usuario en señales de datos para transmisión, o reconvierten las señales de datos recibidas en información de usuario.

**DWDM:** Dense Wavelength Division Multiplexing (Multiplexación por

División de Longitud de Onda Densa): Técnica por la cual múltiples señales de luz (generalmente usando 4 o más señales) de diferentes longitudes de onda, son transmitidas simultáneamente en la misma dirección sobre una fibra óptica.

**E-TDMA:**Extended TDMA (TDMA Extendido): Una extensión de la tecnología TDMA IS-54 usada por Hughes Network Systems, Inc. en su sistema celular digital GMH2000. Este usa DSI para borrar los intervalos silenciosos y reducir la tasa de CELP del grabado de voz (4.8 Kb/s) para así aumentar la capacidad de TDMA. Hughes propone que E-TDMA sea adoptado como una evolución del estándar TDMA IS-54.

**ETSI:** European Telecommunications Standard Institute (Instituto Europeo de los Estándares de Telecomunicaciones): Una organización formada en 1988 por los miembros de la CEPT para incrementar la participación Europea para que incluye fabricantes, centros de investigación, proveedores de servicio y otras asociaciones como también las administraciones del servicio postal, telegráfico y de telefonía. ETSI tiene más de 250 miembros.

**Ethernet:** Ethernet: Método de acceso para el protocolo de red de área local (LAN) extensamente usado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

**FDD:** Frequency Division Duplex (Duplex de División de Frecuencia): Un

método de transferencia de dos mitades de una comunicación full-duplex (una parte el usuario a la red y la otra de la red al usuario) a la misma vez al usar dos diferentes frecuencias para cada mitad del canal. Comunicaciones full-duplex evitan la incomodidad de los demasiados protocolos necesarios con los sistemas de radio menos sofisticados tales como radios CB.

**FDDI:** Fiber Distributed Data Interface (Interfaz de Datos Distribuidos por Fibra): Es una definición estándar ANSI por la cual computadoras pueden comunicarse a 100 millones de bits por segundo sobre una red de fibra óptica.

**FDMA:** Frequency Division Multiple Access (Acceso Múltiple de División de Frecuencia): Una técnica de acceso multiplexico y múltiple para compartir una banda de espectro donde cada usuario es asignado un canal de transmisión simple.

**GPRS** General Packet Radio System (Sistema general de Radio en Paquete): Una tecnología de paquetes, originalmente diseñada para usarse en redes GSM y que ahora está siendo adoptada para el uso conjunto en redes TDMA TIA/EIA-136. Fue diseñada para permitir el compartimento del trafico GSM de canales por usuarios múltiples en modo de paquetes. Dependiendo de la configuración y la tecnología usada, la capacidad de datos es de hasta 384 Kb/s.

**GSM:** Global Standard for Mobile Telecommunications (Estándar Global para Telecomunicaciones Móviles): Un estándar TDMA establecido por la Unión Europea para todos los países europeos y cada vez más usado alrededor del mundo, para sistemas de celular digital de dos vías. Opera en la banda de 1.8 a 1.9 GHz en Norte América.

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y de Electrónica): Una sociedad internacional de ingeniería con más de 300,000 miembros en 130 países.

**IEEE 802.11:** IEEE Committee for Wireless LANs (Comité para normas de LANs Inalámbricos): Este comité inició el desarrollo de las especificaciones PHY y MAC para LANs inalámbricos.

**IEEE 802.3:** IEEE 802.3 (Ethernet) El más popular de varios tipos de LAN, usualmente usados en computadoras y servidores para tener acceso a redes. En particular, ethernet viene del principio de los 80s, cuando el consorcio de DEC, Intel y Xerox publicaron la definición del protocolo "DIX" Ethernet.

**IP:** Internet Protocol (Protocolo de Internet): Un estándar de la Organización Internacional de Estándares (ISO) que implementa la capa 3 de red de un modelo de sistema abierto de interconexión (OSI) que contiene la dirección de red y es utilizada cuando dirigen un mensaje a una red diferente.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

Almendarés Olmedo, R. J. (2010). Domótica Vigilancia Open Source Open Hardware. Guayaquil.

Araque Mena, C. G., & Sánchez Jácome, C. D. (2012). Diseño e implementación de un Sistema Domótico Inalámbrico basado en el protocolo de comunicación Zigbee y Sistema de Supervi. Latacunga.

Bastos Filho, T. F. (2007). Oficina de Robótica. Vitoria.

Cedeño Nuñez, V. E., & Ruiz Vasco, J. C. (2012). Módulo de Control Domótico Tecnología LongWorks. Latacunga.

Enrique Palacios, F. R. (2004). Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de Proyectos. México: AlfaOmega Grupo Editar.

González González, A. F., & Valderrama Vargas, C. D. (2013). Diseño de un sistema scada domótico con protocolo modbus para el control de variables de seguridad, ahorro energético y confort por medio de un PLC. Pereira.

Herrera, L. F. (Agosto de 2005). Revista Ingeniería e Investigación. Obtenido de Revista Ingeniería e Investigación:

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r101024.PDF>

Huidrovo Moya, J. M., & Conesa Pastor, R. (2006). *Sistemas de Telefonía*. MADrid: Thomson Paraninfo.

Huidrovo, J. M. (2004). *Domótica: Edificios Inteligentes*.

Ibarra Hernandez, J. O. (2013). "Control inteligente y monitoreo vía Web de elementos abióticos mediante un sistema embebido PIC para una casa habitación". México D. F.

Javier Areitio Bertolín, M. T. (2007). Análisis en torno a la tecnología biométrica para los sistemas electrónicos de identificación y autenticación. *Revistas Españolas de Electrónica*.

Junestrand, S., Passaret, X., & Vásquez, D. (2005). *Hogar Digital y Domótica*. MADrid: Thomson Ediciones Spain Paraninfo S.A.

Marulanda Meza, J. S., & Franco Campo, J. F. (2010). *Sistema Domótico Para hogares, basado en redes X10*. Pereira.

Matínez, E. B. (2012). *Sensores ópticos*. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid:  
[http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri/complutecno/fichas/tec\\_ebernab eu2.htm](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri/complutecno/fichas/tec_ebernab eu2.htm)

Microchip, T. (2006). Data Sheet 28/40/44-Pin, High Performance. Obtenido de <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf>

Paredes Franco, C. J. (2014). Estudio para la elaboración del diseño de un sistema domótico de seguridad para el Laboratorio de Electricidad de la FETD. Guayaquil.

Rodriguez Vaca, C. F. (2006). Diseño e implementación de un sistema de control de acceso domiciliaria vía SMS por celular. Quito.

Sánchez, A. (2011). Introducción a la informática. Tec-Magazine.

Torres, M. (26 de abril de 2007). Tutorial de Microcontroladores PIC. Obtenido de [http://web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial\\_pic.pdf](http://web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial_pic.pdf)

Vásquez, S. C. (2013). Diseño de un Sistema de Gestión Técnica Centralizada para el control. Obtenido de Tercer Congreso Virtual, Microcontroladores y sus Aplicaciones: [http://microvirtual.org/images/Congreso/Ponencias\\_CVM3/ConIndPot/CON103.pdf](http://microvirtual.org/images/Congreso/Ponencias_CVM3/ConIndPot/CON103.pdf)