

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
ACCESO Y VIGILANCIA, UTILIZANDO UN MÓDULO LECTOR
DE HUELLAS DIGITALES Y UNA ALARMA CON SENSOR
MAGNÉTICO EN LA ENTRADA PRINCIPAL DE LAS OFICINAS
No.2 (ESFOT)**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

JORGE LUIS BAYAS ROBALINO

jorgeby9@hotmail.com

LUIS FERNANDO MOLINA BATALLAS

bubucabrito@hotmail.com

DIRECTOR: ING. ALFREDO ARCOS

als14red@hotmail.com

Quito, Octubre, 2011

DECLARACIÓN

Nosotros, Luis Fernando Molina Batallas y Jorge Luis Bayas Robalino, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Luis Fernando Molina Batallas

Jorge Luis Bayas Robalino

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Fernando Molina Batallas y Jorge Luis Bayas Robalino, bajo mi supervisión.

Ing. Alfredo Arcos
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios por habernos guiado paso a paso con gran firmeza por el largo camino de la vida y llevarnos a este especial momento, a nuestros padres por el apoyo incondicional en forma personal y emocional.

A todos aquellos que formaron parte de nuestra vida estudiantil como compañeros y mucho más como amigos.

De manera especial al Ing. Alfredo Arcos y a nuestra prestigiosa Escuela Politécnica Nacional por permitirnos culminar con éxito nuestros proyectos y anhelos.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo especialmente a Dios por las bendiciones que el siempre nos a otorgado a lo largo de este tiempo.

A nuestras madres por el gran amor que nos demuestran día a día y por los consejos que nos han brindado para seguir adelante.

A nuestros padres por el apoyo que nos han brindado en cualquier condición y el esfuerzo que han hecho para otorgarnos el estudio.

Al resto de nuestra familia, amigos y personas que han estado junto con nosotros en todo momento.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1.....	11
1.1 BIOMETRÍA.....	11
1.1.1 <i>SISTEMAS BIOMÉTRICOS</i>	12
1.1.1.1 Introducción.....	12
1.1.1.2 Evolución Histórica.....	13
1.1.1.3 Necesidad de Biometría y Objetivos	13
1.1.2 <i>FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO</i>	13
1.1.3 <i>SENSORES BIOMÉTRICOS</i>	15
1.1.3.1 Sensores Ópticos	15
1.1.3.2 Sensores Termoeléctricos.....	16
1.1.3.3 Sensores Capacitivos.....	17
1.1.3.4 Sensores E-Field (De Campo Eléctrico).....	18
1.1.3.5 Sensores Sin Contacto.....	19
1.1.3.5.1 Micrófonos Ópticos Unidireccionales	19
1.1.4 <i>CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS BIOMÉTRICOS</i>	22
1.1.4.1 Biometría Estática	23
1.1.4.1.1 Huella Dactilar	23
1.1.4.1.2 Geometría de la Mano.....	24
1.1.4.1.3 Acceso Físico y Acceso Virtual	25
1.1.4.2 Biometría Dinámica	26
1.1.4.2.1 Dinámica del Tecleo.....	26
1.2 HUELLA DACTILAR.....	27
1.2.1 <i>DIBUJOS PAPILARES</i>	28
1.2.1.1 Propiedades de los Dibujos Papilares.....	28
1.2.2 <i>CRESTAS PAPILARES</i>	29
1.2.3 <i>IMPRESIÓN DACTILAR</i>	29
1.2.4 <i>CAPTURA EN VIVO</i>	29
1.2.5 <i>PUNTOS CARACTERÍSTICOS</i>	29
1.2.6 <i>DACTILOGRAMA</i>	29
1.2.7 <i>RECONOCIMIENTO DE LA HUELLA DACTILAR</i>	30
1.3 LECTOR DE HUELLA DACTILAR.....	31
1.3.1 <i>REQUERIMIENTOS DE UN LECTOR DE HUELLA DACTILAR</i>	32
1.3.2 <i>FUNCIÓN DE LOS LECTORES DE HUELLA DACTILAR</i>	32
1.3.3 <i>TIPOS DE LECTORES DE HUELLAS DACTILARES</i>	33
1.3.3.1 Ópticos Reflexivos.....	33
1.3.3.2 Ópticos Transmisivos	33
1.3.3.3 Capacitivos.....	34
1.3.3.4 Mecánicos	34
1.3.3.5 Térmicos.....	34
1.3.3.6 Salida Dinámica	35
1.3.4 <i>SENSORES PARA HUELLAS DACTILARES</i>	35
1.3.4.1 Sensor de Matriz Capacitivo.....	35
1.3.4.2 Sensor de Matriz de Antena.....	36
1.3.5 <i>ESCANEO DE UN LECTOR DE HUELLA DACTILAR</i>	37
1.4 MICROCONTROLADOR	37
1.4.1.1 Partes de un Microcontrolador	38
1.4.1.1.1 Registros	38
1.4.1.1.2 Unidad de Control	38
1.4.1.1.3 Unidad Aritmético-Lógica	38
1.4.1.1.4 Buses	39
1.4.1.1.5 Conjunto de Instrucciones.....	39

1.4.1.1.6	Memoria	40
1.4.1.1.7	Interrupciones	42
1.4.1.1.8	Periféricos	43
1.4.1.1.9	Puertos de Comunicación	44
1.4.1.1.10	Otros Puertos de Comunicación	45
1.4.1.1.11	Comparadores	45
1.4.1.1.12	Modulador de Ancho de Pulsos	46
1.4.1.1.13	Memoria de Datos no Volátil	46
1.5	LCD	46
1.5.1	<i>DESCRIPCIÓN GENERAL</i>	46
1.5.2	<i>HARDWARE</i>	47
1.5.3	<i>OPERACIÓN</i>	48
1.5.4	<i>CONEXIÓN</i>	49
1.6	SISTEMA DE ALARMA	50
1.6.1	<i>DETECTORES MAGNÉTICOS</i>	50
1.7	SENSOR INDUCTIVO.....	50
1.7.1	<i>CONCEPTOS TEÓRICOS</i>	50
1.7.2	<i>ESTADOS DE UN SENSOR INDUCTIVO</i>	51
1.7.3	<i>SENSORES BLINDADOS Y NO BLINDADOS</i>	52
1.7.3.1	Sensor Blindado	52
1.7.3.2	Sensor No Blindado	53
1.7.4	<i>HISTÉRESIS</i>	53
1.7.5	<i>DISTANCIA DE SENSADO</i>	54
1.7.6	<i>CONSIDERACIONES GENERALES</i>	54
1.7.7	<i>SENSORES INMUNIZADOS</i>	55

CAPÍTULO 2..... 56

2.1	IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA DE ACCESO Y ALARMA.....	56
2.1.1	<i>DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL CIRCUITO</i>	56
2.1.2	<i>ALIMENTACIÓN DEL CIRCUITO</i>	56
2.1.2.1	Circuitos Reguladores de Voltaje de 5 v y 3,3 v	57
2.1.3	<i>SENSOR BIOMÉTRICO MODULO FIM 340</i>	59
2.1.3.1	FUNCIONAMIENTO MÓDULO FIM 340.....	59
2.1.3.2	CARACTERÍSTICAS.....	60
2.1.3.3	ESPECIFICACIONES	61
2.1.3.3.1	Especificaciones de Hardware	61
2.1.3.3.2	Especificaciones de Operación	61
2.1.4	<i>MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P</i>	61
2.1.4.1	Circuito Reset del Microcontrolador	62
2.1.4.2	Distribución de Pines del Microcontrolador ATMEGA 164P	63
2.1.4.3	Características	63
2.1.5	<i>TECLADO HEXADECIMAL</i>	64
2.1.6	<i>DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO 2X16 (1602B1)</i>	65
2.1.6.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES:.....	66
2.1.6.2	DESCRIPCIÓN DE PINES.....	67
2.1.6.3	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO.....	68
2.1.7	<i>CIRCUITO DE SIRENA</i>	68
2.1.7.1	Cálculo de la Resistencia (RB) para la Alarma y Chapa Eléctrica.....	69
2.1.8	<i>SENSORES MAGNÉTICOS</i>	71
2.1.9	<i>CIRCUITO PARA LA CHAPA ELÉCTRICA</i>	72
2.1.10	<i>RELOJ EN TIEMPO REAL (RTC) DS1307</i>	73
2.1.11	<i>DIODOS INDICADORES DEL CIRCUITO</i>	75
2.1.11.1	Cálculo para la Resistencia en el Led Indicador.....	76
2.2	CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO	77
2.2.1	<i>ELABORACIÓN DE LA PLACA</i>	78

CAPÍTULO 3.....	81
3.1 DESARROLLO DEL SOFTWARE.....	81
3.1.1 <i>INTRODUCCIÓN</i>	81
3.1.2 <i>HERRAMIENTAS PARA LA PROGRAMACIÓN</i>	81
3.1.2.1 Bascom AVR.....	82
3.1.2.2 PROGISP (Versión 1.6.7).....	83
3.1.3 <i>COMPILACIÓN DEL PROGRAMA</i>	83
3.1.4 <i>GRABACIÓN DEL PROGRAMA EN EL MICROCONTROLADOR</i>	87
3.2 PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR ATMEGA164P.....	91
3.2.1 <i>ENCABEZADO</i>	92
3.2.2 <i>ELECCIÓN DE PINES DEL MICROCONTROLADOR</i>	93
3.2.2.1 Puertos para el LCD.....	94
3.2.2.2 Puertos para la Alarma.....	94
3.2.2.3 Puertos para la Chapa Eléctrica.....	94
3.2.2.4 Puertos para el Módulo de Huella Dactilar.....	95
3.2.2.5 Puertos para los Sensores Magnéticos.....	96
3.2.2.6 Puertos para el Reloj en Tiempo Real “DS1307”.....	96
3.2.2.7 Puertos para el Teclado.....	97
3.2.3 <i>DECLARACIÓN DE VARIABLES</i>	97
3.2.4 <i>CONSTANTES APLICADAS</i>	99
3.2.5 <i>TIMER</i>	99
3.2.6 <i>PRESENTACIÓN</i>	100
3.2.7 <i>PROGRAMA PRINCIPAL</i>	101
3.2.7.1 Barrido del Teclado.....	101
3.2.7.2 Eliminación del Rebote.....	102
3.2.8 <i>PRINCIPALES SUBROUTINAS UTILIZADAS</i>	104
3.2.8.1 Subrutina para Registrar Claves.....	104
3.2.8.2 Subrutina de Ingreso de Clave Master.....	105
3.2.8.3 Subrutina para Activar y Desactivar la Alarma.....	107
3.2.8.4 Subrutina para cambio de Claves.....	108
3.2.8.5 Subrutina para Configurar el Tiempo.....	110
3.2.8.6 Subrutina para Ingresar o Eliminar Nuevos Usuarios.....	114
3.2.8.7 Subrutina para Ingreso de Clave 2.....	116
3.2.8.8 Subrutina para Recontar.....	119
3.2.9 <i>PRINCIPALES INSTRUCCIONES UTILIZADAS</i>	120
3.2.9.1 Instrucción Gosub.....	120
3.2.9.2 Instrucción Return.....	120
3.2.9.3 Instrucción Case.....	120
3.2.9.4 Instrucción While.....	120
3.2.9.5 Instrucción When.....	120
3.2.9.6 Instrucción If.....	120
3.2.9.7 Instrucción Then.....	121
3.2.9.8 Instrucción Else.....	121
3.2.9.9 Instrucción Locate.....	121
CAPITULO 4.....	122
4.1 PRUEBAS Y RESULTADOS.....	122
4.1.1 <i>SIMULADOR PROTEUS</i>	122
4.1.2 <i>SIMULACIÓN EN PROTEUS Y PRUEBAS REALES</i>	122
4.1.3 <i>MENSAJES DE PRESENTACIÓN DEL CIRCUITO “HORA Y FECHA” CON VISUALIZACIÓN EN EL LCD</i>	124
4.1.4 <i>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MODULO FIM 340</i>	125
4.1.5 <i>PRUEBAS DE CONTROL DE ACCESO “CLAVE”</i>	126
4.1.6 <i>MENÚ PRINCIPAL DEL CIRCUITO</i>	127
4.1.7 <i>SUBMENÚ DE LA HUELLA DIGITAL OPCIÓN “BORRAR TODO”</i>	128

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133

RESUMEN

Nuestro proyecto básicamente busca incrementar la eficiencia en acceso y vigilancia a lugares públicos. En nuestro caso es brindar mayor facilidad en el ingreso de los usuarios (Ingenieros) que utilizan las oficinas No. 2 de la ESFOT utilizando un lector de huellas dactilares y también brindar mayor seguridad al alertar por una posible intrusión a las oficinas utilizando una alarma con sensores magnéticos en la puerta principal.

Capítulo 1. Ofrece información básica de todos los elementos principales que utiliza nuestro circuito por ejemplo: Módulos Lectores de Huellas Dactilares, Microcontroladores, LCD, Sensores Magnéticos, etc, y también ofrece información básica sobre temas relacionados al sistema que implementamos como por ejemplo: Biometría, Sistemas Biométricos, Huella Dactilar, etc.

Capítulo 2. Se trata del Diseño y Construcción del circuito que vamos a implementar, en el cual se analizan los requerimientos y funciones que el mismo va a desempeñar, en nuestro caso Acceso y Vigilancia a las oficinas No. 2 de la ESFOT.

Capítulo 3. Detalla paso a paso el desarrollo del software que el microcontrolador Atmega 164P va a utilizar para específicas funciones. Explica datos básicos del software utilizado y del programa desarrollado.

Capítulo 4. Este capítulo presenta las pruebas realizadas a cada uno de los componentes que nuestro circuito utiliza, mostrando los resultados que los mismos ofrecen trabajando conjuntamente y obteniendo como resultado final el funcionamiento óptimo del circuito.

PRESENTACIÓN

Con la construcción e implementación de un sistema de acceso y vigilancia, utilizando un modulo lector de huellas dactilares y una alarma con sensores magnéticos en la entrada principal de las oficinas No. 2 (ESFOT), tenemos como objetivo poner al alcance de los usuarios un nuevo sistema de control para ingresar a las oficinas y brindar vigilancia a las oficinas cuando los usuarios están ausentes.

Con el avance tecnológico y la disponibilidad de estos sistemas los usuarios pueden acceder fácilmente a la implementación de los mismos, ya que en la actualidad se utilizan mayoritariamente para acceso y vigilancia en entidades públicas.

CAPÍTULO 1.

1.1 BIOMETRÍA

La biometría es el estudio de métodos automáticos para el reconocimiento único de humanos basados en uno o más rasgos conductuales o físicos intrínsecos.

El término se deriva de las palabras griegas "bios" de vida y "metron" de medida. Es una tecnología de seguridad basada en el reconocimiento de una característica física e intransferible de las personas, como por ejemplo, la huella digital. Aunque hay muchos otros aspectos que podemos "medir" de una persona y que lo hacen único; los más utilizados hoy en día son: huella, iris, voz, retina, cara, palma de la mano y firma.

La biometría se soporta en siete pilares o conceptos básicos que son:

- *Universalidad:* Que tan común es encontrar este biométrico en los individuos.
- *Singularidad:* Que tan único o diferenciable es la huella biométrica entre uno y otro individuo.
- *Permanencia:* Que tanto perdura la huella biométrica en el tiempo de manera inalterable.
- *Recolectable:* Que tan fácil es la adquisición, medición y almacenamiento de la huella biométrica.
- *Calidad:* Que tan preciso, veloz y robusto es el sistema en el manejo de la huella biométrica.
- *Aceptabilidad:* Que tanta aprobación tiene la tecnología entre el público.
- *Fiabilidad:* Que tan fácil es engañar al sistema de autenticación.

En la biometría se distinguen dos grupos de registros biométricos los fisiológicos o morfológicos y los conductuales.

- Los biométricos morfológicos o fisiológicos son aquellos que se soportan sobre características físicas inalterables y presentes en la mayoría de los seres humanos tales como: huella dactilar, geometría de la mano, características del iris, patrones vasculares de la retina, mano, etc.
- Los biométricos conductuales son aquellos que se soportan sobre características de la conducta del ser humano tales como: pulsaciones del teclado, discurso, dinámica de la firma, etc.

1.1.1 SISTEMAS BIOMÉTRICOS

1.1.1.1 Introducción

Un sistema biométrico en general consta de componentes tanto hardware como software necesarios para el proceso de reconocimiento. Dentro del hardware se incluyen principalmente los sensores que son los dispositivos encargados de extraer la característica deseada. Una vez obtenida la información del sensor, será necesario realizar sobre ella las tareas de acondicionamiento necesarias, para ello se emplean diferentes métodos dependiendo del sistema biométrico utilizado. Por ello se han descrito los principales tipos de sistemas biométricos existentes:

- Reconocimiento de la huella dactilar
- Reconocimiento de la cara
- Reconocimiento de iris/retina
- Geometría de dedos/mano
- Autentificación de la voz
- Reconocimiento de la firma

Para cada uno de estos sistemas se ha descrito su funcionamiento y algunas de las técnicas que se utilizan para procesar los datos obtenidos a partir de los sensores. Los sistemas biométricos se han desarrollado como respuesta a la creciente demanda de seguridad existente en la actualidad y aunque algunos de ellos son altamente fiables, ningún sistema es efectivo al 100%, y estos sistemas también son susceptibles de ser engañados.

1.1.1.2 **Evolución Histórica**

En realidad, si entendemos este concepto en términos muy amplios, podemos decir que la biometría se practica desde el principio de los tiempos y, de hecho, nosotros mismos la practicamos muchas veces a lo largo del día sin casi darnos cuenta. Por ejemplo, cuando descolgamos el teléfono y escuchamos la voz de nuestro interlocutor, nuestro cerebro trata de comprobar si esa voz se parece a cualquiera de las muestras que tiene almacenadas en su memoria y que ha ido recopilando a lo largo de nuestra vida. La última década ha visto a la industria de la biometría madurar de un pequeño grupo de fábricas especialistas tratando de sobrevivir, a una industria global que comienza a tener un crecimiento significativo y está destinada a tener un rápido crecimiento al momento que aplicaciones en gran escala comienzan a aparecer en el mercado.

1.1.1.3 **Necesidad de Biometría y Objetivos**

Hoy en día contamos con una gran variedad de equipos capaces de identificar a las personas a partir de la información de alguna parte de su cuerpo como las manos, la retina, el iris, los dedos, las huellas dactilares, la voz, o la firma.

Incluso se está investigando en la posibilidad de crear un sistema basado en el ADN.

1.1.2 **FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO**

Un equipo biométrico es aquel que tiene capacidades para medir, codificar, comparar, almacenar, transmitir y/o reconocer alguna característica propia de una persona, con un determinado grado de precisión y confiabilidad. La tecnología biométrica se basa en la comprobación científica de que existen elementos en las estructuras vivientes que son únicos e irrepetibles para cada individuo, de tal forma que, dichos elementos se constituyen en la única alternativa, técnicamente viable, para identificar positivamente a una persona sin necesidad de recurrir a firmas, passwords, pin numbers, códigos u otros

que sean susceptibles de ser transferidos, sustraídos, descifrados o falsificados con fines fraudulentos. La identificación biométrica es utilizada para verificar la identidad de una persona midiendo digitalmente determinados rasgos de alguna característica física y comparando esas medidas con aquéllas de la misma persona guardadas en archivo en una base de datos o algunas veces en una tarjeta inteligente que lleva consigo la misma persona. Las características físicas utilizadas son huellas digitales, huellas de la voz, geometría de la mano, el dibujo de las venas en la articulación de la mano y en la retina del ojo, la topografía del iris del ojo, rasgos faciales y la dinámica de escribir una firma e ingresarla en un teclado. El funcionamiento de estos sistemas implica de la necesidad de un potente software con unas fases diferenciadas en las cuales intervienen diferentes campos de la informática, como son: el reconocimiento de formas, la inteligencia artificial, complejos algoritmos matemáticos y el aprendizaje. Éstas son las ramas de la informática que desempeñan el papel más importante en los sistemas de identificación biométricos; la criptografía se limita a un uso secundario como el cifrado de los datos biométricos almacenados en la base de datos o la trasmisión de los mismos. Los escáners de huellas digitales y equipos de medición de geometría de la mano son los dispositivos más corrientemente utilizados. Independiente de la técnica que se utilice, el método de operación es siempre la verificación de la identidad de la persona para una comparación de las medidas de determinado atributo físico.

En la figura No. 1.1 se representa un sistema biométrico genérico:

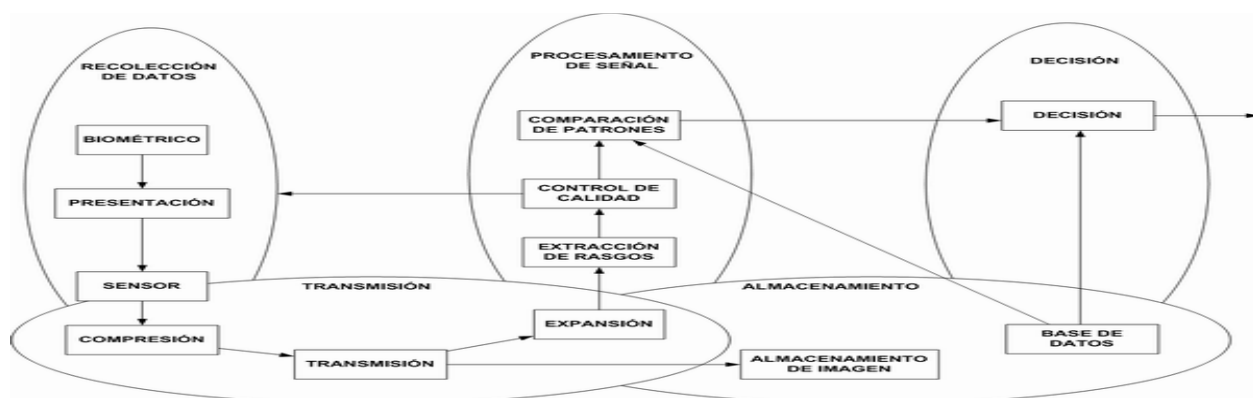


Figura No. 1.1 "Sistema biométrico genérico"

1.1.3 SENSORES BIOMÉTRICOS

En lo que a sensores para sistemas biométricos se refiere, aunque hay diferentes fabricantes, hablando en términos generales se utiliza el mismo sistema de captación de la característica deseada, es decir, para reconocimiento de iris se emplea una cámara o para reconocimiento de voz un micrófono. El único campo donde parece existir una mayor variedad de métodos es en el de captación de huella dactilar.

En la figura No.1.2 se representan los porcentajes de utilización de los sistemas genéricos en general en el año 2006:

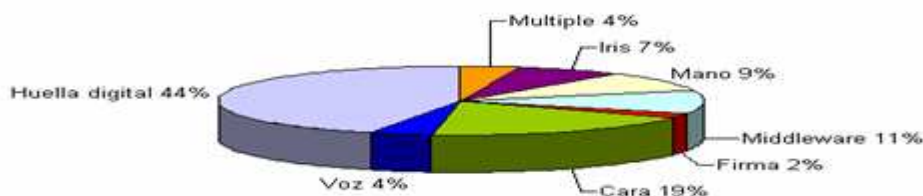


Figura No.1.2 “Estadística del uso de los sistemas biométricos en general en el año 2006”

A continuación se muestran diferentes tipos de sensores:

1.1.3.1 Sensores Ópticos

El método óptico es uno de los más comunes que suele estar formado por cámaras de vídeo de tipo CCD (Dispositivo de Carga Acoplada). Estos sensores se emplean tanto en reconocimiento de huella dactilar como de ojo.

El corazón de la cámara es un circuito integrado tipo CCD. Este dispositivo consiste de varios cientos de miles de elementos individuales (píxeles) localizados en la superficie de un diminuto CI. En la figura No.1.3 se puede observar el diagrama correspondiente a una cámara de video de tipo CCD:

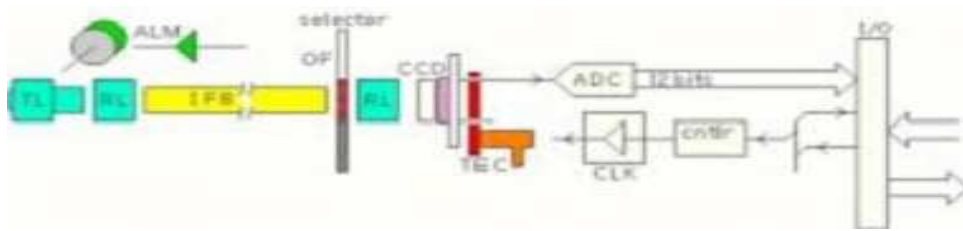


Figura No.1.3 “Cámara de video tipo CCD”

Cada píxel se ve estimulado con la luz que incide sobre él (la misma que pasa a través de los lentes y filtros de la cámara), almacenando una pequeña carga de electricidad. Los píxeles se encuentran dispuestos en forma de malla con registros de transferencia horizontales y verticales que transportan las señales a los circuitos de procesamiento de la cámara (convertidor analógico-digital y circuitos adicionales). Esta transferencia de señales ocurre 6 veces por segundo. En la figura No.1.4 podemos apreciar un dispositivo comercial de este tipo:



Figura No.1.4 “Sensor óptico”

1.1.3.2 Sensores Termoeléctricos

El método termoeléctrico es menos común. Actualmente sólo existe en el mercado el Atmel Fingerchip para reconocimiento de huella dactilar. El Fingerchip utiliza un sistema único para reproducir el dedo completo "arrastrándolo" a través del sensor. Durante este movimiento se realizan tomas sucesivas (slices) y se pone en marcha un software especial que reconstruye la imagen del dedo. Este método permite al Fingerchip obtener una gran calidad, 500 puntos por imagen impresa de la huella dactilar con 256 escalas de gris.

El sensor mide la temperatura diferencial entre las crestas papilares y el aire retenido en los surcos. Este método proporciona una imagen de gran calidad incluso cuando las huellas dactilares presentan alguna anomalía como sequedad o desgaste con pequeñas cavidades entre las cimas y los surcos de la huella. La tecnología termal permite también su uso bajo condiciones medioambientales extremas, como temperaturas muy altas, humedad, suciedad o contaminación de aceite y agua. Además, también cuenta con la ventaja de autolimpieza del sensor, con lo que se evitan las huellas latentes. Se denomina así a las huellas que permanecen en el sensor una vez utilizado, lo cual puede ocasionar problemas no sólo en las lecturas posteriores sino que permite que se copie la huella para falsificarla y acceder así al sistema. De hecho, este método de arrastre que utiliza la tecnología basada en el calor hace que el Fingerchip esté por encima de otras tecnologías. El Fingerchip funciona con bajas temperaturas, alto porcentaje de humedad, etc. Otra ventaja es la reproducción de una imagen grande de alta calidad y siempre un sensor limpio. La desventaja es que la calidad de la imagen depende un poco de la habilidad del usuario que utiliza el escáner. La segunda desventaja es el calentamiento del sensor que aumenta el consumo de energía considerablemente. Este calentamiento es necesario para evitar la posibilidad de un equilibrio térmico entre el sensor y la superficie de la yema dactilar. El elevado volumen de diseño del escáner permite que su precio sea bajo ya que en el proceso de manufacturación se necesita menos silicón.

1.1.3.3 **Sensores Capacitivos**

El método capacitivo es uno de los más populares para reconocimiento de huella dactilar. Al igual que otros escáner, genera una imagen de las crestas y valles del dedo. En la superficie de un circuito integrado de silicón se dispone un arreglo de platos sensores capacitivos conductores cubiertos por una capa aislante. La capacitancia en cada plato sensor es medida individualmente depositando una carga fija sobre ese plato. Una ventaja de este diseño es su simplicidad. Una desventaja es que debido a la geometría esférica del campo eléctrico generado por el plato sensor, tendremos un efecto de solapamiento sobre los platos (píxel) vecinos, lo que provocará que el área sensor aumente

de tamaño, trayendo como consecuencia un efecto de información cruzada entre los sensores adyacentes, reduciendo considerablemente la resolución de la imagen. Para dedos jóvenes, saludables y limpios, este sistema trabaja adecuadamente. Los problemas comienzan a presentarse cuando se tienen condiciones menos óptimas en la piel. Cuando el dedo está sucio, con frecuencia no existirá aberturas de aire en valles. Cuando la superficie del dedo es muy seca, la diferencia de la constante dieléctrica entre la piel y las aberturas de aire se reduce considerablemente. En personas de avanzada edad, la piel comienza a soltarse trayendo como consecuencia que al aplicar una presión normal sobre el sensor los valles y crestas se aplasten considerablemente haciendo difícil el proceso de reconocimiento.

En la figura No.1.5 se representa un sensor capacitivo:

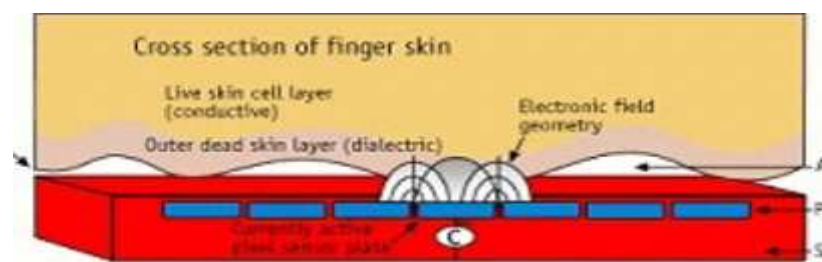


Figura No.1.5 "Sensor capacitivo"

Entre las empresas líderes en este sector se encuentran: Infineon, Verdicom, Sony y ST Microelectronics.

1.1.3.4 Sensores E-Field (De Campo Eléctrico)

El sensor de campo eléctrico funciona con una antena que mide el campo eléctrico formado entre dos capas conductoras (la más profunda situada por debajo de la piel del dedo). La tecnología basada en los campos eléctricos afirma ser útil para cualquiera y poder trabajar bajo cualquier condición, por dura que ésta sea, del "mundo real", como por ejemplo piel húmeda, seca o dañada. Esta tecnología para reconocimiento de huella dactilar origina un campo entre el dedo y el semiconductor adyacente que simula la forma de los

surcos y crestas de la superficie epidérmica. Se utiliza un amplificador under-píxel para medir la señal. Los sensores reproducen una imagen clara que se corresponde con mucha exactitud a la huella dactilar y que es mucho más nítida que la producida por sensores ópticos o capacitivos. Esto permite a la tecnología de campo eléctrico la lectura de huellas que otras tecnologías no podrían. En la tecnología de campo eléctrico, la antena mide las características de la capa subcutánea de la piel generando y detectando campos lineales geométricos que se originan en la capa de células de la piel situada bajo la superficie de la misma. Esto contrasta con los campos geométricos esféricos o tubulares generados por el sensor capacitivo que sólo lee la superficie de la piel. Como resultado, huellas que con sensores capacitivos son casi imposibles de leer, se pueden reproducir con éxito por sensores de tecnología de campo eléctrico. Desde hace poco existe también un sensor más fuerte basado en esta tecnología que saldrá al mercado en pocos meses. Una desventaja es la baja resolución de la imagen y el área pequeña de imagen lo que produce un índice de error alto (EER).

1.1.3.5 **Sensores Sin Contacto**

Un sensor sin contacto funciona de forma similar al sensor óptico. Normalmente con un cristal de precisión óptica a una distancia de dos o tres pulgadas de la huella dactilar mientras se escanea el dedo. La yema del dedo se introduce en un área con un hueco. Una desventaja a tener en cuenta es que a través de este hueco pueden llegar polvo y suciedad hasta el cristal óptico con la correspondiente distorsión de la imagen. Otro punto es que las huellas escaneadas son esféricas lo que origina un complejo algorítmico mucho más complejo.

1.1.3.5.1 Micrófonos Ópticos Unidireccionales

La luz de un diodo es emitida sobre una membrana reflectora a través de fibra óptica. Cuando las ondas de sonido golpean a la membrana, ésta vibra; cambiando así las características de la luz reflejada. Un foto-detector registra la luz reflejada que en conjunto con una electrónica de procesamiento obtiene

una representación precisa de las ondas de sonido. Es utilizado en reconocimiento de voz.

En la figura No.1.6 se representa un micrófono óptico unidireccional:

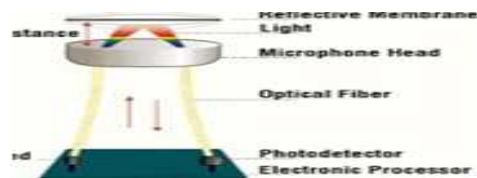


Figura No.1.6 “Micrófono óptico unidireccional”

Aunque estos dispositivos se basan en tecnologías muy diversas, si se consideran de forma genérica se puede considerar un sistema biométrico genérico de identificación, dividido en cinco subsistemas: recolección de datos, transmisión, procesado de señal, decisión y almacenamiento de datos. La figura No.1.7 muestra de manera esquemática un sistema biométrico genérico dividido en sus cinco subsistemas y como estos subsistemas se relacionan entre sí:

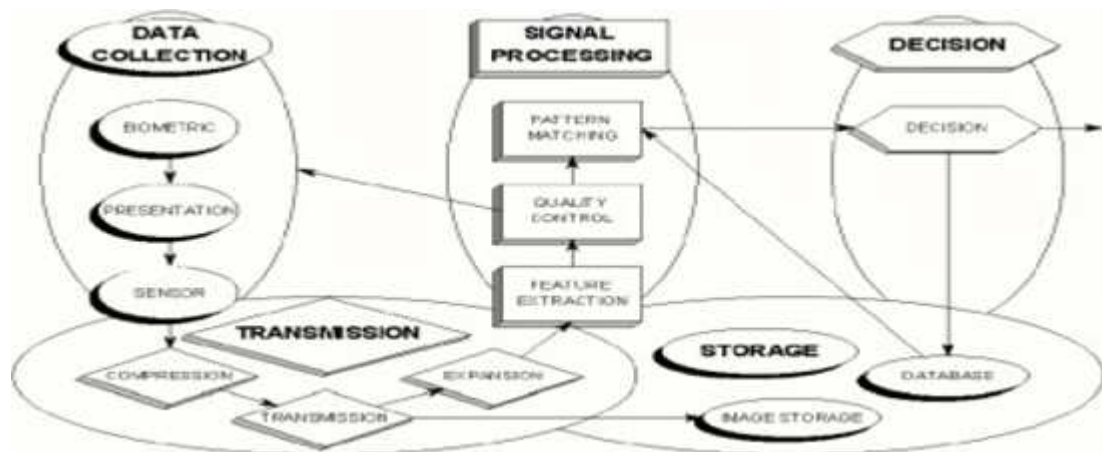


Figura No.1.7 “Sistema biométrico genérico”

Recolección De Datos.- Los sistemas biométricos comienzan con la medida de una característica del comportamiento o fisiológica. La clave de todos los sistemas es la hipótesis subyacente que la característica biométrica medida es

distintiva entre los individuos y en un cierto plazo repetible para el mismo individuo.

Transmisión.- Algunos, pero no todos, los sistemas biométricos recogen datos en una localización pero se almacenan y/o procesan en otra. Tales sistemas requieren la transmisión de datos. Si está implicada una gran cantidad de datos, la compresión es fundamental, a fin de requerir poco ancho de banda y poco espacio para su almacenamiento. La técnica de compresión usada dependerá de la señal biométrica. Los estándares existentes actualmente son: para la compresión de la huella digital (WSQ), de las imágenes faciales (JPEG), y de los datos de la voz (CELP).

Procesamiento de la Señal.- Adquirida y transmitida una característica biométrica, debemos prepararla para corresponder con otra. La segunda meta, es preservar el modelo biométrico para que esas calidades que sean distintivas y repetibles, y desechar las que no lo sean, o sean redundantes. En algunos sistemas, la transmisión ocurre después de la extracción de la característica para reducir el requisito de mínimo ancho de banda. Después de la extracción de la característica, o quizá antes o durante, desearemos controlar si la señal recibida del subsistema de colección de datos tiene la calidad requerida, a fin de solicitar si es necesario una nueva muestra del usuario.

Decisión.- La política del sistema de decisión dirige la búsqueda en la base de datos, y determina los "matching" o los " no-matching" basándose en las medidas de la distancia recibidas de la unidad de procesado de señal.

Almacenamiento.- El subsistema restante que se considerará es el del almacenamiento. Habrá una o más formas de almacenamiento a usar, dependiendo del sistema biométrico. Los modelos de la característica serán salvados en una base de datos para la comparación en la unidad de matching.

Es en este punto donde entran en juego las dos características básicas de la fiabilidad de todo sistema biométrico (en general, de todo sistema de autenticación): las tasas de falso rechazo y de falsa aceptación. Por tasa de

falso rechazo (False Rejection Rate, FRR) se entiende la probabilidad de que el sistema de autenticación rechace a un usuario legítimo porque no es capaz de identificarlo correctamente, y por tasa de falsa aceptación (False Acceptance Rate, FAR) la probabilidad de que el sistema autentique correctamente a un usuario ilegítimo; evidentemente, una FRR alta provoca descontento entre los usuarios del sistema, pero una FAR elevada genera un grave problema de seguridad: estamos proporcionando acceso a un recurso a personal no autorizado a acceder a él. Cada proveedor de tecnología biométrica configura la/el falsa/o aceptación/rechazo de forma diferente.

1.1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS BIOMÉTRICOS

Cada sistema biométrico utiliza una cierta clase de interfaz para recopilar la información sobre la persona que intenta acceder. Un software especializado procesará esa información en un conjunto de los datos que se pueden comparar con los modelos de los usuarios que se han introducido previamente al sistema.

Si se encuentra un "matching" con la base de datos, se confirma la identidad de la persona y se concede el acceso.

En la figura No.1.8 se representa un diagrama de bloques de la clasificación de los sistemas biométricos:

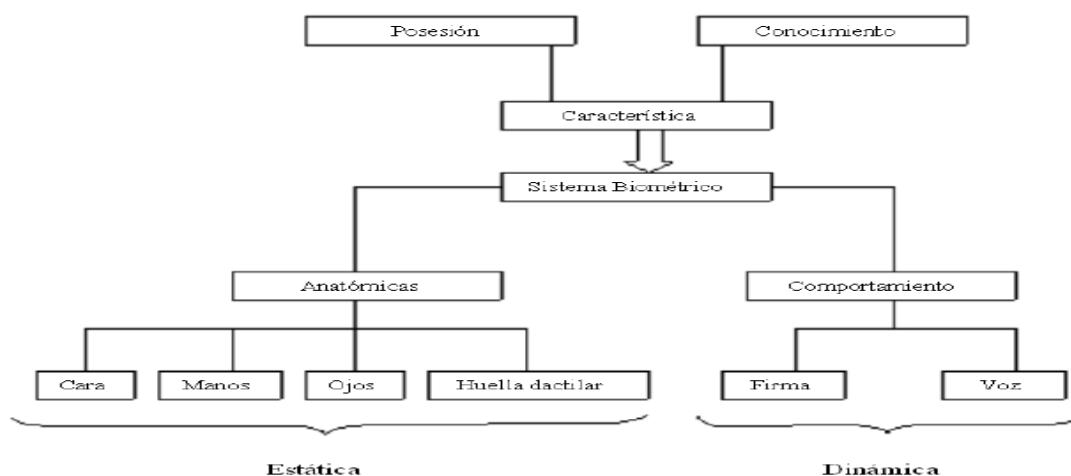


Figura No.1.8 "Clasificación de los sistemas biométricos"

En la tabla No. 1.1 se muestran las características de los sistemas biométricos más comunes:

Tabla No. 1.1 “Características de los sistemas biométricos más comunes”

	Ojo - Iris	Ojo - Retina	Huellas dactilares	Geometría de la mano	Escritura - Firma	Voz
Fiabilidad	Muy alta	Muy alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Facilidad de uso	Media	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta
Prevención de ataques	Muy Alta	Muy alta	Alta	Alta	Media	Media
Aceptación	Media	Media	Media	Alta	Muy alta	Alta
Estabilidad	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Media
Identificación y autenticación	Ambas	Ambas	Ambas	Autenticación	Ambas	Autenticación
Estándars	-	-	ANSI/NIST, FBI	-	-	SVAPI
Interferencias	Gafas	Irritaciones	Suciedad, heridas, asperezas ...	Artritis, reumatismo ...	Firmas fáciles o cambiantes	Ruido, resfriados ...
Utilización	Instalaciones nucleares, servicios médicos, centros penitenciarios	Instalaciones nucleares, servicios médicos, centros penitenciarios	Policía, industrial	General	Industrial	Accesos remotos en bancos o bases de datos
Precio por nodo en 1997 (USD)	5000	5000	1200	2100	1000	1200

1.1.4.1 Biometría Estática

1.1.4.1.1 Huella Dactilar

Identificación de Patrones.- A simple vista, el patrón que siguen las líneas y surcos de una huella se puede clasificar según tres rasgos mayores: arco, lazo y espiral. Cada dedo presenta al menos una de estas características. Por otro lado, en determinados puntos las líneas de la huella dactilar se cortan bruscamente o se bifurcan. Estos puntos reciben el nombre de minucias, y juntos suman casi el 80% de los elementos singulares de una huella.

En la figura No.1.9 se representa una huella dactilar tipo lazo, en la figura No.1.10 una de tipo espiral y en la figura No.1.11 una de tipo arco:

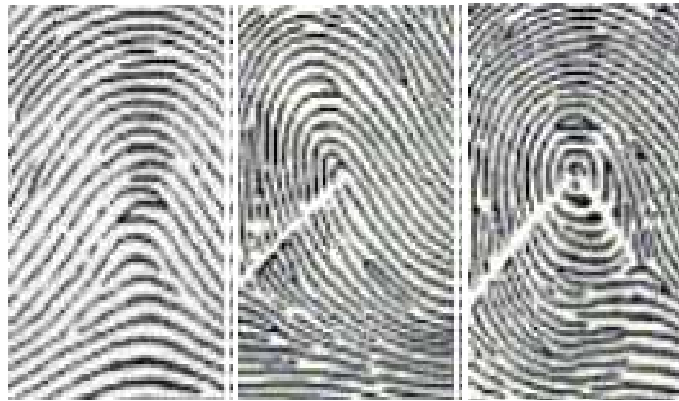


Figura No.1.9 Figura No.1.10 Figura No.1.11

“Tipos de huella dactilar”

Todo esto da lugar a un patrón complejo único para cada individuo, distinto incluso en gemelos idénticos. Las técnicas utilizadas para la comparación de la huella dactilar se pueden clasificar en dos categorías:

- La técnica de puntos Minutia primero encuentran estas minucias y posteriormente procede a su colocación relativa en el dedo. Es difícil extraer los puntos de las minucias exactamente cuando la huella dactilares de baja calidad. También este método no considera el patrón global de crestas y de surcos.
- El método correlación puede superar algunas de las dificultades de la comparación por puntos Minutia; sin embargo, tiene algunos inconvenientes propios. Las técnicas de correlación requieren una localización precisa de un punto de registro y se ve afectada por el desplazamiento y rotación de la imagen.

1.1.4.1.2 Geometría de la Mano

La forma de la mano puede ser de gran valor en biometría. A diferencia de las huellas dactilares, la mano humana no es única, y sus características individuales no son suficientes para identificar a una persona. Sin embargo, su perfil resulta útil si el sistema biométrico lo combina con imágenes individuales de algunos dedos, extrayendo datos como las longitudes, anchuras, alturas,

posiciones relativas, articulaciones. Cuando un usuario necesita ser autenticado sitúa su mano sobre un dispositivo lector con unas guías que marcan la posición correcta para la lectura.

En la figura No.1.12 se representa las guías que marcan la lectura:

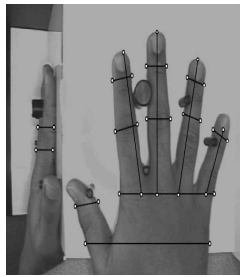


Figura No.1.12 “Geometría de la mano”

Una vez la mano esta correctamente situada, unas cámaras toman una imagen superior y otra lateral, de las que se extraen ciertos datos (anchura, longitud, área, determinadas distancias...) en un formato de tres dimensiones. Transformando estos datos en un modelo matemático que se contrasta contra una base de patrones, el sistema es capaz de permitir o denegar acceso a cada usuario.

1.1.4.1.3 Acceso Físico y Acceso Virtual

En la actualidad, la mayor aplicación de la biometría se produce en la seguridad física, para controlar el acceso a zonas restringidas. Las tecnologías biométricas permiten que el control de acceso sea automático, generalmente a través de esquemas de “verificación” de identidad. Para el acceso a servicios virtuales, como certificaciones digitales en comercio electrónico o banca virtual, se están desarrollando sistemas biométricos que manejen la identificación remota del usuario, particularmente a través del internet. La biometría permitirá incrementar los niveles de seguridad que al momento están basados en simples claves de usuario. Las claves proporcionan solamente un mínimo de control de acceso a los datos en las redes, y la biometría es definitivamente el siguiente nivel.

1.1.4.2 **Biometría Dinámica**

1.1.4.2.1 *Dinámica del Tecleo*

El principal mecanismo de interacción de una persona con un computador es el teclado. Uno de los dispositivos de comportamiento biométrico es el análisis “keystroke”, también llamado “typing biometrics”. Este último comportamiento biométrico se refiere a la velocidad con que un individuo emplea el teclado para introducir su identificación o User ID y su clave de acceso o password, lo cual puede ser indicativo de la autenticidad del usuario. En la actualidad, la utilización de este método se vincula, fundamentalmente, a la seguridad informática y, concretamente, al uso de Internet, para aplicaciones de comercio electrónico. Los antecedentes históricos de esta dinámica de tecleo se hallan en los primeros sistemas de telégrafos de los EE.UU., en los que se comenzó a observar la capacidad de los operadores para identificarse entre sí, en diferentes estaciones, gracias al ritmo de las pulsaciones del código morse que cada uno de ellos generaba al transmitir mensajes codificados.

Adquisición.- Una muestra del tecleo en biometría está representada por el conjunto de información que un ordenador puede capturar de una secuencia de teclas pulsadas por un usuario en el teclado de una PC. En el momento de la captura de la muestra, se tendrá en cuenta:

- *Tiempo entre pulsaciones (latencias):* Se mide el intervalo entre la pulsación de una tecla y la siguiente, dentro de una determinada secuencia de tecleo.
- *Tiempo de pulsaciones (duraciones):* En una pulsación específica, se mide cuánto tiempo se mantiene presionada una tecla. Una vez obtenidas la latencia y la duración en el tecleo, se hace un patrón estadístico y se determina una firma de tecleo para cada usuario.

Ventajas de un sistema de tecleo:

- Bajo costo.
- No requiere de equipamiento especial.
- No es intrusivo en absoluto.
- Puede cargar un alto número de usuarios en el sistema.

Desventajas de un sistema de tecleo:

- No es muy utilizado en el mercado.
- FA y FR son de 0,1%, pero debe complementarse con el sistema de ID y password.
- Está sujeto a alteraciones de los usuarios por lesiones sufridas en las manos.

1.2 HUELLA DACTILAR

Una huella dactilar o huella digital es la impresión visible o moldeada que produce el contacto de las crestas papilares. Depende de las condiciones en que se haga el dactilograma (impregnando o no de sustancias de color distinto al soporte en que asiente), y de las características del soporte (materias plásticas o blandas, en debidas condiciones). Sin embargo, es una característica individual que se utiliza como medio de identificación de las personas. En la figura No.1.13 se representan los diferentes patrones que una huella dactilar tiene:



Figura No.1.13 “Patrones de una huella dactilar”

1.2.1 DIBUJOS PAPILARES

Los dibujos papilares incluyen las papilas y los surcos interpapilares. Las crestas papilares son relieves epidérmicos situados en las palmas de las manos y en las plantas de los pies. Los surcos interpapilares se determinan por las depresiones que separan dichos relieves o crestas. La dermis es la capa interior y más gruesa de la piel, que contiene el dibujo papilar. La epidermis es la membrana que cubre la dermis. Los poros papilares son los diminutos orificios de forma y dimensiones variadas que en crecido número existen en las crestas papilares y por los cuales se expulsa el sudor.

1.2.1.1 Propiedades de los Dibujos Papilares

Está demostrado científicamente que los dibujos que aparecen visibles en la epidermis son perennes, inmutables, diversiformes y originales:

- Son perennes porque, desde que se forman en el sexto mes de la vida intrauterina, permanecen indefectiblemente invariables en número, situación, forma y dirección hasta que la putrefacción del cadáver destruye la piel.
- Son inmutables, ya que las crestas papilares no pueden modificarse fisiológicamente; si hay un traumatismo poco profundo, se regeneran y si es profundo, las crestas no reaparecen con forma distinta a la que tenían, sino que la parte afectada por el traumatismo resulta invadida por un dibujo cicatrizal.
- Son diversiformes, pues no se ha hallado todavía dos impresiones idénticas producidas por dedos diferentes.
- Son originales, que todo contacto directo de los lofogramas naturales producen impresiones originales con características microscópicas identificables del tejido epidérmico, para establecer si fue plasmada de manera directa por la persona o si trata de un lofograma artificial.

1.2.2 CRESTAS PAPILARES

Las crestas papilares son glándulas de secreción de sudor situadas en la dermis, llamadas sudoríparas. Constan de un tubo situado en el tejido celular subcutáneo, formado por un glomérulo glandular con un canal rectilíneo, que atraviesa la dermis, y termina en la capa córnea de la epidermis, concretamente en el poro, que es un orificio situado en los lomos de las crestas papilares. Una vez que el sudor sale al exterior, se derrama por todas las crestas y se mezcla con la grasa natural de la piel, dando lugar a que, cuando se toque o manipule un objeto apto para la retención de huellas, éstas se queden impresas en el mismo.

1.2.3 IMPRESIÓN DACTILAR

La impresión dactilar es la reproducción hecha a propósito sobre la cartulina o el papel del dactilograma natural (dibujo papilar), impregnado en tinta, generalmente tipográfica.

1.2.4 CAPTURA EN VIVO

Suele llamarse captura en vivo a la adquisición de la imagen del dactilograma natural mediante lectores electrónicos especializados. Este tipo de adquisición no requiere usar tinta y suele permitir realizar un control de calidad automático.

1.2.5 PUNTOS CARACTERÍSTICOS

Se designa con ese nombre a las particularidades papilares que, en detalle, ofrecen las crestas en su curso por el dactilograma natural y su impresión. Es decir, son las convergencias, desviaciones, empalmes, interrupciones, fragmentos, etc, de las crestas y de sus surcos (islote, bifurcación, punto, cortada, horquilla, empalme, encierro).

1.2.6 DACTILOGRAMA

Es el dibujo formado por las crestas papilares de las yemas de los dedos de las manos. Los dactilogramas pueden ser de tres tipos:

- *Dactilograma natural*: Es el que está en la yema del dedo, formado por las crestas papilares de forma natural.
- *Dactilograma artificial*: Es el dibujo que aparece como resultado al entintar un dactilograma natural e imprimirlo en una zona idónea.
- *Dactilograma latente*: Es la huella dejada por cualquier dactilograma natural al tocar un objeto o superficie. Este dactilograma queda marcado, pero es invisible. Para su revelación requiere la aplicación de un reactivo adecuado.

1.2.7 RECONOCIMIENTO DE LA HUELLA DACTILAR

La comparación de la huella dactilar es una de las técnicas más antiguas y ampliamente utilizadas y aceptas a nivel global. La huella digital aparece generalmente constituida por una serie de líneas oscuras que representan las crestas y una serie de espacios blancos que representan los valles. La identificación con huellas digitales esta basada principalmente en las minucias (la ubicación y dirección de las terminaciones de crestas, bifurcaciones, deltas, valles y crestas, aunque existen muchas otras características de huellas digitales.

En la figura No.1.14 se representan las características de las huellas dactilares:



Figura No.1.14 “Características de las huellas dactilares”

Otra forma de distinguir las huellas digitales es por sus patrones.

En la figura No.1.15 se muestran los cuatro patrones principales que distinguen a las huellas dactilares:

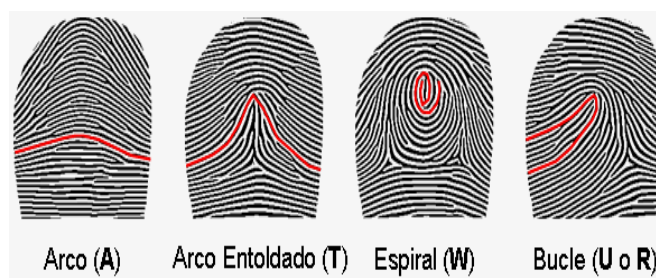


Figura No.1.15 “Patrones que distinguen las huellas dactilares”

De manera general la forma de procesar una huella dactilar es la siguiente:

Primero se captura la imagen, después se identifican las minucias, siguiente se elabora una plantilla de mapeo y por último se obtiene la información en sistema binario, el proceso se muestra en la figura No.1.16:

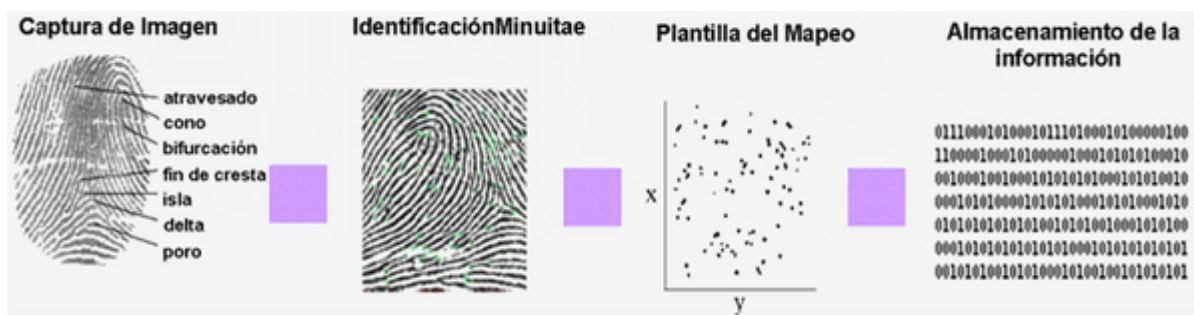


Figura No.1.16 “Procesamiento de la huella dactilar”

1.3 LECTOR DE HUELLA DACTILAR

La técnica más popular es el uso de la huella dactilar. Antiguamente se usaba una almohadilla de tinta y papel para imprimir la huella dactilar y, a continuación, se comenzaba la laboriosa tarea de comparación visual de la huella recogida con las ya almacenadas. Los sensores más modernos son mucho mejores. Ya existen millones de ellos en uso y, gracias a la bajada de

precios, están encontrando aplicación de manera continua en nuevos dispositivos. La probabilidad de que un impostor sea aceptado (relación de aceptación falsa, o FAR) es extremadamente baja; mientras que la probabilidad de que un usuario verdadero pueda no ser reconocido y, por lo tanto, denegado su acceso (relación de rechazos falsos, o FRR) también es baja.

En la figura No.1.17 se representa la definición de la tasa de error igual:

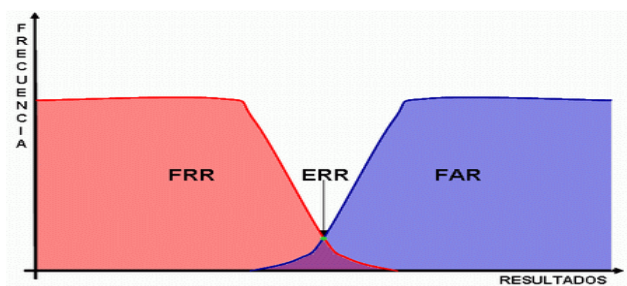


Figura No.1.17 “Tasa de error igual”

1.3.1 REQUERIMIENTOS DE UN LECTOR DE HUELLA DACTILAR

- FAR y FRR mínimos.
- Seguridad contra engaño.
- Tamaño físico: lo más reducido posible.
- Consumo de corriente mínimo.
- Robusto y de gran duración.

1.3.2 FUNCIÓN DE LOS LECTORES DE HUELLA DACTILAR

Los lectores de huella digital computarizados hoy están al alcance de cualquier tamaño de empresa. Estos lectores junto con software de control de asistencia es ahora la herramienta indispensable para el área de recursos humanos.

Un lector de huella digital lleva a cabo dos tareas:

- 1) Obtener una imagen de su huella digital.
- 2) Comparar el patrón de valles y crestas de dicha imagen con los patrones de las huellas que tiene almacenadas.

1.3.3 TIPOS DE LECTORES DE HUELLAS DACTILARES

1.3.3.1 Ópticos Reflexivos

Se basan en la técnica más antigua, consiste en colocar el dedo sobre una superficie de cristal o un prisma que está iluminado por un diodo LED. Cuando las crestas de las huellas del dedo tocan la superficie, la luz es absorbida, mientras que entre dichas crestas se produce una reflexión total. La luz resultante y las zonas de oscuridad son registradas en un sensor de imagen.

En la práctica existen algunas dificultades con esta técnica: las imágenes obtenidas con dedos húmedos y secos son muy diferentes y, además, el sistema es sensible al polvo y a la suciedad de la superficie. La unidad tiene un tamaño considerable, poco práctico y caro. Este sistema es fácil de engañar y si la piel está deteriorada o dañada, la huella no se reconoce correctamente. El reconocimiento de la huella dactilar de las personas mayores también es difícil de hacer ya que la piel no es lo suficientemente elástica. En algunas circunstancias esto puede producir un reconocimiento falso. Si la huella almacenada fue tomada con menos presión, se pueden producir aceptaciones falsas.

1.3.3.2 Ópticos Transmisivos

Esta técnica funciona sin contacto directo entre el dedo y la superficie del sensor. La luz pasa a través del dedo desde la cara de la uña, y al otro lado, mientras que una cámara toma una imagen directa de la huella dactilar. La humedad no produce ninguna dificultad. El sensor ve a través de la superficie

de la piel sobre una superficie más profunda y produce una imagen multispectral. El uso de diferentes longitudes de onda para generar imágenes nos proporciona información de diferentes estructuras subcutáneas, indicación de que el objeto en cuestión es un dedo genuino. El uso de filtros polarizados ortogonales asegura que solamente la luz que tiene importancia a su paso bajo la piel es la que pasa, y bloquea la luz que se reflejaría directamente de la superficie. Solamente unos dedos artificiales muy precisos podrían tener la posibilidad de engañar a este sensor.

1.3.3.3 **Capacitivos**

El sensor es un circuito integrado de silicio cuya superficie está cubierta por un gran número de elementos transductores (o píxeles), con una resolución típica de 500 dpi. Cada elemento contiene dos electrodos metálicos adyacentes. La capacidad entre los electrodos, que forma un camino de realimentación para un amplificador inversor, se reduce cuando el dedo se aplica sobre dicha superficie: se reduce más cuando detecta crestas y menos cuando detecta el espacio entre ellas. El sensor es susceptible a las descargas electrostáticas.

Estos sensores sólo trabajan con pieles sanas normales, ya que no son operativos cuando se utilizan sobre pieles con zonas duras, callos o cicatrices.

La humedad, la grasa o el polvo también pueden afectar a su funcionamiento.

1.3.3.4 **Mecánicos**

Se trata de decenas de miles de diminutos transductores de presión que se montan sobre la superficie del sensor. Un diseño alternativo utiliza conmutadores que están cerrados cuando son presionados por una cresta, pero permanecen abiertos cuando están bajo un valle. Esto sólo proporciona un bit de información por píxel, en lugar de trabajar con una escala de grises.

1.3.3.5 **Térmicos**

En este caso se detecta el calor conducido por el dedo, el cual es mayor cuando hay una cresta que cuando hay un valle. Se ha desarrollado un

componente de silicio con una matriz de píxeles denominado "FingerChip", es decir, "circuito integrado dedo", cada uno de los cuales está cubierto con una capa de material piroeléctrico en el que un cambio de temperatura se traduce en un cambio en la distribución de carga de su superficie. La imagen está en la escala de grises que tiene la calidad adecuada incluso con el dedo desgastado, con suciedad, con grasa o con humedad. El sensor dispone de una capa protectora robusta y puede proporcionar una salida dinámica.

1.3.3.6 **Salida Dinámica**

La mayoría de los sensores descritos han sido alterados en el pasado. Para evitar esto, se ha añadido un nuevo modo de funcionamiento. En lugar de colocar sencillamente el dedo de forma estática sobre el sensor, el dedo se desplaza lentamente a lo largo del mismo. El sensor solo dispone de una estrecha zona sensible, y genera una secuencia completa de imágenes, las cuales pueden ser re-ensambladas, mediante un procesador, en una imagen completa. Las prestaciones se mejoran de modo apreciable y se garantiza la eliminación de cualquier grasa residual.

1.3.4 **SENSORES PARA HUELLAS DACTILARES**

1.3.4.1 **Sensor de Matriz Capacitivo**

En la superficie de un circuito integrado de silicona se dispone un arreglo de platos sensores capacitivos. La capacitancia en cada plato (pixel) sensor es medida individualmente depositando una carga fija sobre ese pixel. El voltaje estático generado por esa carga es proporcional a la capacitancia del pixel y sus alrededores. Por la geometría del dedo, las líneas de flujo generadas desde el plato sensor energizado se inducen en la porción de piel inmediatamente adyacente a este plato, terminando en platos sensores inactivos o en el sustrato. Una ventaja de este diseño es su simplicidad. Una desventaja es que debido a la geometría esférica del campo eléctrico generado por el plato sensor, tendremos un efecto de solapamiento sobre platos (pixel) vecinos, los que producirá que el área sensora aumente en tamaño, trayendo

como consecuencia un efecto de información cruzada entre los sensores adyacentes, reduciendo considerablemente la resolución de la imagen.

1.3.4.2 Sensor de Matriz de Antena

Un pequeño campo RF es aplicado entre dos capas conductoras, una oculta dentro de un chip de silicón (llamado plano de referencia de la señal de excitación) y la otra localizada por debajo de la piel del dedo. El campo formado entre estas capas reproduce la forma de la capa conductora de la piel en la amplitud del campo AC. Diminutos sensores insertados por debajo de la superficie del semiconductor y sobre la capa conductora, miden el contorno del campo. Amplificadores conectados directamente a cada plato sensor convierten estos potenciales a voltajes, representando el patrón de la huella.

Estas señales son acondicionadas en una etapa siguiente para luego ser multiplexadas fuera del sensor.

En la figura No.1.18 se representa un sensor de matriz de antena:

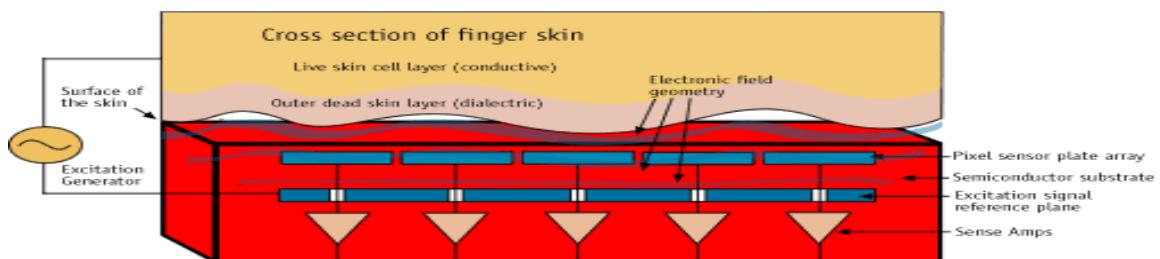


Figura No.1.18 “Sensor de matriz de antena”

Estos dispositivos no dependen de las características de la superficie, tales como las aberturas de aire entre el sensor y el valle, empleado para detectar ese valle.

1.3.5 ESCANEADO DE UN LECTOR DE HUELLA DACTILAR

El escáner no tiene que encontrar el patrón completo de la huella, únicamente bastaría con que encuentre el número de marcadores suficiente. Lógicamente cuanto más preciso, más lento será.

1.4 MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida). Básicamente existen dos arquitecturas de computadoras, y por supuesto, están presentes en el mundo de los microcontroladores: Von Neumann y Harvard. Ambas se diferencian en la forma de conexión de la memoria al procesador y en los buses que cada una necesita.

En la figura No. 1.19 se representa la arquitectura Von Neumann y en la figura No.1.20 la arquitectura Harvard:



Figura No.1.19 “Arquitectura Von Neumann”

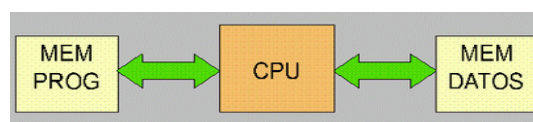


Figura No.1.20 “Arquitectura Harvard”

1.4.1.1 Partes de un Microcontrolador

1.4.1.1.1 Registros

Son un espacio de memoria muy reducido pero necesario para cualquier microprocesador, de aquí se toman los datos para varias operaciones que debe realizar el resto de los circuitos del procesador. Los registros sirven para almacenar los resultados de la ejecución de instrucciones, cargar datos desde la memoria externa o almacenarlos en ella. Mientras mayor sea el número de bits de los registros de datos del procesador, mayores serán sus prestaciones, en cuanto a poder de cómputo y velocidad de ejecución, ya que este parámetro determina la potencia que se puede incorporar al resto de los componentes del sistema, por ejemplo, no tiene sentido tener una ALU de 16 bits en un procesador de 8 bits.

1.4.1.1.2 Unidad de Control

Esta unidad es de las más importantes en el procesador, en ella recae la lógica necesaria para la decodificación y ejecución de las instrucciones, el control de los registros, la ALU, los buses y cuanta cosa más se quiera meter en el procesador. La unidad de control es uno de los elementos fundamentales que determinan las prestaciones del procesador, ya que su tipo y estructura, determina parámetros tales como el tipo de conjunto de instrucciones, velocidad de ejecución, tiempo del ciclo de máquina, tipo de buses que puede tener el sistema, manejo de interrupciones y un buen número de cosas más que en cualquier procesador van a parar a este bloque.

1.4.1.1.3 Unidad Aritmético-Lógica

Como los procesadores son circuitos que hacen básicamente operaciones lógicas y matemáticas, se le dedica a este proceso una unidad completa, con cierta independencia. Aquí es donde se realizan las sumas, restas, y operaciones lógicas típicas del álgebra de Boole.

1.4.1.1.4 Buses

Son el medio de comunicación que utilizan los diferentes componentes del procesador para intercambiar información entre sí, eventualmente los buses o una parte de ellos estarán reflejados en los pines del encapsulado del procesador. En el caso de los microcontroladores, no es común que los buses estén reflejados en el encapsulado del circuito, ya que estos se destinan básicamente a las E/S de propósito general y periféricos del sistema.

Existen tres tipos de buses:

- Dirección: Se utiliza para seleccionar al dispositivo con el cual se quiere trabajar o en el caso de las memorias, seleccionar el dato que se desea leer o escribir.
- Datos.
- Control: Se utiliza para gestionar los distintos procesos de escritura lectura y controlar la operación de los dispositivos del sistema.

1.4.1.1.5 Conjunto de Instrucciones

Aunque no aparezca en el esquema, no podíamos dejar al conjunto o repertorio de instrucciones fuera porque este elemento determina lo que puede hacer el procesador. Define las operaciones básicas que puede realizar el procesador, que conjugadas y organizadas forman lo que conocemos como software. Existen dos tipos básicos de repertorios de instrucciones, que determinan la arquitectura del procesador: CISC y RISC.

- CISC, del inglés Complex Instruction Set Computer, Computadora de Conjunto de Instrucciones Complejo. Los microprocesadores CISC tienen un conjunto de instrucciones que se caracteriza por ser muy amplio y que permiten realizar operaciones complejas entre operandos situados en la memoria o en los registros internos. Dentro de los microcontroladores CISC podemos encontrar a la popular familia INTEL-51 y la Z80, aunque actualmente existen versiones CISC-RISC de estos microcontroladores, que pretenden aprovechar las ventajas de los

procesadores RISC a la vez que se mantiene la compatibilidad hacia atrás con las instrucciones de tipo CISC.

- RISC, del inglés Reduced Instruction Set Computer, Computadora con Conjunto de Instrucciones Reducido. Se centra en la obtención de procesadores con las siguientes características fundamentales:
 - Instrucciones de tamaño fijo.
 - Pocas instrucciones.
 - Sólo las instrucciones de carga y almacenamiento acceden a la memoria de datos.
 - Número relativamente elevado de registros de propósito general.

1.4.1.1.6 Memoria

RAM: En los microcontroladores la memoria no es abundante, aquí no encontrará Gigabytes de memoria como en las computadoras personales.

Típicamente la memoria de programas no excederá de 16 K-localizaciones de memoria no volátil para La memoria RAM está destinada al almacenamiento de información temporal que será utilizada por el procesador para realizar cálculos u otro tipo de operaciones lógicas. El tipo de memoria utilizada en las memorias RAM de los microcontroladores es SRAM, lo que evita tener que implementar sistemas de refrescamiento como en el caso de las computadoras personales, que utilizan gran cantidad de memoria, típicamente alguna tecnología DRAM.

A pesar de que la memoria SRAM es más costosa que la DRAM, es el tipo adecuado para los microcontroladores porque éstos poseen pequeñas cantidades de memoria RAM. En el caso de la memoria de programas se utilizan diferentes tecnologías, y el uso de una u otra depende de las características de la aplicación a desarrollar, a continuación se describen las cinco tecnologías existentes, que mayor utilización tienen o han tenido:

- *ROM de máscara:* En este caso no se “graba” el programa en memoria sino que el microcontrolador se fabrica con el programa, es un proceso similar al de producción de los CD comerciales mediante masterización.

- *OTP One Time Programmable*: Este tipo de memoria, también es conocida como PROM o simplemente ROM.

Los microcontroladores con memoria OTP se pueden programar una sola vez, con algún tipo de programador. Se utilizan en sistemas donde el programa no requiera futuras actualizaciones y para series relativamente pequeñas, donde la variante de máscara sea muy costosa, también para sistemas que requieren serialización de datos, almacenados como constantes en la memoria de programas.

- *EPROM Erasable Programmable Read Only Memory*: Los microcontroladores con este tipo de memoria son muy fáciles de identificar porque su encapsulado es de cerámica y llevan encima una ventanita de vidrio desde la cual puede verse la oblea de silicio del microcontrolador.

Se fabrican así porque la memoria EPROM es reprogramable, pero antes debe borrarse, y para ello hay que exponerla a una fuente de luz ultravioleta, el proceso de grabación es similar al empleado para las memorias OTP. Al aparecer tecnologías menos costosas y más flexibles, como las memorias EEPROM y FLASH, este tipo de memoria han caído en desuso, se utilizaban en sistemas que requieren actualizaciones del programa y para los procesos de desarrollo y puesta a punto.

- *EEPROM Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*: Fueron el sustituto natural de las memorias EPROM, la diferencia fundamental es que pueden ser borradas eléctricamente, por lo que la ventanilla de cristal de cuarzo y los encapsulados cerámicos no son necesarios.
- *Flash*: En el campo de las memorias reprogramables para microcontroladores, son el último avance tecnológico en uso a gran escala, y han sustituido a los microcontroladores con memoria EEPROM.

A las ventajas de las memorias FLASH se le adicionan su gran densidad respecto a sus predecesoras lo que permite incrementar la cantidad de

memoria de programas a un costo muy bajo. Pueden además ser programadas con las mismas tensiones de alimentación del microcontrolador, el acceso en lectura y la velocidad de programación es superior, disminución de los costos de producción, entre otras.

1.4.1.1.7 Interrupciones

Las interrupciones son esencialmente llamadas a subrutina generadas por los dispositivos físicos, al contrario de las subrutinas normales de un programa en ejecución. Como el salto de subrutina no es parte del hilo o secuencia de ejecución programada, el controlador guarda el estado del procesador en la pila de memoria y entra a ejecutar un código especial llamado "manejador de interrupciones" que atiende al periférico específico que generó la interrupción.

Al terminar la rutina, una instrucción especial le indica al procesador el fin de la atención de la interrupción. Los procesos de atención a interrupciones tienen la ventaja de que se implementan por hardware ubicado en el procesador, así que es un método rápido de hacer que el procesador se dedique a ejecutar un programa especial para atender eventos que no pueden esperar por mecanismos lentos como el de encuesta. En términos generales, un proceso de interrupción y su atención por parte del procesador, tiene la siguiente secuencia de acciones:

1. En el mundo real se produce el evento para el cual queremos que el procesador ejecute un programa especial, este proceso tiene la característica de que no puede esperar mucho tiempo antes de ser atendido o no sabemos en que momento debe ser atendido.
2. El circuito encargado de detectar la ocurrencia del evento se activa, y como consecuencia, activa la entrada de interrupción del procesador.
3. La unidad de control detecta que se ha producido una interrupción y "levanta" una bandera para registrar esta situación; de esta forma si las condiciones que provocaron el evento desaparecen y el circuito encargado de detectarlo desactiva la entrada de interrupción del

procesador, ésta se producirá de cualquier modo, porque ha sido registrada.

4. La unidad de ejecución termina con la instrucción en curso y justo antes de comenzar a ejecutar la siguiente comprueba que se ha registrado una interrupción.
5. Se desencadena un proceso que permite guardar el estado actual del programa en ejecución y saltar a una dirección especial de memoria de programas, donde está la primera instrucción de la subrutina de atención a interrupción.
6. Se ejecuta el código de atención a interrupción, esta es la parte “consciente” de todo el proceso porque es donde se realizan las acciones propias de la atención a la interrupción y el programador juega su papel.
7. Cuando en la subrutina de atención a interrupción se ejecuta la instrucción de retorno, se desencadena el proceso de restauración del procesador al estado en que estaba antes de la atención a la interrupción.

Como podemos observar, el mecanismo de interrupción es bastante complicado, sin embargo tiene dos ventajas que obligan a su implementación: la velocidad y su capacidad de ser asincrónico. Ambas de conjunto permiten que aprovechemos al máximo las capacidades de trabajo de nuestro procesador. Las interrupciones son tan eficaces que permiten que el procesador actúe como si estuviese haciendo varias cosas a la vez cuando en realidad se dedica a la misma rutina de siempre, ejecutar instrucciones una detrás de la otra.

1.4.1.1.8 Periféricos

Cuando vimos la organización básica de un microcontrolador, señalamos que dentro de este se ubican un conjunto de periféricos, cuyas salidas están reflejadas en los pines del microcontrolador. A continuación describiremos algunos de los periféricos que con mayor frecuencia encontraremos en los microcontroladores.

Entradas y Salidas de Propósito General

También conocidos como puertos de E/S, generalmente agrupadas en puertos de 8 bits de longitud, permiten leer datos del exterior o escribir en ellos desde el interior del microcontrolador, el destino habitual es el trabajo con dispositivos simples como relés, LED, o cualquier otra cosa que se le ocurra al programador.

Temporizadores y Contadores

Son circuitos sincrónicos para el conteo de los pulsos que llegan, para poder conseguir la entrada de reloj. Si la fuente de un gran conteo es el oscilador interno del microcontrolador es común que no tengan un pin asociado, y en este caso trabajan como temporizadores.

Convertor Analógico/Digital

Como es muy frecuente el trabajo con señales analógicas, éstas deben ser convertidas a digital y por ello muchos microcontroladores incorporan un convertor A/D, el cual se utiliza para tomar datos de varias entradas diferentes que se seleccionan mediante un multiplexor.

1.4.1.1.9 Puertos de Comunicación

- *Puerto Serie*

Este periférico está presente en casi cualquier microcontrolador, normalmente en forma de UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) o USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) dependiendo de si permiten o no el modo sincrónico de comunicación. El destino común de este periférico es la comunicación con otro microcontrolador o con una PC y en la mayoría de los casos hay que agregar circuitos externos para completar la interfaz de comunicación.

- *SPI*

Este tipo de periférico se utiliza para comunicar al microcontrolador con otros microcontroladores o con periféricos externos conectados a él, por medio de una interfaz muy sencilla. Hay solo un nodo controlador que permite iniciar cualquier transacción, lo cual es una desventaja en sistemas complejos, pero su sencillez permite el aislamiento galvánico de forma directa por medio de optoacopladores.

- *I2C*

Cumple las mismas funciones que el SPI, pero requiere menos señales de comunicación y cualquier nodo puede iniciar una transacción. Es muy utilizado para conectar las tarjetas gráficas de los computadores personales con los monitores, para que estos últimos informen de sus prestaciones y permitir la autoconfiguración del sistema de video.

- *USB*

Los microcontroladores son los que han permitido la existencia de este sistema de comunicación. Es un sistema que trabaja por polling (monitoreo) de un conjunto de periféricos inteligentes por parte de un amo, que es normalmente un computador personal. Cada nodo inteligente está gobernado inevitablemente por un microcontrolador.

1.4.1.1.10 Otros Puertos de Comunicación

Hay una enorme cantidad de otros buses disponibles para la industria automotriz (linbus) o de medios audiovisuales como el i2s, IEEE_1394. Es usuario se los encontrará cuando trabaje en algún área especializada.

1.4.1.1.11 Comparadores

Son circuitos analógicos basados en amplificadores operacionales que tienen la característica de comparar dos señales analógicas y dar como salida los

niveles lógicos '0' o '1' en dependencia del resultado de la comparación. Es un periférico muy útil para detectar cambios en señales de entrada de las que solamente nos interesa conocer cuando está en un rango determinado de webetas.

1.4.1.1.12 Modulador de Ancho de Pulsos

Los PWM (Pulse Width Modulator) son periféricos muy útiles sobre todo para el control de motores, sin embargo hay un grupo de aplicaciones que pueden realizarse con este periférico, dentro de las cuales podemos citar: inversión DC/AC para UPS, conversión digital analógica D/A, control regulado de luz (dimming) entre otras.

1.4.1.1.13 Memoria de Datos no Volátil

Muchos microcontroladores han incorporado este tipo de memoria como un periférico más, para el almacenamiento de datos de configuración o de los procesos que se controlan. Esta memoria es independiente de la memoria de datos tipo RAM o la memoria de programas, en la que se almacena el código del programa a ejecutar por el procesador del microcontrolador. Muchos de los microcontroladores PIC, incluyen este tipo de memoria, típicamente en forma de memoria EEPROM, incluso algunos de ellos permiten utilizar parte de la memoria de programas como memoria de datos no volátil, por lo que el procesador tiene la capacidad de escribir en la memoria de programas como si ésta fuese un periférico más.

1.5LCD

1.5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El LCD es actualmente el circuito más barato y confiable para mostrar datos en un proceso de monitoreo y control. Su interfaz con los controladores se realiza a través de un conector de 14 pines. Todos los fabricantes del display de cristal

líquido (“Liquid Cristal Display”) LCD, han estandarizado sus señales en el conector de 14 pines, así como sus comandos de control para el manejo del mismo. En el LCD se pueden mostrar datos como la hora y la fecha, así como valores de variables tales como nivel, presión, gasto, temperatura, etc. El LCD puede también emplearse para mostrar parámetros internos del sistema, de acuerdo a su aplicación o para mostrar al usuario las opciones de configuración mientras lo opera.

En la figura No.1.21 se muestra un LCD comúnmente usado:



Figura No.1.21 “LCD común”

El módulo LCD lleva integrado a sus circuitos una memoria ROM conocida como “generador de caracteres” que habrá de generar los patrones de la matriz de puntos (5 x 7 ó 7 x 9) que forman los caracteres en la pantalla. También tiene una RAM interna que almacena los caracteres y los exhibe en el módulo LCD.

1.5.2 HARDWARE

Para su integración a un sistema de microcontrol, el diagrama general de conexiones del display se muestra en la figura de abajo. En su aplicación más simple, se desea solo escritura al LCD y el pin 5 se conecta permanentemente a tierra. Las señales del puerto B del 16F84 (16F628/F88), RB0...RB7 son usadas para enviar los datos o comandos. Las señales del puerto A, RA1 y RA2 se usan como señales de control del LCD. Todas las señales de datos y control llevan niveles TTL (0 a 5 volts), con excepción de la señal de control de intensidad, en el cual hay que aplicar tierra para la mayor intensidad y 5 volts para la menor. En EDUPIC y EVOLUPIC este voltaje ya viene preajustado con un divisor de resistencias formado por R26 y R25, de 1K y 100K para dar la intensidad adecuada.

1.5.3 OPERACIÓN

En la interfaz de 14 pines, 8 son señales para el envío de comandos ó datos.

Los datos se manejan en códigos ASCII y se escriben en la memoria del LCD en forma secuencial. A través de estas mismas señales pueden enviarse también los comandos mostrados en la tabla. En seguida se adjuntan 2 tablas.

En la primera, se muestra la distribución de señales de la interfaz y en la segunda algunos de los comandos más comúnmente empleados.

En la tabla No.1.2 se muestran los pines que son generalmente usados en un LCD:

Tabla No.1.2 “Distribución de pines”

PIN	FUNCIÓN	PIN	FUNCIÓN
1	Tierra	8	DB1 (RB1)
2	5 volts.	9	DB2 (RB2)
3 INT	Control intensidad	10	DB3 (RB3)
4 RS (RA1)	0=comando 1=datos	11	DB4 (RB4)
5 R/W	0=escribir , 1=leer	12	DB5 (RB5)
6 EN (RA2)	Enable modo pulso	13	DB6 (RB6)
7	DB0 (RB0)	14	DB7 (RB7)

En la tabla No.1.3 se muestran los comandos que son generalmente usados en un LCD:

Tabla No.1.3 “Comandos usados”

COMANDO	FUNCION	HEXA
CLEAR	LIMPIA DISPLAY	01H
HOME	POSICIONA CURSOR AL INICIO DEL LCD	03H
CURSOR	MUESTRA CURSOR CON PARPADEO	0FH
8 BITS	SELECCIONA INTERFAZ DE 8 BITS	38H
RENGLON1	SELECCIONA ESCRITURA EN EL PRIMER RENGLÓN	80H
RENGLON2	SELECCIONA ESCRITURA EN EL SEGUNDO RENGLON	C0H

Para escribir en el LCD, debe de seguirse la siguiente secuencia en la programación:

*Con RS=0, se mandan comandos de inicialización al display LCD. Los comandos típicos son los mostrados en la tabla. Para enviar un comando, se escribe su código en los 8 bits RB0...RB7 y luego se da un pulso bajo de al menos 10 milisegundos de duración a la señal EN (RA2).EN es una señal que debe de estar normalmente ALTA. Es importante esperar unos 10 milisegundos a que los datos estén estables antes de aplicar el pulso.

* Con RS=1, se escribe los datos en código ASCII en las 8 líneas RB0 a RB7, con el mismo procedimiento señalado arriba. Los caracteres van apareciendo en el mismo orden en el que se mandan. Para un LCD de dos renglones, cada renglón debe de manejarse con un comando independiente.

Para escribir en el primer renglón, debe previamente de enviarse el comando 80H y para el segundo renglón, un C0H

* Las señales de control RS y EN, se manejan por medio de los pines RA1 y RA2 del 16F84/F628/F88.

1.5.4 CONEXIÓN

Existen, entre otros, dos tipos de displays LCD:

- LCD 16 X 2 con dos renglones de 16 caracteres cada uno. Cada renglón se maneja en forma independiente. Para seleccionar escribir en el inicio

del renglón, debe de enviarse antes el comando correspondiente: 80H (renglón 1) ó C0H (renglón 2). Además, cada celda tiene una dirección.

Por ejemplo si queremos escribir en la tercera celda del segundo renglón, entonces enviamos antes el comando C3H.

- LCD 16 X 1 es un dispositivo LCD con un solo renglón de 16 caracteres, pero electrónicamente está dividido en dos secciones de 8 caracteres.

Cada una de estas secciones se maneja como si fuese un renglón de 8 caracteres, es decir, si se desea escribir en la primera sección debe enviarse antes el comando.

1.6 SISTEMA DE ALARMA

1.6.1 DETECTORES MAGNÉTICOS

Se trata de un sensor que forma un circuito cerrado por un imán y un contacto muy sensible que al separarse, cambia el estado (se puede programar como NC o NA) provocando un salto de alarma. Se utiliza en puertas y ventanas, colocando una parte del sensor en el marco y otra en la puerta o ventana misma.

1.7 SENSOR INDUCTIVO

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo.

1.7.1 CONCEPTOS TEÓRICOS

Una corriente (i) que circula a través de un hilo conductor, genera un campo magnético que está asociado a ella, esto se representa en la figura No.1.26:



Figura No.1.26 “Representación del campo magnético”

Los sensores de proximidad inductivos contienen un devanado interno. Cuando una corriente circula por el mismo, un campo magnético es generado, que tiene la dirección de las flechas naranjas. Cuando un metal es acercado al campo magnético generado por el sensor de proximidad, éste es detectado, esto se representa en la figura No.1.27:

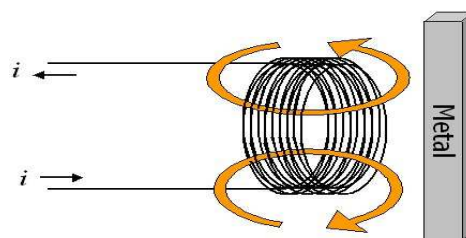


Figura No.1.27 “Representación de un metal detectado por un campo magnético”

La bobina, o devanado, del sensor inductivo induce corrientes de Foucault en el material a detectar. Estas, a su vez, generan un campo magnético que se opone al de la bobina del sensor, causando una reducción en la inductancia de la misma. Esta reducción en la inductancia de la bobina interna del sensor, trae aparejado una disminución en la impedancia de ésta.

1.7.2 ESTADOS DE UN SENSOR INDUCTIVO

1.- Objeto a detectar ausente.

- Amplitud de oscilación al máximo, sobre el nivel de operación.
- La salida se mantiene inactiva (*OFF*).

2.- Objeto a detectar acercándose a la zona de detección.

- Se producen corrientes de Foucault, por tanto hay una “transferencia de energía”.

- El circuito de detección detecta una disminución de la amplitud, la cual cae por debajo del nivel de operación.
- La salida es activada (ON).

3.- Objeto a detectar se retira de la zona de detección.

- Eliminación de corrientes de Foucault.
- El circuito de detección detecta el incremento de la amplitud de oscilación.
- Como la salida alcanza el nivel de operación, la misma se desactiva (OFF).

En la figura No.1.28 se representan los tres estados del sensor inductivo antes mencionados:

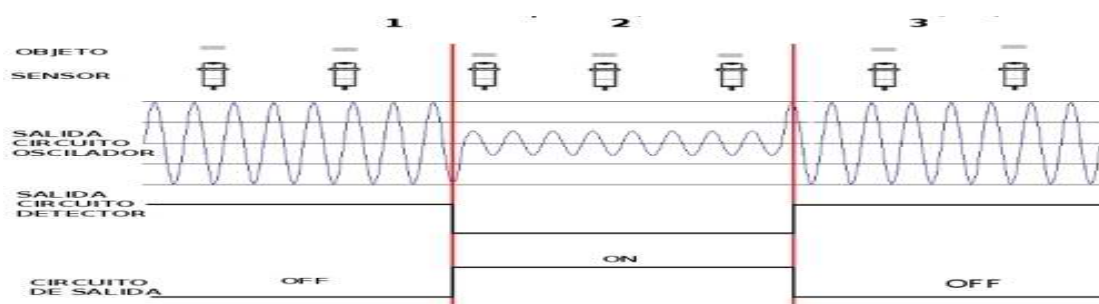


Figura No.1.28 “Estados de un sensor magnético”

1.7.3 SENSORES BLINDADOS Y NO BLINDADOS

1.7.3.1 Sensor Blindado

Los blindados tienen un agregado al núcleo y un blindaje metálico que limita el campo magnético al frente del sensor.

- Enrasables.
- Especiales para posicionamiento.
- Distancias más cortas de detección.
- Sensado limitado al frente del sensor.

La figura No.1.29 representa un sensor blindado:

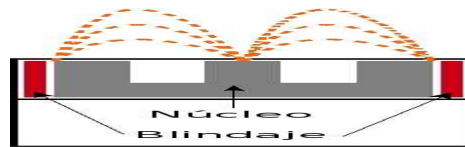


Figura No.1.29 “Sensor blindado”

1.7.3.2 Sensor No Blindado

Los no blindados no tienen blindaje extra, resultando en un área de sensado mayor.

- No enrasables.
- Detección de presencia.
- Distancias más grandes de detección.

La figura No.1.30 representa un sensor no blindado:

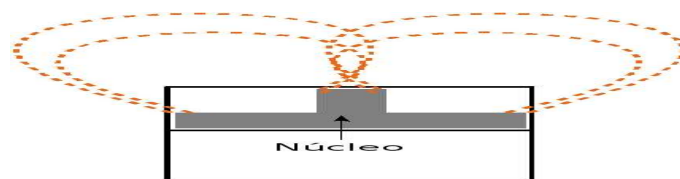


Figura No.1.30 “Sensor no blindado”

Los sensores blindados, al tener todo el cuerpo roscado son más resistentes a los golpes que los no blindados.

1.7.4 HISTÉRESIS

Se denomina histéresis a la diferencia entre la distancia de activación y desactivación. Cuando un objeto metálico se acerca al sensor inductivo, éste lo detecta a la “distancia de detección” o "distancia de sensado". Cuando el mismo objeto es alejado, el sensor no lo deja de detectar inmediatamente, si no cuando alcanza la “distancia de reset”, que es igual a la “distancia de detección” más la histéresis propia del sensor.

1.7.5 DISTANCIA DE SENSADO

La distancia de sensado (S_n) especificada en la hoja de datos de un sensor inductivo está basada en un objeto de estándar con medidas de 1"x1" de acero dulce. Este valor variará sensiblemente si se quiere detectar otros tipos de metales, aún materiales ferrosos como el acero inoxidable (SS) no ferrosos, como el aluminio, pueden ser detectados, pero a menores distancias. En la figura No.1.31 se puede ver como varía la distancia de detección en función del material a detectar y el tamaño del mismo.

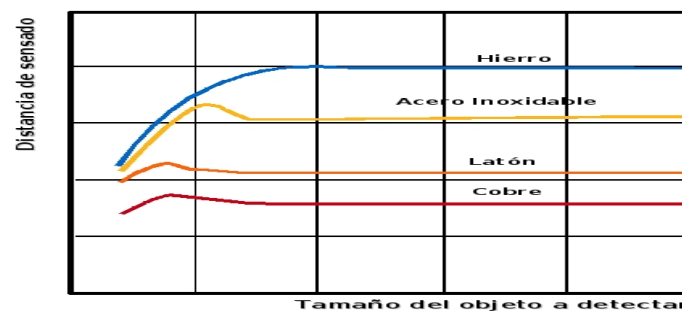


Figura No.1.31 “Representación de la distancia de sensado”

1.7.6 CONSIDERACIONES GENERALES

- La superficie del objeto a detectar no debe ser menor que el diámetro del sensor de proximidad (preferentemente 2 veces más grande que el tamaño o diámetro del sensor). Si fuera menor que el 50% del diámetro del sensor, la distancia de detección disminuye sustancialmente.
- Debido a las limitaciones de los campos magnéticos, los sensores inductivos tienen una distancia de detección pequeña comparados con otros tipos de sensores. Esta distancia puede variar, en función del tipo de sensor inductivo, desde fracciones de milímetros hasta 40 mm en promedio.
- Para compensar el limitado rango de detección, existe una extensa variedad de formatos de sensores inductivos: cilíndricos, chatos, rectangulares, etc.

- Los sensores inductivos cilíndricos son los más usuales en las aplicaciones presentes en la industria.
- Posibilidad de montar los sensores tanto enrasados como no enrasados.
- Gracias a no poseer partes móviles los sensores de proximidad no sufren en exceso el desgaste.
- Gracias a las especiales consideraciones en el diseño, y al grado de protección IP67, muchos sensores inductivos pueden trabajar en ambientes adversos, con fluidos corrosivos, aceites, etc., sin perder operatividad.

1.7.7 SENSORES INMUNIZADOS

Existen también sensores inductivos con inmunidad a campos magnéticos variables, como los generados por máquinas de soldar que utilizan grandes flujos de corriente eléctrica. Estos sensores están principalmente fabricados sin núcleo de material ferromagnético, es decir el núcleo es de aire, a su vez, normalmente, están compuesto por dos bobinas en tándem o perpendiculares para trabajar con un diferencial eléctrico y no con el factor de calidad Q propio del sensor.

CAPÍTULO 2.

2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA DE ACCESO Y ALARMA

2.1.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL CIRCUITO

En la figura No. 2.1, se observa el diagrama esquemático del sistema a construirse.

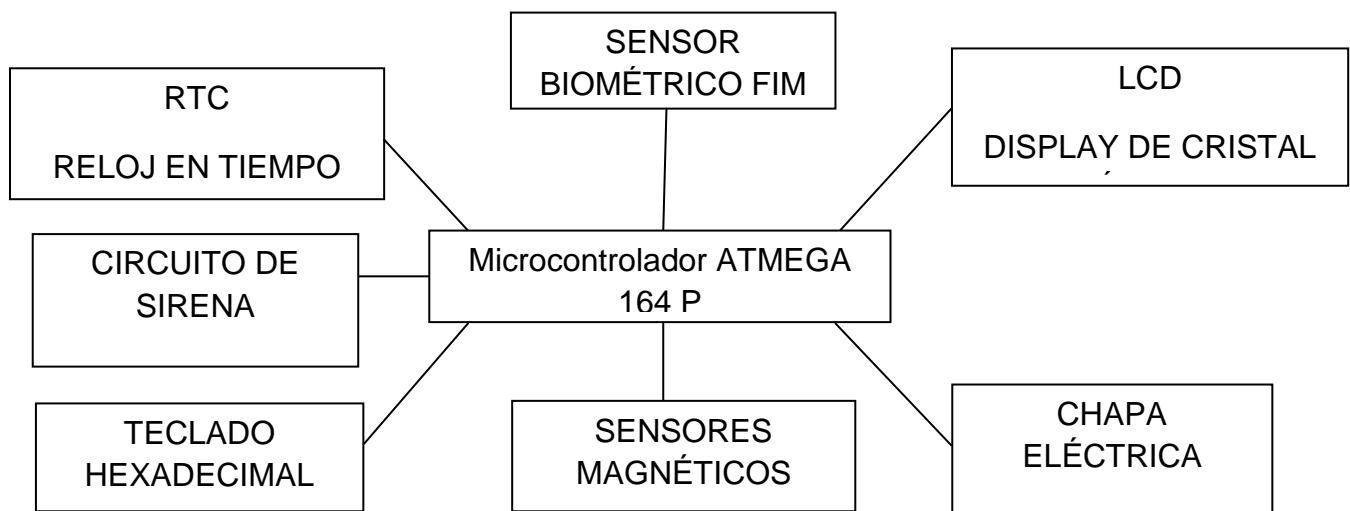


Figura No.2.1 “Diagrama Esquemático del Sistema”

2.1.2 ALIMENTACIÓN DEL CIRCUITO

Se alimenta al circuito con los 120 voltios que es la energía que fluye normalmente en las oficinas No. 2 de la ESFOT.

Los 120 voltios ingresamos a una fuente switching, la cual me permite disminuir el voltaje a 15 voltios continuos, la fuente facilita disminuir físicamente el circuito ya que se evita tener un transformador y el correspondiente puente de diodos para rectificar la señal.

Adicional se conecta una fuente de 12 voltios de respaldo, la cual entra a funcionar cuando el suministro de energía normal se desconecte por cualquier motivo, esta fuente adicional, permite tener las oficinas No. 2 de la ESFOT seguras ante el intento de ingreso no autorizado a las oficinas, todo el circuito funciona normalmente menos la chapa eléctrica.

Los 15 voltios ingresan a dos fuentes reguladoras de voltaje y así utilizar un voltaje adecuado en nuestros diferentes elementos, a continuación se presenta los elementos que trabajan a 15 V, 5 V y 3.3 V respectivamente.

15 V: Alarma, chapa eléctrica.

5V: LCD, Reloj en tiempo real.

3.3V: Lector biométrico microcontrolador, teclado hexadecimal, sensores magnéticos.

2.1.2.1 **Circuitos Reguladores de Voltaje de 5 v y 3,3 v**

En la figura No. 2.2, se muestra el circuito regulador al que ingresa los 15 voltios cuando se cuenta con suministro eléctrico y en caso de no haberlo la batería de respaldo da 12 voltios por último se obtiene 5 voltios en la salida.

Posee un interruptor para encender y apagar el circuito, este interruptor es común para las dos fuentes reguladoras de voltaje, nos ayuda a realizar las pruebas respectivas en el circuito. El circuito consta de un diodo (1N4007), que es común para las dos fuentes, el cual nos ayuda a evitar que el circuito integrado regulador se polarice inversamente, evitando que el circuito integrado se dañe, además utilizamos un condensador de 1000uF y un condensador de 10uF, su función es evitar que haya bajadas o subidas de voltaje, es decir, en esta parte del circuito siempre va existir los 12 voltios y en la salida siempre hay 3.3 V, también posee un condensador de 0.1uF, el

cual evita que haya ruido de alta frecuencia, también se utiliza el circuito regulador LM1117T3.3, el cual regula el voltaje de 12 voltios a 3.3 voltios que es el objetivo del circuito regulador. Además posee un diodo led indicador que siempre va estar encendido mientras funcione la fuente. Esta configuración se muestra en el datasheet del circuito integrado LM1117T3.3.

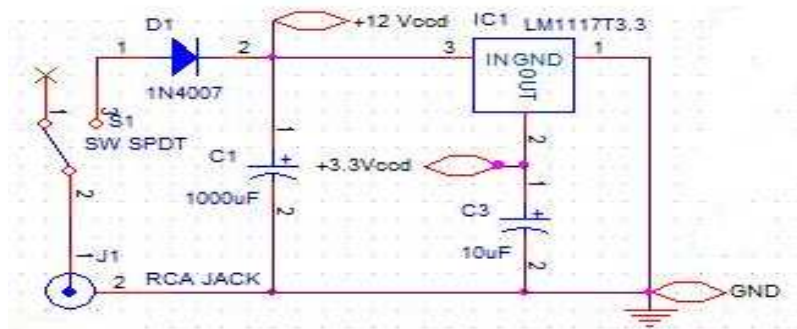


Figura No. 2.2 "Diagrama Esquemático del Circuito Regulador de 12 V a 5 V"

En la figura No. 2.3, se muestra el circuito regulador en el cual ingresan los 12 voltios a la entrada y a la salida se obtiene 5 voltios para los elementos detallados anteriormente. Posee el circuito integrado 7805, que regula el voltaje a 5 voltios que es el que se necesita obtener. Además posee un diodo led indicador con su respectiva resistencia de protección y un capacitor de 0,1µF, que de igual manera que el capacitador anterior su función es evitar que se produzca el ruido de alta frecuencia. El diodo led indicador está encendido siempre y cuando el circuito regulador esté funcionando. Esta configuración es una opción que se muestra en el datasheet.

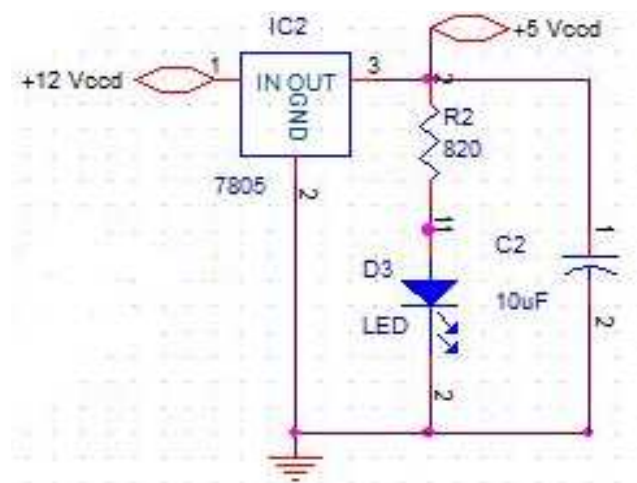


Figura No 2.3 "Diagrama Esquemático del Circuito Regulador de 12 V a 3,3 V"

2.1.3 SENSOR BIOMÉTRICO MÓDULO FIM 340

Los sensores biométricos se basan en el reconocimiento único de los seres humanos, basado en rasgos físicos mediante técnicas matemáticas y estadísticas, los más utilizados son las huellas dactilares, reconocimiento de cara, reconocimiento de la voz y reconocimiento del iris.

El sistema biométrico que se utiliza es el módulo FIM 340, este es un lector de huellas dactilares, este es de bajo consumo de energía y rápida respuesta, posee una inclinación de 45 grados para una mejor colocación de la huella. Este dispositivo presenta una alta seguridad en el ingreso de las personas a sitios autorizados, es decir, controla el acceso, en este caso a las oficinas de la ESFOT.

2.1.3.1 FUNCIONAMIENTO MÓDULO FIM 340

El módulo FIM 340 es un sistema biométrico dactilar, el cual consta de 3 funciones principales que son el Enroll_Key que me permite guardar las huellas de cada usuario, se debe colocar el dedo en el módulo, el diodo led indicador titila hasta que finalmente se queda prendido, se retira el dedo del módulo y nuevamente empieza a titilar, se coloca el dedo para comprobar si la huella se grabó y si se enciende el diodo led la huella está grabada correctamente, en caso contrario se debe repetir el proceso, la función Deley_Key , me posibilita borrar una huella o todas al mismo tiempo esto depende de lo que se quiera realizar, en caso de querer borrar la huella de un usuario se debe colocar la huella en el lector biométrico y presionar la tecla de borrado por 3 segundos, en caso de querer borrar todas las huellas se presiona esta tecla por 3 segundos y automáticamente se borran todas las huellas, y la función Identify_Key que me permite identificar a un usuario. Las 3 funciones del módulo están interrelacionadas con dos diodos leds, los cuales me posibilitan verificar si los procesos que se realizan están correctamente o incorrectamente ejecutados.

En este módulo se procede a guardar la huella de cada ingeniero que tiene acceso a estas oficinas.

Cada huella digital es guardada mediante un algoritmo matemático creado por la empresa fabricante de este sensor, el cual también nos ayuda a verificar si cada huella corresponde a un usuario que tiene acceso a las oficinas. Una vez realizado este proceso, el usuario que desee ingresar a las oficinas debe colocar el dedo en el lector presionar la función Identify_key esto permite que haya una respuesta rápida y se abre la puerta, adicionalmente el diodo led indicador se enciende si el proceso se realiza correctamente.

Debido a que dos funciones pueden prestarse para manipular el modulo de forma incorrecta como son la función de guardar y borrar las huellas estas deben ser colocadas dentro de la caja para no permitir que personas ajenas ingresen a las oficinas y manipulen el circuito. La función de identificación mediante software actúa con el teclado hexadecimal, es decir, utilizamos una tecla para que funcione como el Identify_key.

La principal ventaja de este módulo es que facilita el ingreso a las oficinas de la ESFOT evitando llevar consigo la llave y me permite controlar el acceso.

2.1.3.2 **CARACTERÍSTICAS**

Corriente de alimentación: 210mA

Voltaje de alimentación: 3.3 V

Max velocidad de datos: 115200 Bps

Memoria flash para el usuario 64 Kbytes el usuario puede guardar y borrar datos.

Usuarios:	100
Función Enroll_Key :	Entrada para guardar huellas.
Función Deley_Key :	Entrada para borrar una huella o todas las huellas.
Función Identify Key:	Entrada para identificar a un usuario.

2.1.3.3 **ESPECIFICACIONES**

2.1.3.3.1 *Especificaciones de Hardware*

DRAM:	8 Mbyte SDRAM
Flash ROM:	1Mbyte
Dimensión:	43x60 mm
V. de alimentación:	3.3 V \pm 0.3 V
Consumo de corriente:	55 mA (inactivo) 210 mA(activo)
Temperatura:	-20° C a 60° C
Humedad:	90 % HR
Comunicación:	RS-232 en caso de conectarse a una computadora

2.1.3.3.2 *Especificaciones de Operación*

Vel. de captura:	0.2(normal)/0.7(seguro) seg
Vel. de verificación:	1.0 seg
Tiempo máx de arranque:	0.5 seg

2.1.4 **MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P**

El circuito integrado que utilizamos en este circuito es el microcontrolador ATMEGA 164P, el cual es un AVR, con la ventaja que estos consumen menos energía y tienen gran capacidad de memoria.

Este microcontrolador nos permite controlar el circuito en general ya que se encarga de recibir y enviar señales, como el lector biométrico que en este caso es una huella que pertenece a cada usuario. Envía señales a los sensores magnéticos que se encargan de abrir la puerta, también envía la señal correspondiente a la alarma si el usuario que quiere ingresar no está autorizado, se encarga de los mensajes que en el LCD están dispuestos, recibe las señales procedentes del teclado hexadecimal, además recibe la señal del RTC que es el dato de la hora y fecha. Todo el control de los dispositivos se logra programando nuestro microprocesador en este caso específico utilizamos el BASCOM. El microcontrolador como se puede ver es el cerebro de nuestro circuito.

2.1.4.1 Circuito Reset del Microcontrolador

Este circuito me permite resetear el microcontrolador en caso de que alguna instrucción funcione incorrectamente. Al pulsar esta opción el programa dentro del micro se reinicia desde el principio.

El circuito del reset se conecta al pin 9 del microcontrolador, este pin va estar en 1 L y las instrucciones del programa trabajan normalmente, al producirse un error en el microcontrolador se pulsa reset ingresando un 0 L al pin 9, lo que hace es regresar las instrucciones al comienzo del programa. Los valores utilizados en los diferentes elementos son dados por el datasheet del micro. En la figura No. 2.4, se indica el diagrama esquemático del reset.

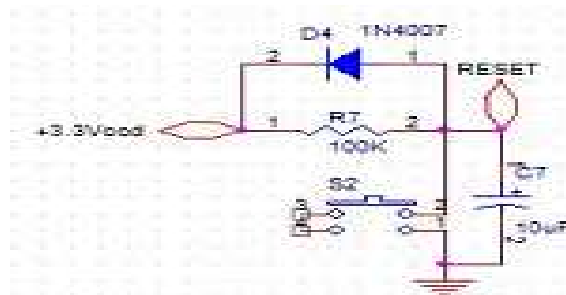


Figura No. 2.4 “Diagrama Esquemático del Circuito de Reset”

2.1.4.2 Distribución de Pines del Microcontrolador ATMEGA 164P

En la figura No. 2.5, se muestra la distribución de pines del microcontrolador ATMEGA 164P.

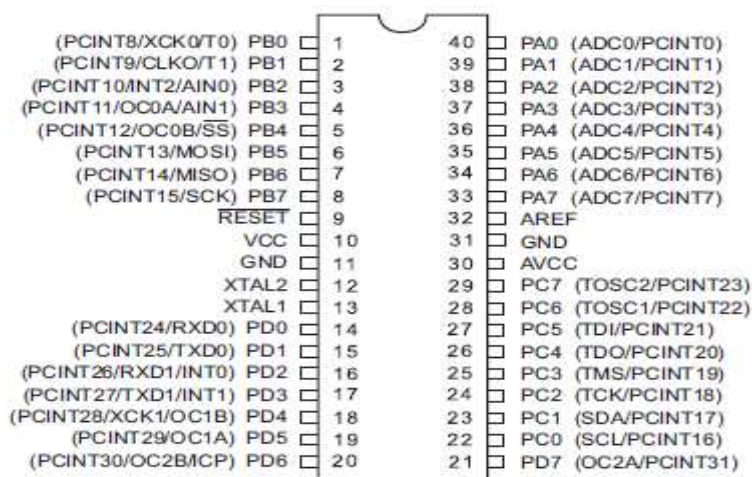


Figura No. 2.5 “Configuración de Pines del Microcontrolador ATMEGA 164P”

2.1.4.3 Características

Este es un microcontrolador de 8 bits de alto rendimiento y bajo consumo de energía.

- Voltaje de alimentación de 2.2 V a 5.5 V.
- 131 instrucciones. La mayoría de un solo ciclo de reloj de ejecución.
- 32 registros de trabajo de 8 bits para propósito general.
- Capacidad de procesamiento de unos 20 MIPS a 20 MHz.
- Multiplicador por hardware de 2 ciclos.
- Memorias de programa y de datos no volátiles de alta duración.
- 16 Kbytes de FLASH auto programable en sistema.
- 512 bytes de EEPROM.
- 1byte de SRAM Interna.

- Ciclos de escritura/borrado: 10.000 en Flash / 100.000 en EEPROM.
- Retención de Datos: 20 años a 85°C / 100 años a 25°C.

Características de los periféricos:

- Dos Timer/Contadores de 8 bits con prescalamiento separado y modo comparación.
- Un Timer/Contador de 16 bits con prescalamiento separado, modo comparación y modo de captura.
- Contador en Tiempo Real con Oscilador separado.
- 6 Canales para PWM.
- ADC de 10 bits y 8 canales.
- Comparador Analógico dentro del mismo Chip.
- Fuentes de interrupción externas e internas.
- 32 líneas de E/S programables.
- Velocidad de Funcionamiento hasta 10 Mhz.
- Consumo de energía a 1MHz, 1.8V, 25°C para el ATMEGA164P.
- Activo: 0.4mA.

2.1.5 TECLADO HEXADECIMAL

El teclado que se utiliza en este circuito es un hexadecimal, que posee 16 teclas, 4 filas y 4 columnas.

Se trata de un dispositivo que nos da caracteres 0-9 y AF. También puede utilizar un teclado 4x3, que da los números del 0-9.

Generalmente se utilizan para el ingresar datos, en nuestro circuito su función es ingresar el código para que la alarma se desactive o active dependiendo el caso.

El teclado se conecta al pórtico B que seleccionamos en el microcontrolador, que previamente está programado para su correcto funcionamiento.

El teclado es alimentado por un voltaje de 3,3 V, conectado con sus respectivas resistencias de 10 K  de protección.

Al contar con el teclado hexadecimal, se incluye por medio de software la función de identificación para optimizar espacio en la caja plástica, la tecla designada es el *(asterisco).

El ingreso de la clave se puede observar en un LCD de 2x16.

En la figura No. 2.6, se observa el diagrama esquemático del teclado hexadecimal.

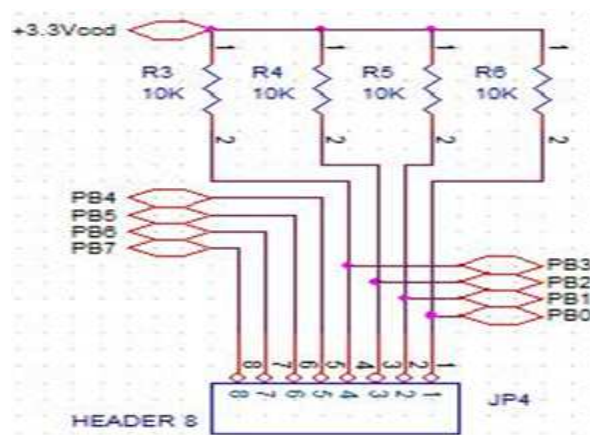


Figura No. 2.6 "Diagrama Esquemático del Teclado Hexadecimal"

2.1.6 DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO 2X16 (1602B1)

La pantalla de cristal líquido o LCD (LiquidCrystalDisplay) es un dispositivo de visualización gráfico para la presentación de caracteres, símbolos o incluso dibujos.

En este caso dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una y cada caracter dispone de una matriz de 5x7 puntos (pixeles).

En nuestro circuito nos ayuda a visualizar la clave de 4 dígitos, el LCD nos presenta constantemente la hora y fecha. Cuando un usuario autorizado desea ingresar a las oficinas después de colocar su huella en el lector biométrico el mensaje de la hora y fecha desaparece y se puede observar el mensaje, “Alarma desactivada” en caso contrario el mensaje que aparece es “Clave incorrecta” y en caso de activar la alarma, el mensaje que aparece es “Alarma activada”.

El LCD que utilizamos en este circuito es el 1602B1 REV. 0, el cual está conectado al pórtilo A del microcontrolador, previamente programado, el aspecto físico del LCD se muestra en la figura No. 2.7:

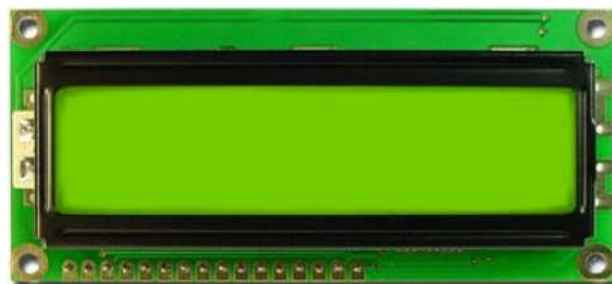


Figura No. 2.7 “Aspecto Físico del LCD 2x16”

2.1.6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES:

- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres japoneses Kanji y Griegos.
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o la derecha.
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla, visualizándose 16 caracteres por línea.

- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto.
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Conexión a un procesador usando un interfaz de 4 u 8 bits.
- Control de contraste se realiza al dividir la alimentación de 5V con una resistencia variable de 5K.
- Fuente de alimentación $5\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$.

2.1.6.2 DESCRIPCIÓN DE PINES

En la tabla No. 2.1, se muestra la descripción de pines del LCD 1602B1 REV.0:

Tabla 2.1“Descripción de Pines del LCD 1602B1 REV.0”

PIN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	Vss	Tierra
2	VDD	Voltaje de alimentación
3	Vo	Patilla de contraste del cristal líquido. Normalmente se conecta a un potenciómetro a través del cual se aplica una tensión variable entre 0 y +5V que permite regular el contraste del cristal líquido
4	RS	Selección del registro de control/registro de datos: RS=0 Selección del registro de control RS=1 Selección del registro de datos
5	R/W	Señal de lectura/escritura R/W=0 El módulo LCD es escrito R/W=1 El módulo LCD es leído

6	E	Señal de activación del módulo LCD: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7...14	DO- D7	Bus de datos bi-direccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia de información entre el módulo LCD y el sistema informático que lo gestiona

2.1.6.3 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO

En la figura No. 2.8, se indica el diagrama esquemático y conexiones adicionales como son el contraste del LCD.

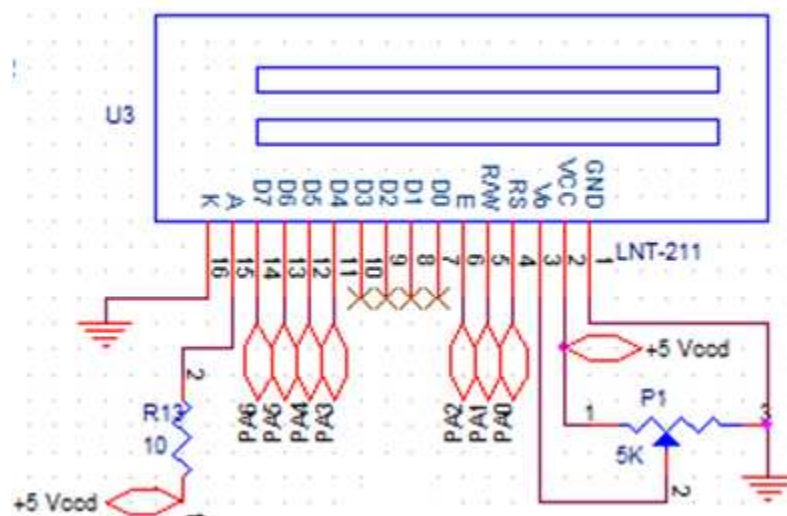


Figura No. 2.8 “Diagrama Esquemático del LCD”

2.1.7 CIRCUITO DE SIRENA

Este circuito de sirena cumple con la función de advertir al personal de seguridad por medio de una sirena sonora, el ingreso de personas no autorizadas, éste circuito es controlado por el microcontrolador.

La alarma debe ser activada mediante el código de 4 dígitos por la última persona que sale de las oficinas, y debe ser desactivada por la primera persona que ingresa a las oficinas, el código lo podemos digitar en un teclado hexadecimal que está en el circuito y observamos en el LCD.

La sirena tiene una duración de funcionamiento de 3 minutos los cuales son el suficiente tiempo para alertar al personal de seguridad de la universidad.

La sirena que se utiliza es la 72BSS520 la cual posee las siguientes características:

- Voltaje de alimentación: 6- 12 V
- Salida de sirena: 108 dB
- Dimensiones: 59x 52 mm
- Potencia: 10 vatios

2.1.7.1 Cálculo de la Resistencia (RB) para la Alarma y Chapa Eléctrica

Para lograr que nuestro transistor funcione en corte y saturación es necesario calcular la resistencia de base del transistor RB.

Para realizar este cálculo asumimos 2 valores $\beta_{\text{mínimo}} = 15$ y la $R_{\text{relé}} = 1 \text{ K}\Omega$. En la figura No. 2.9, se muestra el diagrama esquemático del transistor y la resistencia de la base RB.

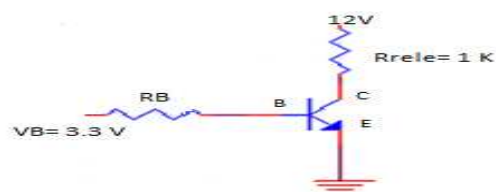


Figura No.2.9 “Circuito Esquemático de RB para que el Transistor trabaje en Corte y Saturación”

Calculo de la corriente IB:

$$\beta_{\min} = 15$$

$$I_C = \frac{12 - V_{cc \text{ saturacion}}}{R_{rele}} = \frac{12 - 1}{1000} = 0.011 \text{ A}$$

“Ic Corriente de colector”

$$I_C = \beta_{\min} I_B$$

“IB Corriente de Base”

$$I_B = \frac{I_C}{\beta_{\minimo}} = \frac{0.011 \text{ A}}{15} = 0.000733 \text{ A}$$

“VB Voltaje de la base”

Calculo de la RB:

“VBE Voltaje base emisor”

$$V_B = V_{RB} + V_{BE}$$

“VRB Voltaje de la resistencia RB”

$$V_{RB} = V_B - V_{BE}$$

“RB Resistencia de la base”

$$I_B R_B = V_B - V_{BE}$$

$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B} = \frac{3.3 - 0.6}{0.000733} = 3.683 \text{ K}\Omega$$

El valor de la resistencia normalizada es de 3.9 K Ω . El circuito de sirena va estar conectado al p \acute{o} rtico PD5, el cual se encarga de enviar la se \acute{n} al a este circuito.

El circuito esquem \acute{a} tico se observa en la figura No. 2.10, consta de un transistor NPN, el cual trabaja en corte o saturaci \acute{o} n para que pase de un estado a otro, depende del voltaje que recibe en la base del transistor que ser \acute{a} enviada del micro, as \acute{i} la corriente aumenta o disminuye dependiendo que recibe puede ser 0L o 1L. La corriente cumple la funci \acute{o} n de abrir o cerrar el rel \acute{e} de dos posiciones, finalmente activando o desactivando la sirena.

En caso que la alarma no suene o no funcione en las pruebas, el circuito perteneciente a la alarma tiene la particularidad de tener un diodo led indicador el cual se enciende si la alarma se activa, es decir, es una manera de que el usuario sabe si el proceso se realizó correctamente, además nos ayuda a verificar si la señal del microcontrolador está llegando al circuito en caso que esté presente una falla, por lo tanto solo se procede a revisar la parte correspondiente al circuito de la sirena.

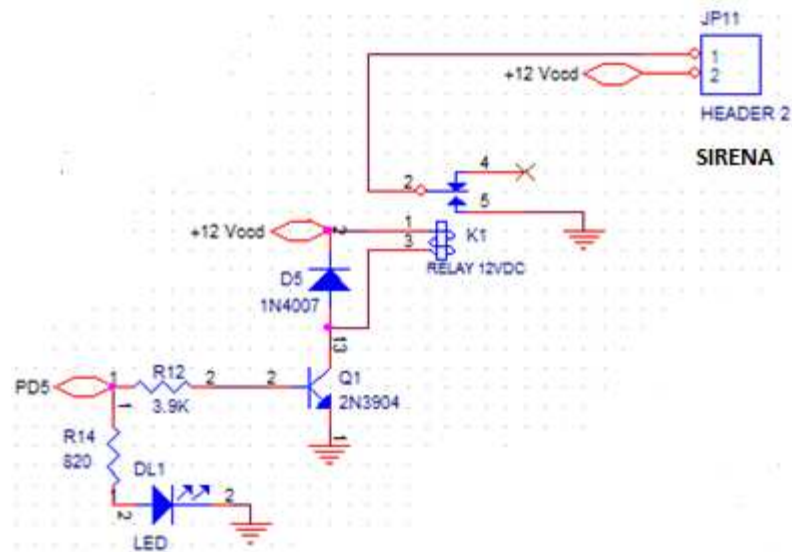


Figura No. 2.10 "Diagrama Esquemático de la Sirena"

2.1.8 SENSORES MAGNÉTICOS

Son elementos que envían una señal a otro dispositivo como el microcontrolador para informar o alertar que a un sistema si se ingresa de forma incorrecta.

En nuestro circuito se tiene dos sensores magnéticos conectados a los pines PC0 y PD7 respectivamente, los cuales serán colocados en 2 puntos de la puerta, si se requiere se puede instalar un sensor en una ventana o un acceso con alta probabilidad de ser vulnerada.

En la figura No. 2.11, se muestra el diagrama esquemático de los sensores magnéticos, constan de una resistencia de $3.9\text{ K}\Omega$, dos placas que están unidas magnéticamente, el sensor se activa al momento que la última persona que sale de las oficinas activa la alarma, de igual manera se desactiva cuando se ingresa el código. Este sensor está controlado por el microcontrolador ya que de aquí sale la información de activación y desactivación de la alarma.

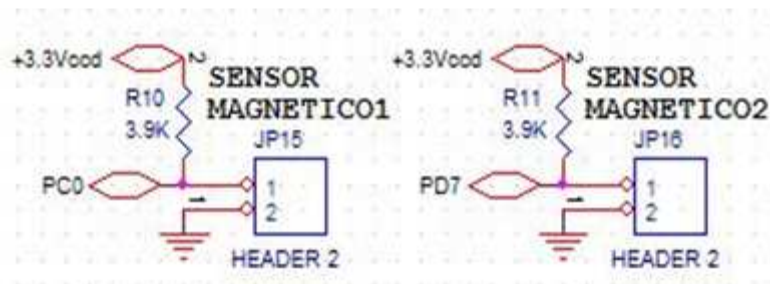


Figura No. 2.11 "Diagrama Esquemático de los Sensores Magnéticos"

2.1.9 CIRCUITO PARA LA CHAPA ELÉCTRICA

El dispositivo mecánico que abre la puerta es la chapa, la función de este circuito es enviar la señal a la chapa para que la puerta se abra.

El circuito funciona de una manera similar al circuito de sirena, el microcontrolador envía la señal a la base del transistor, esta a su vez hace que el transistor trabaje en corte o saturación, dependiendo del caso, permitiendo que el relé se abra y puedan ingresar a las oficinas los usuarios. Además posee de un diodo led el cual se enciende cuando la señal es enviada del microcontrolador.

Este circuito está conectado en el pín PD6 del microcontrolador y su forma de conexión es en paralelo al mecanismo de la chapa eléctrica.

En la figura No. 2.12, se muestra el diagrama esquemático del circuito de la chapa eléctrica.

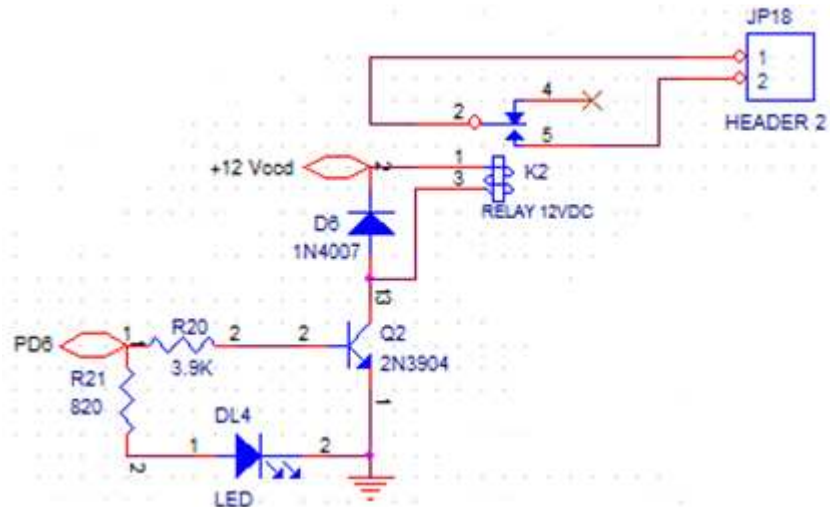


Figura No. 2.12 "Diagrama Esquemático de la Chapa Eléctrica"

2.1.10 RELOJ EN TIEMPO REAL (RTC) DS1307

Es un circuito integrado el cual nos muestra la hora y fecha, estos datos son guardados en registros. En caso que la fuente de alimentación principal no funcione, se usa una fuente de alimentación alterna, en nuestro caso utilizamos una pila de 3 voltios, la cual suministra energía si ocurre algún percance y continúa funcionando normalmente. El RTC tiene como función en nuestro circuito dar la hora en tiempo real.

El reloj en tiempo real funciona con un cristal de 32.768 KHz, el cual me permite tener la hora casi exacta, es difícil conseguir cristales que me den exactamente ese valor, existe un rango de tolerancia pero en caso que el reloj se desigale considerablemente es mejor cambiar el cristal.

El RTC está conectado al microcontrolador este a su vez envía estos datos para que se puedan visualizar al LCD, esto se muestra todo el tiempo, hasta que un usuario ingrese a las oficinas y cambia la hora por los mensajes ya explicados anteriormente.

En la figura No. 2.13, se indica la distribución de pines del circuito integrado DS1307.

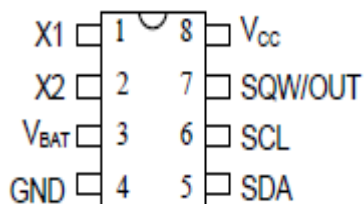


Figura No. 2.13 “Distribución de Pines del Circuito Integrado DS1307”

En la tabla No. 2.2, se indica la descripción de pines del DS1307.

Tabla No. 2.2 “Descripción de Pines del DS1307

PIN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	X1	Conexión de cristal
2	X2	Conexión de cristal
3	VMAT	Fuente secundaria
4	GND	Tierra
5	SDA	Datos de serie
6	SCL	Reloj de serie
7	SQW/OUT	Control
8	VCC	Voltaje de alimentación

El circuito integrado se conecta a los pines PC6 y PC7 del microcontrolador, en la figura No. 2.14, se muestra el diagrama esquemático del circuito integrado DS1307.

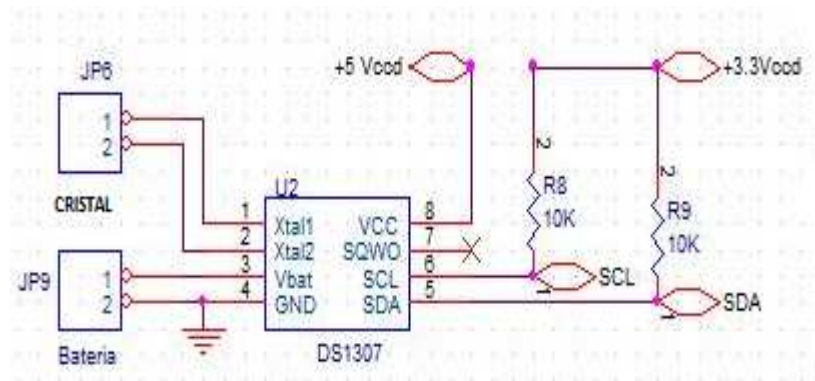


FIGURA No. 2.14 “Diagrama Esquemático del Circuito Integrado DS1307”

2.1.11 DIODOS INDICADORES DEL CIRCUITO

En total el circuito posee 6 diodos leds de alto brillo que me permiten visualizar el correcto funcionamiento del sistema.

Dos diodos leds están conectados a cada una de las fuentes como son la de 3,3 voltios y 5 voltios respectivamente, estos me permiten observar si las fuentes se encuentran funcionando.

Dos diodos leds más me permiten observar si los procesos funcionan correctamente, un diodo led rojo si el proceso es incorrecto y un diodo led verde si el proceso es correcto. Por ejemplo se enciende el diodo led verde al grabar la huella en el lector, éste se enciende si el proceso es correcto, en caso contrario se enciende el diodo led rojo. Existen dos diodos led adicionales que están relacionados con el funcionamiento de la chapa eléctrica y la alarma.

En caso que la alarma se active su correspondiente diodo led se enciende y se mantiene así hasta que la alarma se apague. El otro diodo led solo se encenderá si la chapa eléctrica es activada, esto será momentáneamente ya que será un impulso el que abra la puerta.

Estos diodos led también me permiten saber si el microcontrolador envía la señal al circuito de la chapa o sirena, y si estos no funcionan se puede detectar si el error es en el micro o en cada uno de estos circuitos facilitándome encontrar una posible falla del circuito.

2.1.11.1 Cálculo para la Resistencia en el Led Indicador

Los diodos led que se utilizan son de alto brillo, estos diodos leds utilizan poca corriente y se iluminan más que los diodos normales. Para que funcionen adecuadamente calculamos la resistencia que permite pasar la suficiente corriente para visualizar al LED cuando este está funcionando. En la figura No. 2.15, se presenta el circuito esquemático del cálculo del diodo led de alto brillo.

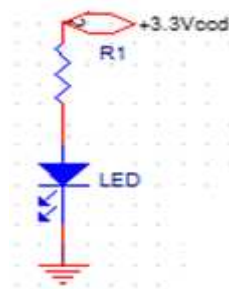


Figura No. 2.15 “Diagrama Esquemático de la Resistencia con su LED”

Datos:

$$V_{AVR} = 3.3 \text{ V}$$

“ V_{AVR} : Voltaje del microcontrolador AVR”

$$I_D = 2 \text{ mA}$$

“ I_D : Corriente del diodo led”

$$V_D = 1.8 \text{ V}$$

“ V_D : Voltaje del diodo led”

Cálculos:

“RD: Resistencia del diodo led”

$$V_{AVR} = I_{DRD} + V_D$$

$$R_D = \frac{V_{AVR} - V_D}{I_D}$$

$$R_D = \frac{3.3 - 1.8}{0.002} = 750 \Omega$$

El valor de la resistencia para el diodo normalizado es de 820 Ω .

2.2 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO

Para realizar el diseño de este circuito debemos tener en cuenta que actualmente existen una gran cantidad de programas que nos facilitan la elaboración del circuito. El diseño de este circuito lo realizaremos con la ayuda del programa LAYOUT este software también nos permite realizar circuitos esquemáticos.

Se debe tomar en cuenta el tamaño y ubicación de los elementos, esto nos facilita realizar un mejor ruteado de las pistas dentro del circuito. Se considera la ubicación de los elementos ya que cuando se tiene la placa terminada existen alambres o conectores que es más conveniente que estén en cierto lado de la placa, esto facilita realizar las conexiones físicas adicionales como son los sensores en la puerta y la fuente para el circuito.

El programa LAYOUT luego de varios ensayos consigue el mejor ruteado de las pistas, libres de posibles cortocircuitos, y evitando que existan puentes.

2.2.1 ELABORACIÓN DE LA PLACA

Para empezar a realizar nuestra placa es necesario tener todos los materiales y elementos. Necesitamos elaborar el circuito que se va a realizar, esto lo hacemos con en el programa LAYOUT.

Una vez terminado este proceso se imprime el circuito a láser, ya que esto será lo que se transfiere a la placa, como se muestra en la figura No 2.16.

Debemos observar si el tamaño del dibujo es el óptimo para poder montar los elementos.

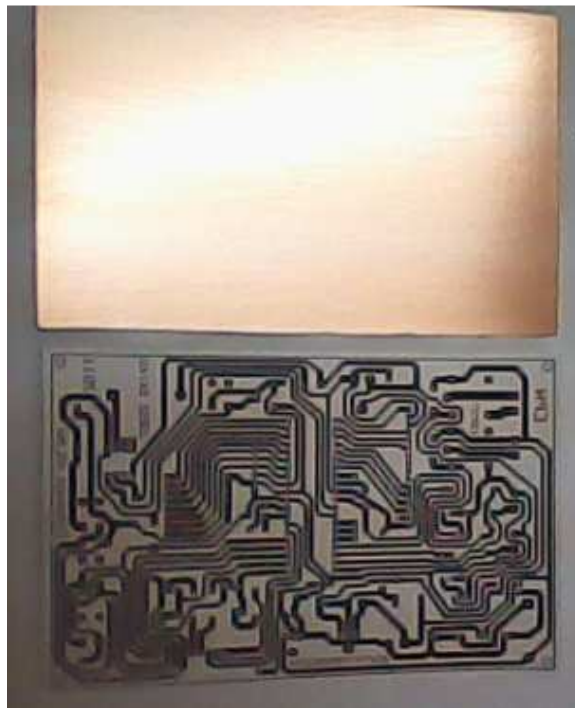


Figura No. 2.16 “Pistas a Transferirse a la Placa”

Con las medidas del circuito reales, se procede a cortar la placa en nuestro caso necesitamos una placa de 12x17 cm. A continuación se procede a limpiar la placa con una lija en los bordes para eliminar cualquier rastro del corte realizado. Además se limpia la placa con una bolita de lana de acero, el cual quita cualquier mancha o grasa que pueda existir, se debe recordar que el ácido solo disuelve el cobre.

Se procede a pasar el circuito que está impreso en el papel a la placa de cobre, esto se lo realiza con calor, se necesita una plancha con la cual una vez fijada la impresión sobre la placa se procede a pasar esta no debe estar a una temperatura muy alta, como se muestra en la figura No. 2.17:



Figura No. 2.17”Paso del Circuito Impreso hacia la Placa”

Si notamos que alguna pista o parte del circuito no pasa correctamente a la placa se debe pasar el marcador indeleble para corregir las pistas, teniendo cuidado de no afectar a las demás pistas.

Una vez pasado el circuito se prepara el ácido en un envase adecuado, es decir que ingrese la placa, para acelerar el proceso se puede mover el envase teniendo cuidado de que el ácido no salte hacia la ropa, manos y ojos, para evitar cualquier accidente se utiliza las protecciones necesarias. En la figura No. 2.18, se muestra el circuito impreso en la baquelita disuelto el cobre.

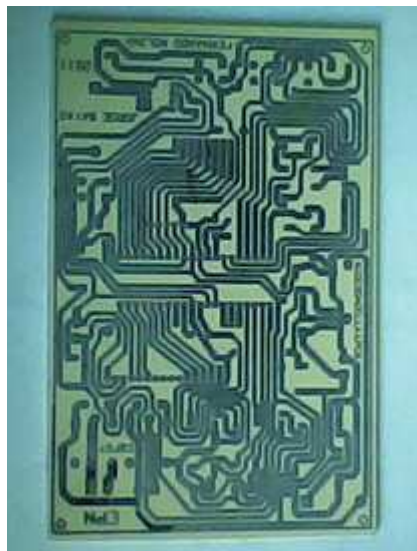


Figura No. 2.18 “Circuito Impreso pasado a la Placa con el Ácido Disuelto”

Finalmente se saca la placa del ácido y se procede hacer los huecos. Esta placa está lista para empezar a soldar los elementos. Como se muestra en la figura No. 2.19:

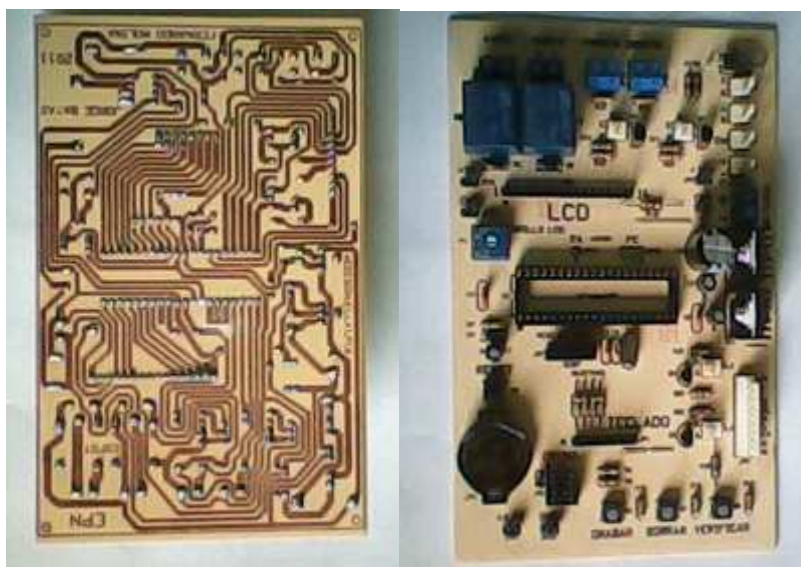


Figura No.2.19 “Elementos Soldados en la Placa”

CAPÍTULO 3.

3.1DESARROLLO DEL SOFTWARE

3.1.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se van a detallar los pasos seguidos para la programación del microcontrolador ATMEGA164P.

En nuestro proyecto, el programa que se encuentra grabado en el microcontrolador ATMEGA164P, tiene por objetivo enviar instrucciones a cada uno de los elementos más importantes del circuito.

Las señales eléctricas enviadas por cada elemento eléctrico del circuito, son entregadas al microcontrolador en formas de corriente o de voltaje, estas son digitalizadas en el compilador y luego regresadas a los dispositivos como instrucciones.

3.1.2 HERRAMIENTAS PARA LA PROGRAMACIÓN

En el mercado existen diversos software dedicados a la programación de microcontroladores, la mayoría se los puede obtener de forma gratuita en el internet.

Algunos ejemplos de software son el Assembler o el AVR Studio ambos basados en lenguaje C, en nuestro caso vamos a utilizar el compilador Bascom AVR.

3.1.2.1 Bascom AVR

Bascom AVR es un compilador con un lenguaje de programación de alto nivel.

En la figura 3.1 se puede observar la ventana principal del Bascom AVR:

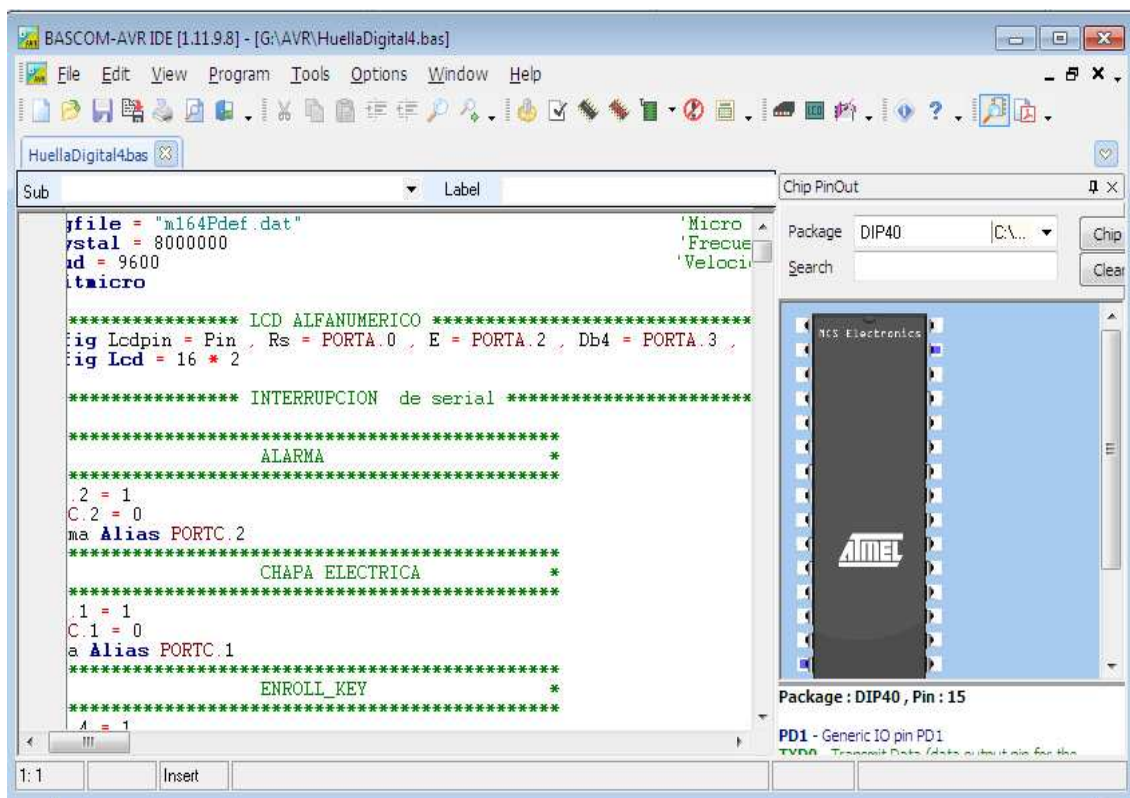


Figura No. 3.1 “Ventana Principal del Bascom AVR”

Este software permite escribir el código del programa en lenguaje BASIC, dentro de su librería incluye el microcontrolador ATMEGA164P que es el que vamos a utilizar para desarrollar el programa, también tiene la capacidad de generar archivos necesarios para comunicar el hardware con el PC por medio del programador PROGISP utilizando el hardware USBASP para comunicar el micro con el PC.

Bascom AVR genera un archivo “.bas” antes de que el programa sea compilado, este texto se lo puede observar en el visualizador de texto de Windows. Siguiendo el texto lo compilamos en el Bascom AVR de modo que se

obtiene un archivo “.hex”, éste archivo nos sirve para cargar el programa en el microcontrolador.

3.1.2.2 PROGISP (Versión 1.6.7)

Este programador se utiliza para grabar el programa generado en el Bascom AVR en el microcontrolador ATMEGA164P. En la figura 3.2 se puede observar la ventana principal del PROGISP:

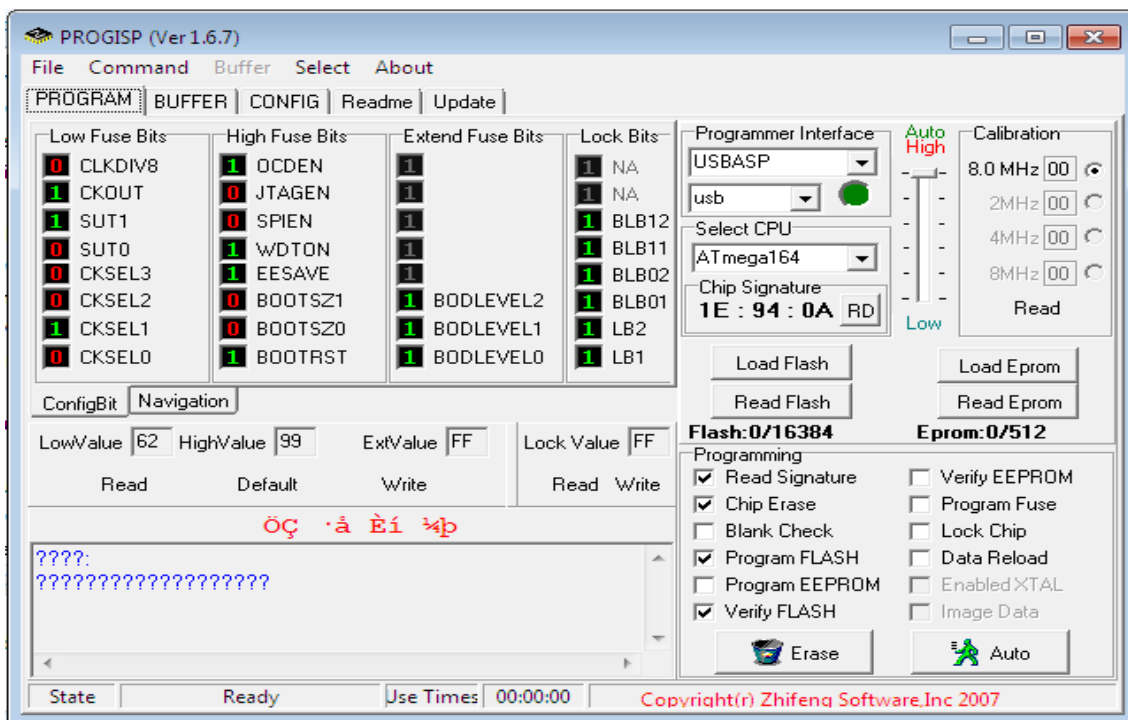
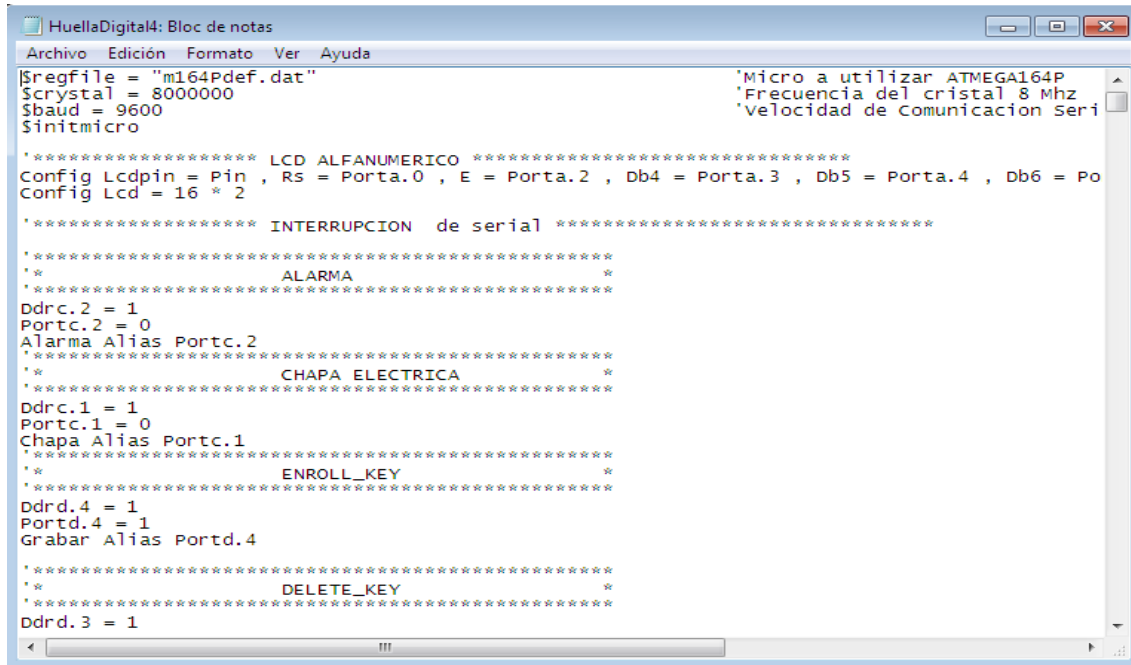


Figura No. 3.2 “Ventana Principal del PROGISP”

3.1.3 COMPILACIÓN DEL PROGRAMA

Primero se genera un texto con instrucciones básicas utilizadas en el Bascom AVR, éste archivo lo podemos guardar en el Bascom AVR como un archivo “.bas”, el mismo que se lo puede observar en el visualizador de texto de Windows.

En la figura No. 3.3 se puede observar el programa en el bloc de notas de Windows, esto se lo puede hacer antes de compilar el programa en el Bascom AVR:



```

HuellaDigital4: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
$regfile = "m164Pdef.dat"
$crystal = 8000000
$baud = 9600
$initmicro

'Micro a utilizar ATMEGA164P
'Frecuencia del cristal 8 Mhz
'Velocidad de comunicacion seri

***** LCD ALFANUMERICO *****
Config Lcdpin = Pin , Rs = Porta.0 , E = Porta.2 , Db4 = Porta.3 , Db5 = Porta.4 , Db6 = Po
Config Lcd = 16 * 2

***** INTERRUPCION de serial *****

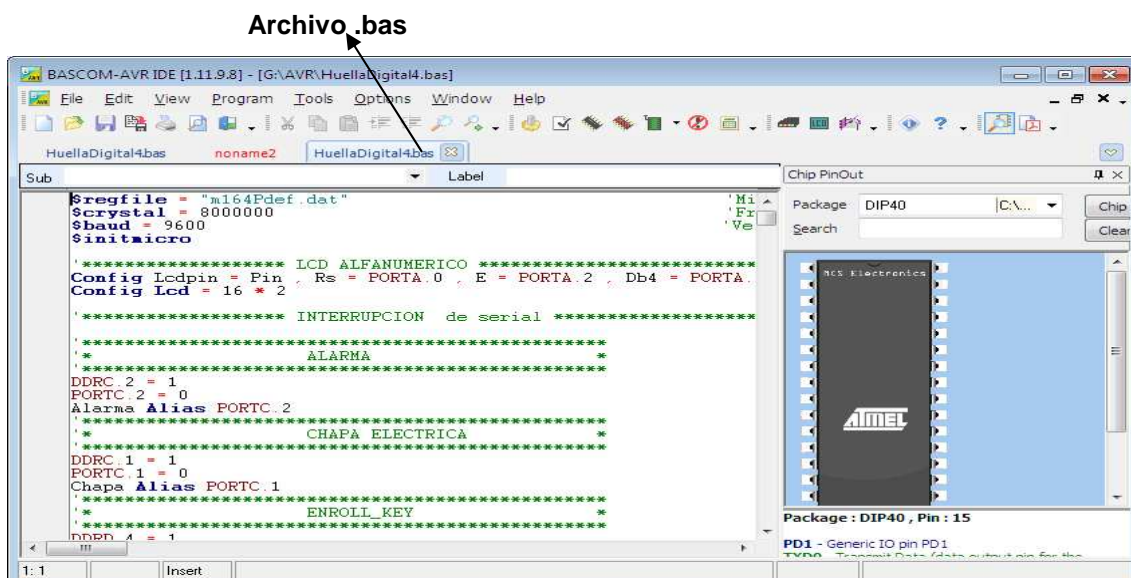
***** ALARMA *****
Ddrc.2 = 1
Portc.2 = 0
Alarma Alias Portc.2
***** CHAPA ELECTRICA *****
Ddrc.1 = 1
Portc.1 = 0
Chapa Alias Portc.1
***** ENROLL_KEY *****
Ddrc.4 = 1
Portd.4 = 1
Grabar Alias Portd.4

***** DELETE_KEY *****
Ddrc.3 = 1

```

Figura No. 3.3 “Texto del Programa”

El archivo “.bas” se lo puede editar en la ventana principal del Bascom AVR, como se puede observar en la figura No. 3.4:



Archivo .bas

```

BASCOM-AVR IDE [1.11.9.8] - [G:\AVR\HuellaDigital4.bas]
File Edit View Program Tools Options Window Help
HuellaDigital4.bas noname2 HuellaDigital4.bas
Sub Label
$regfile = "m164Pdef.dat"
$crystal = 8000000
$baud = 9600
$initmicro

***** LCD ALFANUMERICO *****
Config Lcdpin = Pin , Rs = PORTA.0 , E = PORTA.2 , Db4 = PORTA.
Config Lcd = 16 * 2

***** INTERRUPCION de serial *****

***** ALARMA *****
DDRC_2 = 1
PORTC_2 = 0
Alarma Alias PORTC.2
***** CHAPA ELECTRICA *****
DDRC_1 = 1
PORTC_1 = 0
Chapa Alias PORTC.1
***** ENROLL_KEY *****
DDRC_4 = 1

```

Package : DIP40, Pin : 15
PD1 - Generic IO pin PD1

Figura No. 3.4 “Archivo .bas”

En el Bascom AVR este archivo “.bas.” es compilado, obteniendo un archivo “.hex”, el mismo que nos sirve para poder guardar el programa en el microcontrolador.

En la figura No. 3.5 se puede observar la ventana de compilación del programa.

El programa se lo puede compilar utilizando el ícono de compilación mostrado en la figura No. 3.5 o también se lo puede compilar de forma directa aplastando la tecla F7.

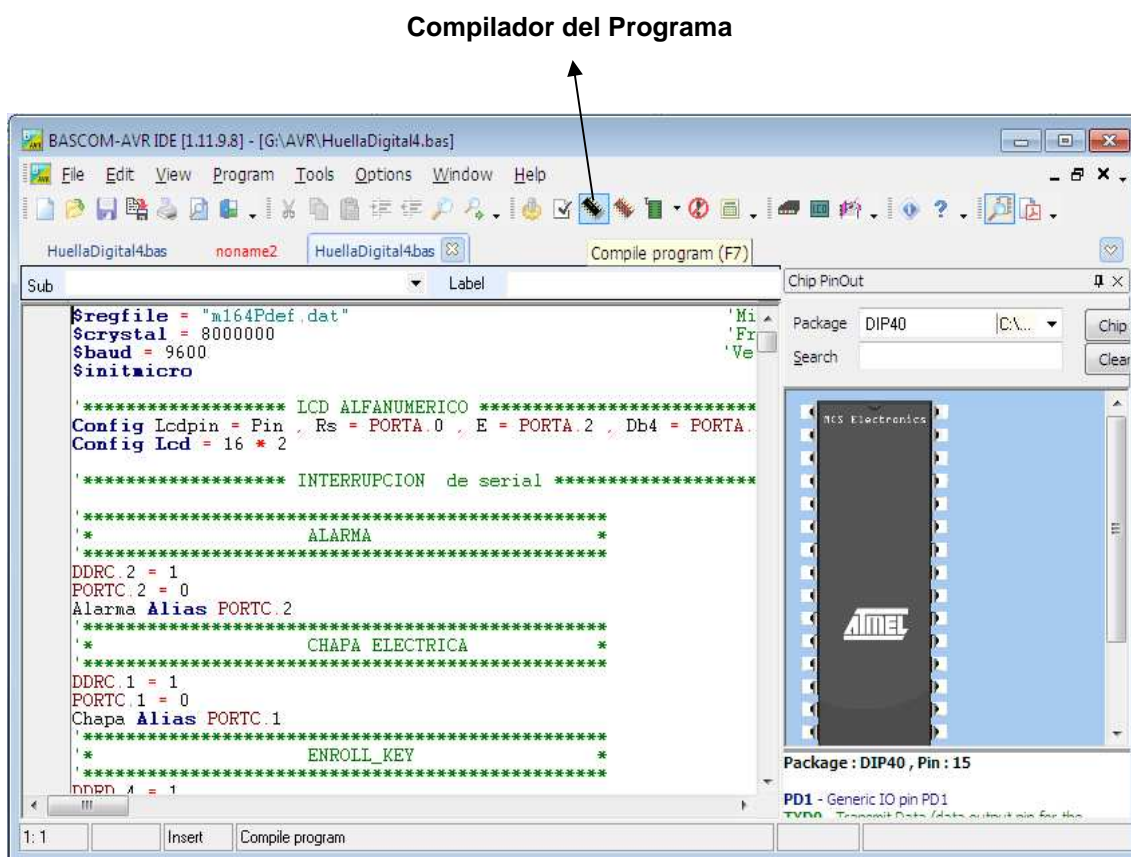


Figura No. 3.5 “Opciones de Compilación”

Luego de oprimir F7 obtenemos el programa como un archivo “.hex” como se puede observar en la figura No. 3.6:

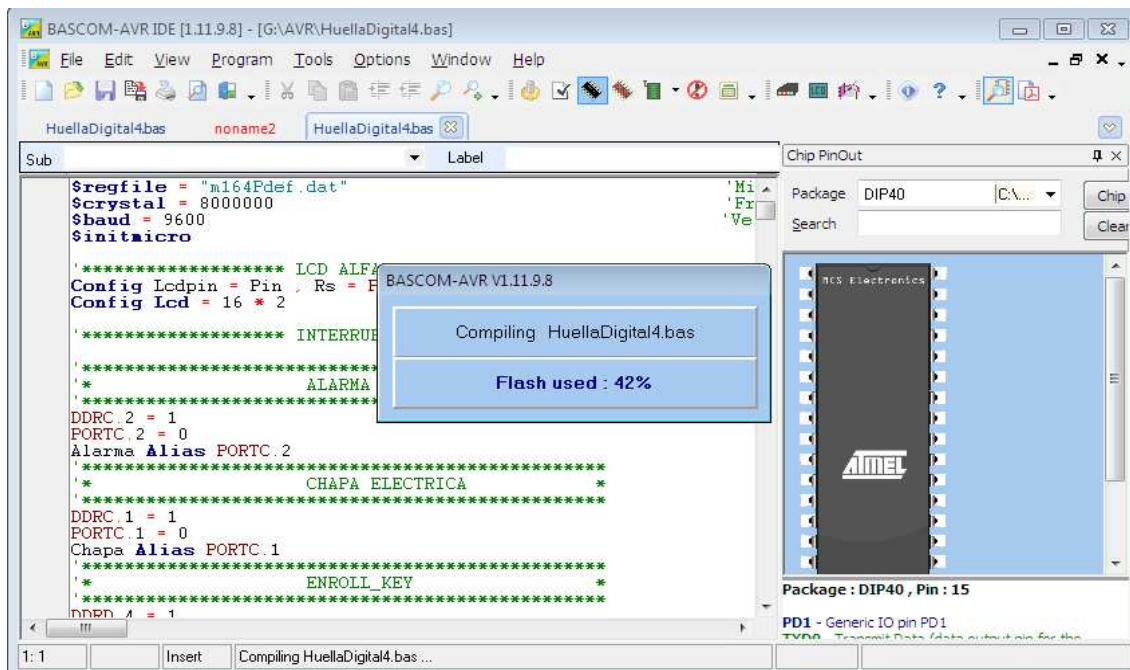


Figura No. 3.6 “Compilación del Programa”

Al compilar el programa vamos a obtener diferentes archivos generados por Bascom AVR, nosotros vamos a utilizar el archivo .hex como se puede observar en la figura No. 3.7:

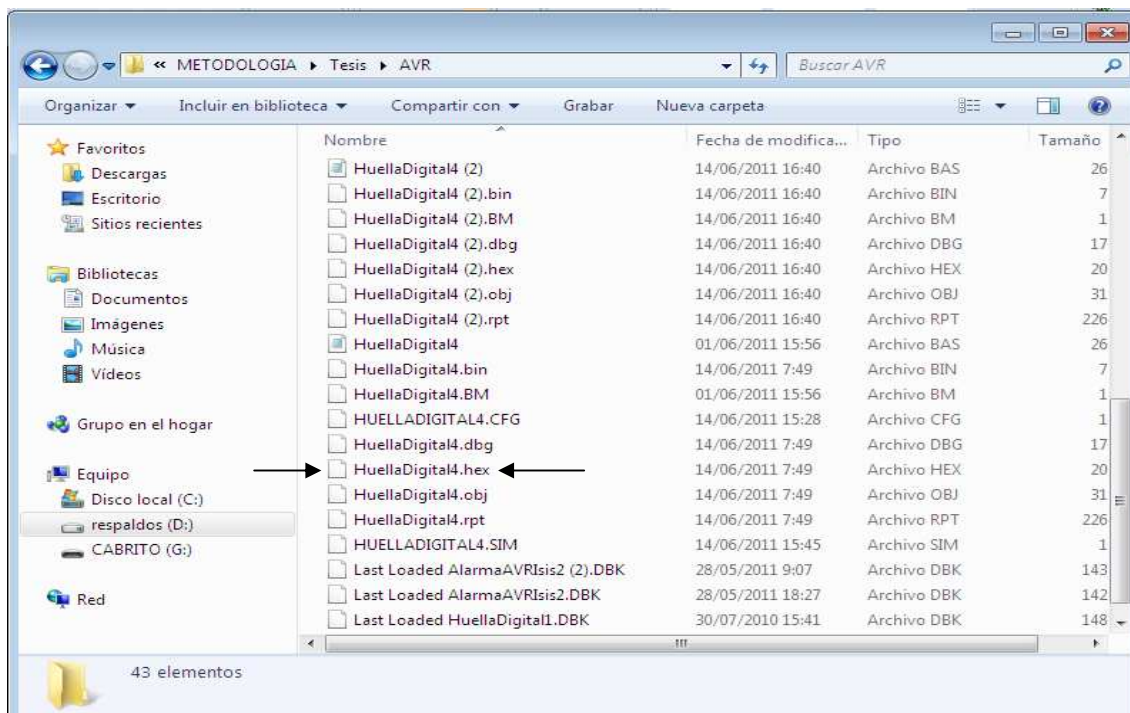


Figura No. 3.7 “Archivo .hex”

3.1.4 GRABACIÓN DEL PROGRAMA EN EL MICROCONTROLADOR

En nuestro computador es necesario tener el software para el programador PROGISP y los respectivos drivers para poder conectar el circuito, es decir el microcontrolador, vía USB a nuestro computador.

Tenemos que configurar el programador para nuestro microcontrolador en nuestro caso para el microcontrolador ATMEGA164P, se lo configura de la siguiente manera cuando es utilizado por primera vez:

- Primero elijo el microcontrolador que vamos a utilizar en la opción Select CPU en nuestro caso elegimos el microcontrolador ATMEGA164P, como se puede observar en la figura No. 3.8:

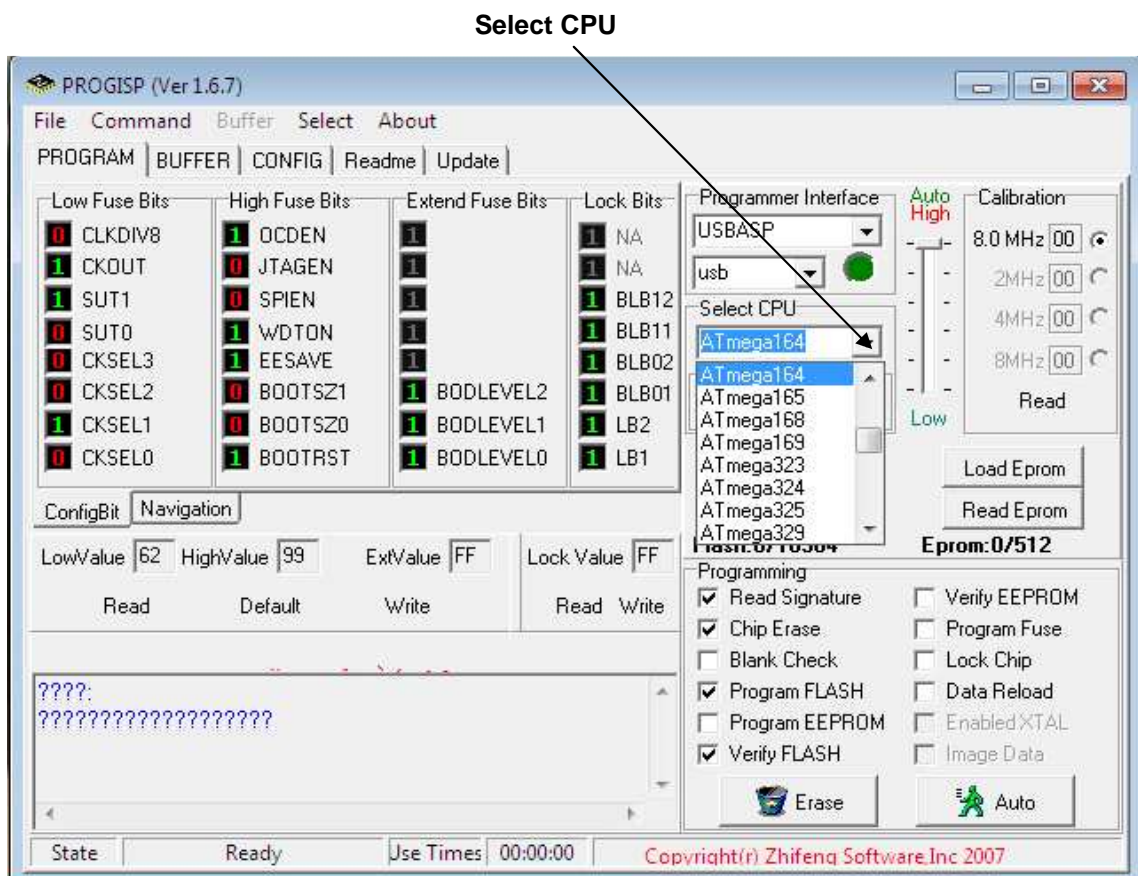


Figura No. 3.8 “Selección del Microcontrolador”

- Luego escogemos la opción Navigation, nos aparece una ventana con varias opciones que por default el programa va tener activadas como se observa en la figura No. 3.9:

Opciones Activadas por Default

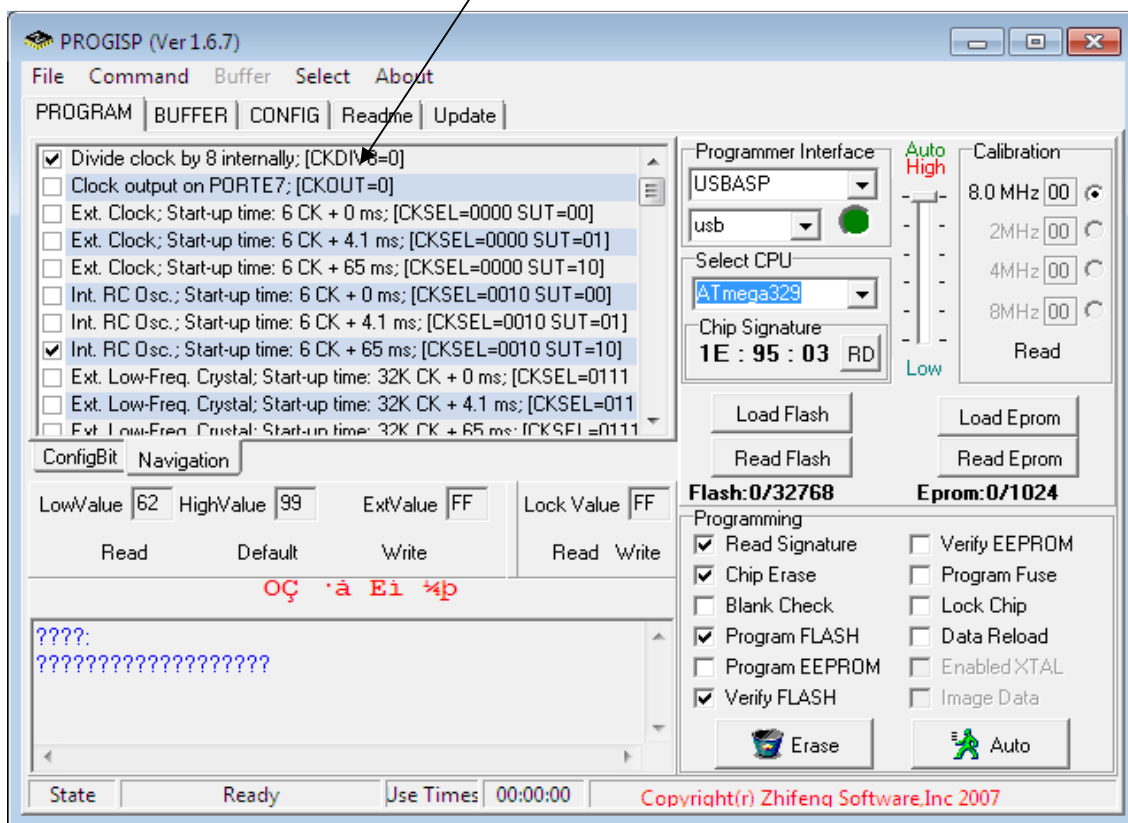


Figura No. 3.9 “Opción Navigation”

- Por default nosotros vamos a tener activadas las siguientes opciones como se puede observar en la figura No. 3.10:

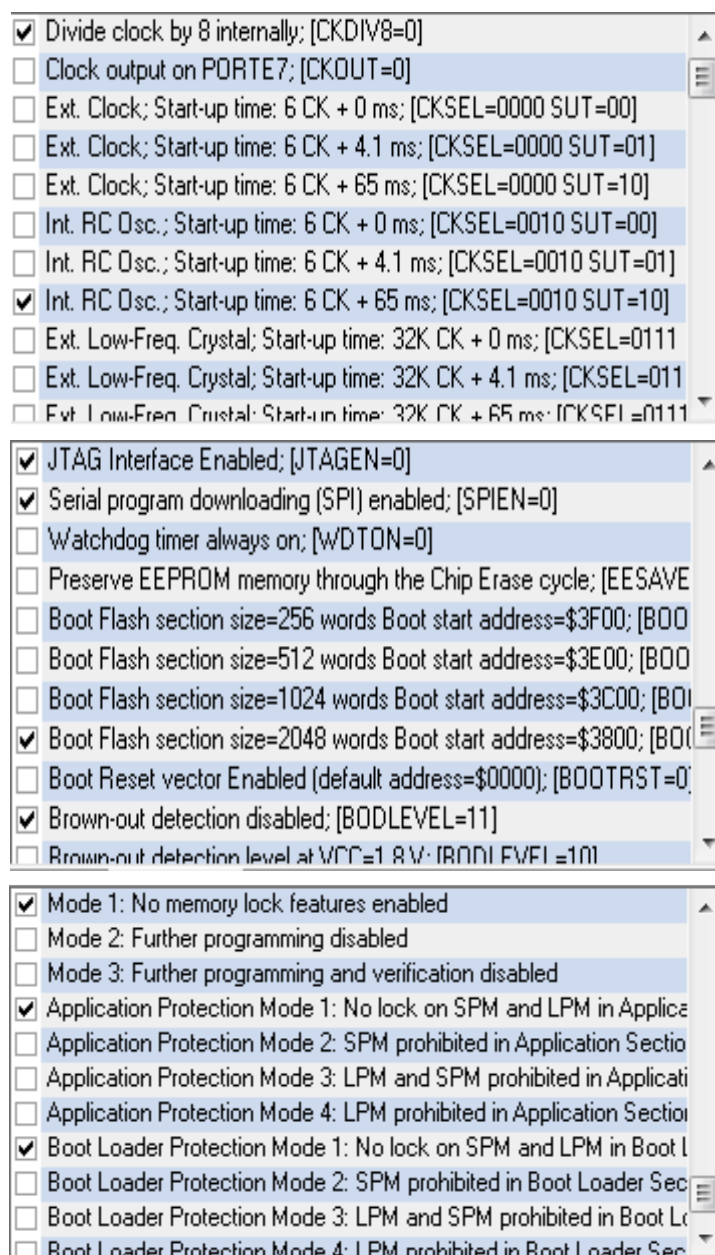


Figura No. 3.10 “Opciones Activadas por Default”

- Es necesario desactivar las opciones de Divide clock y JTAG, activar la opción de Ext. Crystal, para que el microcontrolador pueda funcionar correctamente, como se puede observar en la figura No. 3.11:

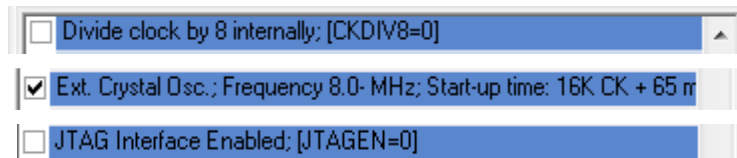
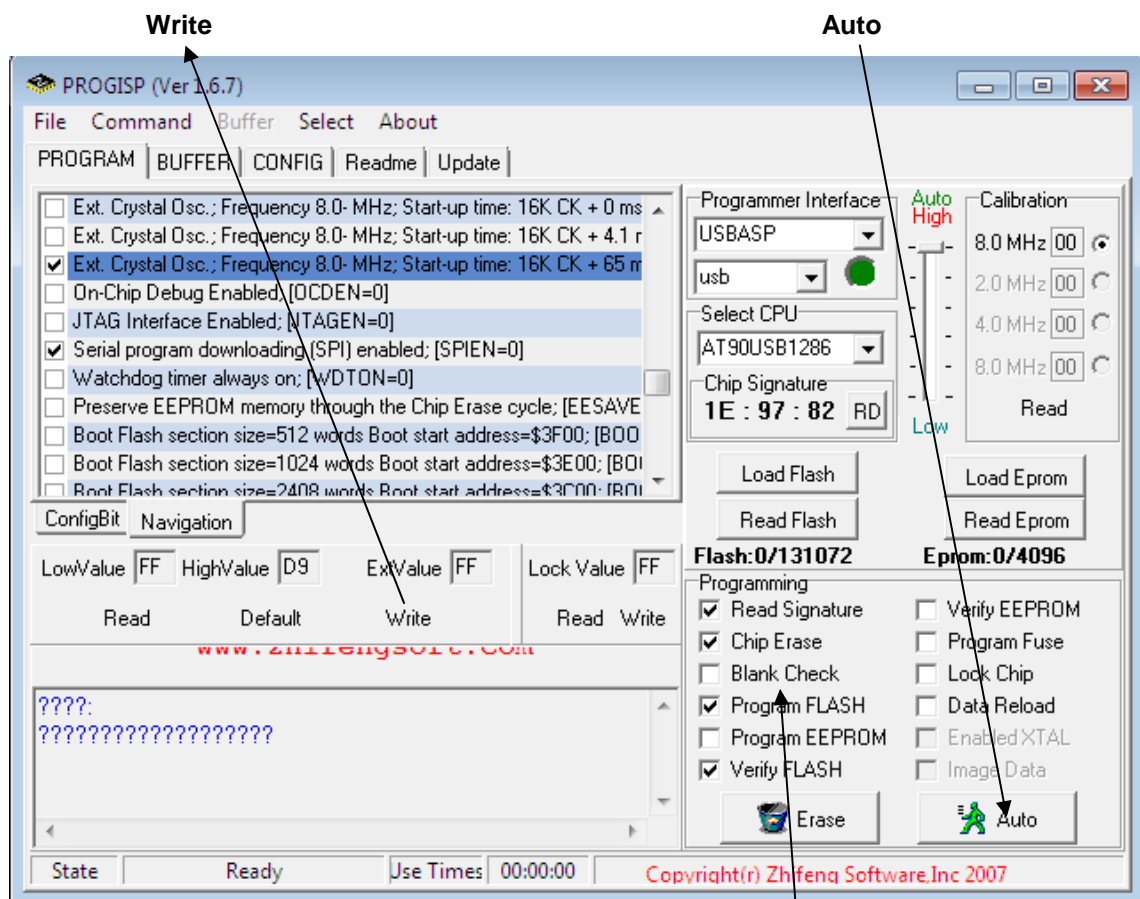


Figura No. 3.11 “Opciones Cambiadas”

- Luego escojo la opción Write para guardar los cambios y procedo a grabar el programa en el microcontrolador con la opción Auto, por default el programa tiene activadas las opciones para leer, borrar, programar y verificar si todo esta adecuadamente hecho como se puede observar en la figura No. 3.12:



Opciones de Programado

Figura No. 3.12 “Opciones Principales”

Las opciones Load Flash y Load Eeprom nos permiten grabar ciertas secciones del programa las mismas que dependiendo de su distribución se van a grabar

en la memoria flash o eprom del microcontrolador y las opciones Read Flash y Read Eprom nos permiten corregir o revisar secciones del programa antes de cargar el programa general en el microcontrolador con la opción Auto.

Como nuestro programa contiene una clave de acceso que desplaza un menú se necesita grabar esta clave en la memoria eprom del microcontrolador esto se lo hace utilizando únicamente la opción Program EEPROM en las opciones de Programing y por último escogemos la opción Auto una vez más y el programa se encuentra grabado correctamente en el microcontrolador.

Cabe mencionar que el hardware para poder programar desde el PROGISP al microcontrolador es el USBASP que se lo puede adquirir en cualquier distribuidora de elementos electrónicos o se lo puede conseguir vía Internet a precios módicos.

En el hardware de nuestro circuito los pines que nuestro microcontrolador va utilizar para controlar la conexión del microcontrolador ATMEGA164P y el programador USBASP son: **PORTB5, PORTB6, PORTB7**

3.2PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR ATMEGA164P

El desarrollo del programa que controla nuestro microcontrolador se lo va a detallar paso a paso a continuación, se debe aclarar que nuestro programa Bascom AVR tiene una serie de instrucciones dirigidas a desempeñar determinadas funciones, las mismas que trabajan en lenguaje Basic. Nuestro programa principal cuenta con cientos de éstas instrucciones que de acuerdo a la aplicación se las va a detallar en nuestro caso, éstas instrucciones en el texto del programa están de color azul, también el programa utiliza ciertos comentarios para indicar o presentar ciertas funciones del programa, éstas están de color verde, los valores o caracteres que están de color negro son ingresados por el programador en éste caso nosotros para determinadas aplicaciones y por último todos los puertos, pines y registros que utiliza el

microcontrolador ATMEGA164P son escritos en color rojo en el programa, entendido esto vamos a desarrollar el programa. Un ejemplo del texto utilizado se lo puede observar en la figura No. 3.13:

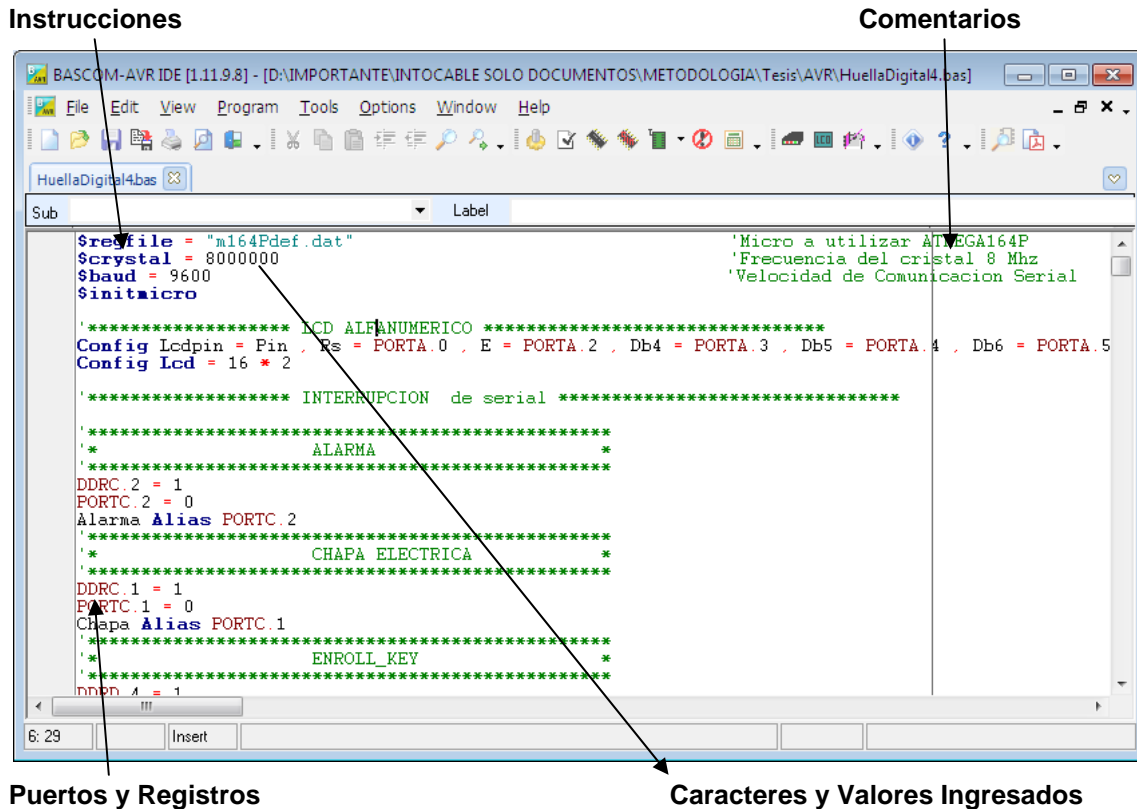


Figura No. 3.13 "Texto del Programa"

3.2.1 ENCABEZADO

Para iniciar el programa primero se debe determinar el microcontrolador, la frecuencia de oscilación del cristal y la velocidad de la comunicación serial que vamos a utilizar, se utilizan instrucciones determinadas a estas funciones como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

$regfile = "m164Pdef.dat"
$crystal = 8000000
$bbaud = 9600
$initmicro

```

Micro a utilizar ATMEGA164P
Frecuencia del cristal 8 Mhz
Velocidad de Comunicacion Serial

Como se puede observar la instrucción `$regfile` se utiliza para determinar el microcontrolador que vamos a utilizar, la instrucción `$crystal` se usa para determinar la frecuencia de oscilación del cristal, la instrucción `$baud` para determinar la velocidad de comunicación serial pero en nuestro caso ésta aplicación no la vamos a utilizar y por último la instrucción `$initmicro` que es muy importante usarla, ya que por default todos los pines del microcontrolador ATMEGA164P van estar en 1L y si necesitamos poner algún pin del micro que deseemos en 0L pues vamos a utilizar ésta instrucción.

3.2.2 ELECCIÓN DE PINES DEL MICROCONTROLADOR

Para los elementos más importantes de nuestro circuito es necesario asignar los pines con los que van a conectarse a nuestro microcontrolador ATMEGA164P, éstos mismos son designados en el hardware y software utilizados. Cada pin de nuestro microcontrolador contiene tres registros los cuales son:

- PORT.- Se utiliza como salida.
- PIN.- Se utiliza como entrada.
- DDR.- Se utiliza dependiendo de la instrucción como entrada o salida.

Los valores asignados a los puertos o registros como entradas son 0 lógico y como salidas van a ser 1 lógico.

Dependiendo de la aplicación del elemento eléctrico de nuestro circuito los valores asignados a los puertos y registros en el programa pueden variar entre 0L y 1 L, es decir pueden utilizarse algunas ocasiones como entradas y otras como salidas.

3.2.2.1 Puertos para el LCD

Los puertos en el microcontrolador ATMEGA164P que van a utilizarse como habilitadores del LCD son **PORTA.0** y **PORTA.2**; y desde **PORTA.3**, **PORTA.4**, **PORTA.5** HASTA **PORTA.6** van a ser puertos para datos como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```
'***** LCD ALFANUMERICO *****'
Config Lcdpin = Pin , Rs = PORTA.0 , E = PORTA.2 , Db4 = PORTA.3 , Db5 = PORTA.4 , Db6 = PORTA.5 , Db7 = PORTA.6
Config Lcd = 16 * 2
```

3.2.2.2 Puertos para la Alarma

El puerto que utiliza el microcontrolador para enviar la señal a la alarma es **PORTC.2**, es necesario indicar que **DDRC.2** representa un registro que utiliza el puerto **PORTC.2** para almacenar un dato como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación, en nuestro caso lo utilizamos como salida de dato porque le asignamos el valor de 1 lógico.

```
'*****'
'*          ALARMA          *'
'*****'
DDRC.2 = 1
PORTC.2 = 0
Alarma Alias PORTC.2
'*****'
```

3.2.2.3 Puertos para la Chapa Eléctrica

En este caso se utiliza el puerto **PORTC.1** y el registro **DDRC.1** como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

|*****
|*           CHAPA ELECTRICA           *
|*****
|DDRC.1 = 1
|PORTC.1 = 0
|Chapa Alias PORTC.1

```

3.2.2.4 Puertos para el Módulo de Huella Dactilar

En este caso utilizamos tres opciones principales las cuales son grabar, borrar y verificar y para estas opciones se utilizan los puertos **PORTD.2**, **PORTD.3** Y **PORTD.4**; como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

|*****
|*           ENROLL_KEY           *
|*****
|DDRD.4 = 1
|PORTD.4 = 1
|Grabar Alias PORTD.4
|
|*****
|*           DELETE_KEY           *
|*****
|DDRD.3 = 1
|PORTD.3 = 1
|Borrar Alias PORTD.3
|
|*****
|*           VERIFICAR_KEY           *
|*****
|DDRD.2 = 0
|PORTD.2 = 1
|Verificar Alias PIND.2
|Verificarpc Alias PORTD.2

```

Como se aprecia claramente para indicar el puerto para la opción Grabar se utiliza la instrucción Alias y se indica el puerto utilizado por ejemplo:

```
|Grabar Alias PORTD.4
```


3.2.2.5 Puertos para los Sensores Magnéticos

Como utilizamos dos sensores magnéticos se utilizan dos puertos del microcontrolador los cuales son **PORTC.0** y **PORTD.7** como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

*****
'*          SENSOR1          *
*****
DDRC.0 = 0
PORTC.0 = 1
Sensor1 Alias PINC.0
'*          SENSOR2          *
*****
DDRD.7 = 0
PORTD.7 = 1
Sensor2 Alias PIND.7

```

3.2.2.6 Puertos para el Reloj en Tiempo Real “DS1307”

Se utilizan dos puertos uno para configurar el tiempo que es el puerto **PORTC.6** y otro para grabar el tiempo que es **PORTC.7** como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

***** DS1307 RTC *****
Config Sda = PORTC.6          'Configura I2C pin Datos PORTC.6
Config Scl = PORTC.7          'Configura I2C pin Reloj PORTC.7

'Direccion del DS1307
Const Ds1307w = &HD0          'Constante escritura DS1307
Const Ds1307r = &HD1          'Constante lectura DS1307

```

3.2.2.7 Puertos para el Teclado

Primero se necesita configurar el teclado definiendo cuales puertos vamos a utilizar como filas y cuales como columnas como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación, generalmente las teclas asignadas a las filas se utilizan como salida de datos y las columnas como entradas.

```
'***** DEFINICIONES INICIALES PARA CONFIGURAR EL TECLADO *****'
DDRB.0 = 0
PORTB.0 = 1
DDRB.1 = 0
PORTB.1 = 1
DDRB.2 = 0
PORTB.2 = 1
DDRB.3 = 0
PORTB.3 = 1

DDRB.4 = 1
PORTB.4 = 1
DDRB.5 = 1
PORTB.5 = 1
DDRB.6 = 1
PORTB.6 = 1
DDRB.7 = 1
PORTB.7 = 1

F1 Alias PORTB.4      'nombres para los pines de las filas
F2 Alias PORTB.5
F3 Alias PORTB.6
F4 Alias PORTB.7

C1 Alias PINB.0      'nombres para los pines de las columnas
C2 Alias PINB.1
C3 Alias PINB.2
C4 Alias PINB.3
```

3.2.3 DECLARACIÓN DE VARIABLES

En nuestro caso son valores de referencia que asignamos a ciertas funciones que va a cumplir el programa, estos valores pueden ser asignados temporalmente o en caso de ser necesario pueden cambiar su valor, se las puede aplicar para determinar la cantidad de tiempo, el número de bits que utiliza una bandera, etc, etc, como se puede apreciar en la parte del programa

principal mostrada a continuación, se muestra la instrucción utilizada para determinar la variable en este caso se utiliza la instrucción **Dim**, la sección de programa utilizado como por ejemplo la representación de un día en el tiempo y por último el espacio que va a ocupar en bits como por ejemplo **As Byte** o **As Bit**.

```
'Declara variables necesarias para el DS1307
Dim Dias As Byte
Dim Segu As Byte
Dim Minu As Byte
Dim Hora As Byte
Dim Dian As Byte
Dim Mes As Byte
Dim Anio As Byte
Dim Dias1 As String * 3
Dim Texto1 As String * 3 , Texto2 As String * 2 , Texto3 As String * 2
Dim Texto4 As String * 30 , Texto5 As String * 30
Dim Serial1 As String * 10

'Declara variables necesarias
Dim I As Byte
Dim Flag1 As Byte
Dim Flag2 As Bit
Dim Flag3 As Bit
Dim Flag4 As Bit
Dim Flag5 As Bit
Dim Flag6 As Bit
Dim Pos As Byte 'variable para Posicion del cursor
Dim Tempod As Byte
Dim Tempou As Byte
Dim Tempo As Byte
Dim Tecla As Byte
Dim Breve As Byte

Dim Bandera0 As Bit
Dim Bandera1 As Bit
Dim Bandera2 As Bit
Dim Bandera3 As Bit
Dim Bandera4 As Bit
Dim Bandera5 As Bit
Dim Bandera6 As Bit
Dim Bandera7 As Bit
Dim Bandera8 As Bit
Dim Bandera9 As Bit
Dim Bandera10 As Bit
```

3.2.4 CONSTANTES APLICADAS

Son valores fijos que se utilizan para representar generalmente tiempos utilizados en secuencias para el programa y para representarlas se utiliza la instrucción `Const` como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```
Const Retardo = 3
Const Retardo1 = 300
Const Retardo2 = 150
Const Posfila1 = 1
Const Posfila2 = 2
Const Poscol1 = 5
Const Poscol2 = 2

Bandera1 = 0
Bandera2 = 0
Bandera3 = 0
Bandera4 = 0
Bandera5 = 0
Bandera6 = 0
Bandera7 = 0
Bandera8 = 0
Bandera9 = 0
Bandera10 = 0
Bandera11 = 0
Bandera12 = 0
Bandera13 = 0
Bandera14 = 0
```

3.2.5 TIMER

En este registro se pueden guardar datos como el tiempo que va a sonar la sirena cuando la alarma se activa. Como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación, se observa la interrupción utilizada en el programa para contar el tiempo de sonido de la sirena y las constantes utilizadas para cada caso:

```
'***** INTERRUPTON Timer0 *****
Config Timer0 = Timer , Prescale = 256
On Ovf0 Refrescar
```

```

Const Tiempounseg = 122           'Para TIMERO, interrupción de 1 Seg.
Const Tiempolarma = 30          'Tiempo que suena la alarma en Segs.
Const Tiempointentos = 15      'Tiempo que suena la alarma en Segs.

```

3.2.6 PRESENTACIÓN

Al momento de encender el circuito el programa del microcontrolador siempre va mostrar por un lapso de tiempo una presentación en el LCD en nuestro caso el nombre de la institución, el nombre de nuestra facultad, el nombre del proyecto y el nombre de los integrantes como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

'*****
Presentacion:
  Cls                               'Limpia la pantalla
  Lcd "ESC. POLITECNICA"
  Lowerline
  Lcd "  NACIONAL  "
  Wait Retardo                      'Esperar 3 seg.
  Cls                               'Limpia la pantalla
  Lcd "  E S F O T  "
  Lowerline                          'Ir a la Segunda linea
  Lcd "              "
  Wait Retardo                      'Esperar 3 seg.
  Cls                               'Limpia la pantalla
  Lcd "ACCESO PERSONAL "
  Lowerline                          'Ir a la Segunda linea
  Lcd "REALIZADO POR:"
  Wait Retardo                      'Esperar 3 seg.
  Cls                               'Limpia la pantalla
  Lcd "  JORGE BAYAS  "
  Lowerline                          'Ir a la Segunda linea
  Lcd "FERNANDO MOLINA"
  Wait Retardo                      'Esperar 3 seg.
  Cls                               'Limpia la pantalla
Return

```

En el programa principal se puede modificar los datos ingresados. En nuestro caso el tiempo entre mensajes es de 3 segundos. Después de la presentación el LCD muestra la fecha y hora en tiempo real y esta es la pantalla principal.

3.2.7 PROGRAMA PRINCIPAL

El programa principal es un lazo infinito, esto quiere decir que mientras no se aplique alguna interrupción o se llame a una subrutina éste queda constante y no cambia su función, en nuestro caso es presentar el tiempo, es decir la hora y fecha en el LCD.

Nuestro microcontrolador va estar siempre haciendo el barrido del teclado y eliminando el rebote se efectúe o no alguna instrucción.

3.2.7.1 Barrido del Teclado

El barrido se lo hace para poder utilizar el teclado y poder diferenciar cuales son las teclas que se utilizan en las filas y cuales en las columnas. Como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación, se muestran la subrutina utilizada para realizar el barrido en el teclado:

```
'***** Subrutina de Barrido de Teclas *****'
Barrido:
  F1 = 0
  If C1 = 0 Then : Tecla = 1 : Return : End If
  If C2 = 0 Then : Tecla = 2 : Return : End If
  If C3 = 0 Then : Tecla = 3 : Return : End If
  If C4 = 0 Then : Tecla = 10 : Return : End If
  F1 = 1 : F2 = 0
  If C1 = 0 Then : Tecla = 4 : Return : End If
  If C2 = 0 Then : Tecla = 5 : Return : End If
  If C3 = 0 Then : Tecla = 6 : Return : End If
  If C4 = 0 Then : Tecla = 11 : Return : End If
  F2 = 1 : F3 = 0
  If C1 = 0 Then : Tecla = 7 : Return : End If
  If C2 = 0 Then : Tecla = 8 : Return : End If
  If C3 = 0 Then : Tecla = 9 : Return : End If
  If C4 = 0 Then : Tecla = 12 : Return : End If
  F3 = 1 : F4 = 0
  If C1 = 0 Then : Tecla = 14 : Return : End If
  If C2 = 0 Then : Tecla = 0 : Return : End If
  If C3 = 0 Then : Tecla = 15 : Return : End If
  If C4 = 0 Then : Tecla = 13 : Return : End If
  F4 = 1
  Waitms 1
Return
```

3.2.7.2 Eliminación del Rebote

Cuando se oprime una tecla cualquiera del teclado este envía una cantidad de voltaje la misma que no es constante como 1 lógico o 9 lógico en un lapso muy pequeño de tiempo este varía en altos y bajos de voltaje.

Para eliminar este efecto llamado rebote se debe de poner en 0 lógico a todas las filas y columnas del teclado, como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación, se muestra la subrutina del programa que cumple esta función:

```
'***** Subrutina de Rebote de Teclas *****'  
Rebote:  
  While C1 = 0 : Wend  
  While C2 = 0 : Wend  
  While C3 = 0 : Wend  
  While C4 = 0 : Wend  
  Waitms 1  
Return
```

Únicamente cuando oprimimos la tecla A y la tecla D el microcontrolador va interrumpir ese lazo infinito y va ingresar a la subrutina correspondiente.

Cuando se oprime la tecla A aparece en el LCD una opción para ingresar una clave de acceso a un menú y cuando oprimimos la tecla D tenemos la oportunidad de acceder a las oficinas debido a que la chapa eléctrica se activa y abre la puerta.

Como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación se observa este proceso:

```

' ***** PROGRAMA PRINCIPAL*****
Do
  If Bandera0 = 1 Then
    Gosub Sensores
  End If
  Tecla = 255
  Gosub Barrido
  Gosub Rebote
  Select Case Tecla
    Case 10
      Gosub Clavemaster

    Case 13
      DDRD.2 = 1
      PORTD.2 = 1
      Waitms 1
      Verificarp = 0
      Waitms Retardol
      Verificarp = 1

      While Success = 1 And Fail = 1
        Wend

      While Success = 0
        Flag5 = 1
        Wend

      While Fail = 0
        Flag6 = 1
        Wend

      If Flag5 = 1 Then
        Print "f"
        Locate 1 , 1
        Lcd " HUELLA "
        Locate 2 , 1
        Lcd " OK "
        Chapa = 1
        Waitms Retardo2
        Chapa = 0
        Wait Retardo
      End If
      If Flag6 = 1 Then
        Print "g"
        Locate 1 , 1
        Lcd " HUELLA "
        Locate 2 , 1
        Lcd " INCORRECTA "
        Wait Retardo
      End If
      Gosub Resetear
      DDRD.2 = 0
      PORTD.2 = 1
      Waitms 1
    End Select

    Gosub Getdatetime
    Locate 1 , 1
    Lcd "
    Locate Posfilal , Poscol1
    Lcd Texto4
    Locate Posfila2 , Poscol2
    Lcd Texto5
  Loop
' ***** PROGRAMA PRINCIPAL FIN*****

```


Como se puede apreciar si oprimimos la tecla A en el circuito, el programa va a una subrutina llamada Clavemaster esto se lo hace con la instrucción `Gosub` y cuando oprimimos la tecla D debemos poner la yema del dedo en el lector de huellas dactilares y si la huella es identificada correctamente y está registrada entre los usuarios que ocupan las oficinas la chapa eléctrica se activa y abre la puerta y en el LCD se muestra la frase `HUELLA OK` y si la huella no es identificada correctamente y si el usuario no pertenece a los registros aparece el mensaje `HUELLA INCORRECTA` y regresa a la pantalla principal que muestra los datos de hora y fecha y regresa al lazo infinito con la instrucción `End Select`.

3.2.8 PRINCIPALES SUBRUTINAS UTILIZADAS

Las subrutinas son llamados que el programa principal hace para interrumpir un lazo infinito, en estas existen instrucciones para cumplir determinadas funciones, es decir es un programa pequeño dentro del programa principal.

3.2.8.1 Subrutina para Registrar Claves

Esta subrutina es utilizada para guardar las claves que van a ser utilizadas para ingresar a los respectivos menús, en nuestro programa tiene el nombre de `Dta`.

Siempre al inicializar el circuito el microcontrolador tiene grabadas la clave 1234 para ingresar al menú principal y tiene grabado la clave 5678 para ingresar al menú de borrar las huellas. Por seguridad estas claves van a ser cambiadas cuando circuito entre en funcionamiento. Este registro de claves se lo puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```
Dta:
$eeprom
Data 0 , "012345678"
Data 0 , "012345678"
Data 0 , "1234"
Data 0 , "5678"
$data
```

3.2.8.2 Subrutina de Ingreso de Clave Master

Anteriormente se explicó que al oprimir la tecla A nos aparece en el LCD una opción para ingresar una clave de acceso, en esta subrutina se aplica que si al ingresar incorrectamente la clave por tres veces la alarma se va a activar y va a sonar hasta que la clave sea ingresada correctamente, también se utiliza la tecla * para borrar los caracteres ingresados incorrectamente y la tecla # para utilizarla como enter en el caso de estar seguro de ingresar la clave correcta, ésta clave va a ser siempre de cuatro dígitos lo que da como consecuencia de que si se ingresa menos de cuatro dígitos esto nos cuenta como un intento fallido de los tres que se dispone para que no suene la alarma.

Esto se lo puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

'***** Subrutina Leer Teclas *****'
Clavemaster:
  Bandera10 = 1
  Cuenta = 1
  Cuental = 0
  While Bandera10 = 1
    If Cuenta = 1 Then
      Home Upper
      Lcd " INGRESE CLAVE "
      Lowerline
      Lcd "USUARIO :      "
      Locate 2 , 10
    End If
    Tecla = 255
    Gosub Barrido
    Gosub Rebote

    Select Case Tecla
      If Cuenta < 5 And Tecla < 10 Then
        Clavel(cuenta) = Str(tecla)
        Lcd "*"
        Cuenta = Cuenta + 1
      End If
      Case 15
        If Cuenta = 5 Then
          Banderall = 1
          For X = 1 To 4
            If Clavel(x) <> Clavea(x) Then
              Banderall = 0
            End If
          Next X
          If Banderall = 1 Then
            Locate 1 , 1
            Lcd " BIENVENIDO A "           'Ir a la Primera línea
            Locate 2 , 1
            Lcd " MODO MASTER "       'Ir a la Segunda línea
            Wait Retardo              'Retardo 3 seg.
          End If
        End If
    End Select
  End While

```

```

        Alarma = 0
        Locate 1 , 1
        Lcd "A=ON/OFF B=CLAVE"           'Ir a la Primera linea
        Locate 2 , 1
        Lcd "C=RELOJ D=HUELL"           'Ir a la Segunda linea
        Gosub Teclasmenu
        Alarma = 0
        'Wait 2
        Bandera10 = 0
        Cuenta = 1
        Cuental = 0
    Else
        Cls
        Lcd "CLAVE INCORRECTA"
        Wait Retardo
        Bandera10 = 0
        Cuenta = 1
        Cuental = Cuental + 1
    End If
Else
    Locate 1 , 1
    Lcd "CLAVE DEBE TENER"
    Locate 2 , 1
    Lcd " 4 DIGITOS  "
    Wait Retardo
    Bandera10 = 0
    Cuenta = 1
    Cuental = Cuental + 1
End If
Case 14
    Cuenta = 1           'Borra dato mal ingresado
Case 13
    Bandera10 = 0
End Select
If Cuental = 3 Then
    Cuental = 0
    Cls
    Lcd "Alarma Activada"

    Alarma = 1
    Bandera10 = 0
    Band15 = 1
    Gosub Retardo
    Cls
End If
Wend
Wait 1
Return

```

Presionando la tecla A nos aparece el mensaje **INGRESE CLAVE USUARIO**: si la clave es ingresada correctamente nos desplaza un menú con cuatro opciones las cuales son:

- Si presionamos la tecla A apagamos o encendemos la alarma.
- Si presionamos la tecla B podemos cambiar la clave de acceso a este menú.
- Si presionamos la tecla C podemos configurar el tiempo que se nos presenta en la pantalla principal.

- Si presionamos la tecla D accedemos a otro menú el mismo que configura las huellas dactilares registradas.

Como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```
Locate 1 , 1
Lcd "A=ON/OFF B=CLAVE"      'Ir a la Primera línea
Locate 2 , 1
Lcd "C=RELOJ D=HUELL"      'Ir a la Segunda línea
```

3.2.8.3 Subrutina para Activar y Desactivar la Alarma

Los sensores son esenciales para desactivar la alarma ya que si estos están desactivados la alarma deja de funcionar esto como es lógico lo va hacer la primera persona que ingrese a las oficinas diariamente. Para activar la alarma es el mismo proceso pero en este caso vamos activar los sensores magnéticos para que puedan activar la alarma esto lo hace la última persona que deje las oficinas. Como se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación nos va aparecer dos mensajes principales **ALARMA DESACTIVADA** y **ALARMA ACTIVADA**.

```
*****
Activarsensores:
Toggle Bandera0
Alarma = 0
If Bandera0 = 0 Then
  Locate 1 , 1
  Lcd "  ALARMA  "
  Locate 2 , 1
  Lcd " DESACTIVADA "
  Wait Retardo
Else
  Locate 1 , 1
  Lcd "ALARMA ACTIVADA"
  Lowerline
  Lcd "....."
  Wait Retardo
End If
Cls
Return
```

3.2.8.4 Subrutina para cambio de Claves

En este caso podemos cambiar las claves, esta subrutina es la misma para cambiar las dos claves de acceso, primero aparece el mensaje **CLAVE ANTERIOR** ingresamos la clave y luego aparece el mensaje **CLAVE NUEVA** y debemos ingresar una nueva clave de nuestro gusto y que podamos recordar fácilmente la misma debe tener siempre cuatro dígitos e ingresándola correctamente el proceso de cambiar la clave se efectúa sin problema. Si existe alguna equivocación en el cambio de clave nos aparece el mensaje **CLAVE INCORRECTA** o el mensaje **CLAVE DEBE TENER 4 DÍGITOS**. Si el proceso es el adecuado y la clave es cambiada correctamente nos aparecerá el mensaje **CLAVE NUEVA GUARDADA OK**. Todo este proceso lo podemos apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

*****
Clavecambiar:
  Bandera9 = 1
  Cuenta = 1
  While Bandera9 = 1
    If Cuenta = 1 Then
      Locate 1 , 1
      Lcd " CLAVE ANTERIOR "
      Locate 2 , 1
      Lcd "          "
      Locate 2 , 5
    End If
    Tecla = 255
    Gosub Barrido
    Gosub Rebote
    Select Case Tecla
      If Cuenta < 5 And Tecla < 10 Then
        Clavel(cuenta) = Str(tecla)
        Lcd "*"
        Cuenta = Cuenta + 1
      End If
      Case 15
        If Cuenta = 5 Then
          Bander1 = 1
          For X = 1 To 4
            If Clavea(x) <> Clavel(x) Then
              Bander1 = 0
            End If
          Next X
          If Bander1 = 1 Then
            Gosub Clavenueva
            Bandera9 = 0
            Cuenta = 1
          Else
            Cls
            Lcd "CLAVE INCORRECTA"
            Wait Retardo
            Bandera9 = 0
          End If
        End Case
    End Select
  End While

```

```

        End If
    Else
        Locate 1 , 1
        Lcd "CLAVE DEBE TENER"
        Locate 2 , 1
        Lcd " 4 DIGITOS  "
        Wait Retardo
        Bandera9 = 0
    End If
Case 14
    Cuenta = 1
End Select
Wend
Return
'*****
Clavenueva:
Bandera7 = 1
Cuenta = 1
While Bandera7 = 1
    If Cuenta = 1 Then
        Locate 1 , 1
        Lcd " CLAVE NUEVA  "
        Locate 2 , 1
        Lcd "           "
        Locate 2 , 5
    End If
    Tecla = 255
    Gosub Barrido
    Gosub Rebote
    Select Case Tecla
        If Cuenta < 5 And Tecla < 10 Then
            Clave1(cuenta) = Str(tecla)
            Lcd Tecla
            Cuenta = Cuenta + 1
        End If
    Case 15
        If Cuenta = 5 Then
            For V = 1 To 4
                W = V + 22

                Writeeprom Clave1(v) , W
                Waitms 1
            Next V
            For I = 23 To 26
                Readeeprom B , I
                Temporal = Chr(b)
                Clavea(i -22) = Temporal
            Next I
            Locate 1 , 1
            Lcd " CLAVE NUEVA  "
            Locate 2 , 1
            Lcd " GUARDADA OK  "
            Wait Retardo
            Bandera7 = 0
        Else
            Locate 1 , 1
            Lcd "CLAVE DEBE TENER"
            Locate 2 , 1
            Lcd " 4 DIGITOS  "
            Wait Retardo
        End If
        Cuenta = 1
    Case 14
        Cuenta = 1
    End Select
Wend
Return

```

3.2.8.5 Subrutina para Configurar el Tiempo

Esta subrutina es un poco larga debido a que se puede cambiar la fecha y la hora que se encuentra el reloj en tiempo real. Se utiliza la tecla 3 para poder mover el cursor, el mismo que nos permite cambiar la fecha y hora ya sea aumentando y disminuyendo los días, fecha, mes y año, para aumentar presionamos la tecla 1 y para disminuir presionamos la tecla 2. Este proceso lo podemos apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

'***** Subrutina Cambiar el Tiempo *****
Igualarrrto:
  Cls
  Gosub Getdatetime
  Locate Posfila1 , Poscol1
  Lcd Texto4
  Locate Posfila2 , Poscol2
  Lcd Texto5
  Flag3 = 1
  Pos = 0
  Breve = Poscol1 + 1
  Locate Posfila1 , Breve
  Cursor On
  While Flag3 = 1
    Tecla = 255
    Gosub Barrido
    Gosub Rebote
    Select Case Tecla
      Case 1
        Select Case Pos
          Case 0
            Tempo = Hora
            Gosub Bodabin
            Tempo = Tempo + 1
            If Tempo = 24 Then
              Tempo = 0
            End If
            Gosub Binabod
            Hora = Tempo
            Breve = Poscol1
            Locate Posfila1 , Breve
            Lcd Hex(hora)
            Breve = Poscol1 + 1
            Locate Posfila1 , Breve
          Case 1
            Tempo = Minu
            Gosub Bodabin
            Tempo = Tempo + 1
            If Tempo = 60 Then
              Tempo = 0
    
```

```

End If
Gosub Binabod
Minu = Tempo
Breve = Poscol1 + 3
Locate Posfila1 , Breve
Lcd Hex(minu)
Breve = Poscol1 + 4
Locate Posfila1 , Breve
Case 2
Tempo = Segu
Gosub Bcdabin
Tempo = Tempo + 1
If Tempo = 60 Then
    Tempo = 0
End If
Gosub Binabod
Segu = Tempo
Breve = Poscol1 + 6
Locate Posfila1 , Breve
Lcd Hex(segu)
Breve = Poscol1 + 7
Locate Posfila1 , Breve
Case 3
Dias = Dias + 1
If Dias = 8 Then
    Dias = 1
End If
Select Case Dias
    Breve = Poscol2
    Locate Posfila2 , Breve
Case 1
    Lcd "Dom"
Case 2
    Lcd "Lun"
Case 3
    Lcd "Mar"
Case 4
    Lcd "Mie"
Case 5
    Lcd "Jue"

Case 6
    Lcd "Vie"
Case 7
    Lcd "Sab"
End Select
Breve = Poscol2 + 2
Locate Posfila2 , Breve
Case 4
Tempo = Diam
Gosub Bcdabin
Tempo = Tempo + 1
If Tempo = 32 Then
    Tempo = 1
End If
Gosub Binabod
Diam = Tempo
Breve = Poscol2 + 4
Locate Posfila2 , Breve
Lcd Hex(diam)
Breve = Poscol2 + 5
Locate Posfila2 , Breve
Case 5
Tempo = Mes
Gosub Bcdabin
Tempo = Tempo + 1
If Tempo = 13 Then
    Tempo = 1
End If
Gosub Binabod
Mes = Tempo
Breve = Poscol2 + 7
Locate Posfila2 , Breve
Lcd Hex(mes)
Breve = Poscol2 + 8
Locate Posfila2 , Breve
Case 6
Tempo = Anio
Gosub Bcdabin
Tempo = Tempo + 1
If Tempo = 100 Then
    Tempo = 0

```



```

    End If
    Gosub Binabod
    Anio = Tempo
    Breve = Poscol2 + 10
    Locate Posfila2 , Breve
    Lcd "20"
    Breve = Poscol2 + 12
    Locate Posfila2 , Breve
    Lcd Hex(anio)
    Breve = Poscol2 + 13
    Locate Posfila2 , Breve
End Select

Case 2
Select Case Pos
Case 0
    Tempo = Hora
    Gosub Bodabin
    Tempo = Tempo - 1
    If Tempo = 255 Then
        Tempo = 23
    End If
    Gosub Binabod
    Hora = Tempo
    Breve = Poscol1
    Locate Posfila1 , Breve
    Lcd Hex(hora)
    Breve = Poscol1 + 1
    Locate Posfila1 , Breve
Case 1
    Tempo = Minu
    Gosub Bodabin
    Tempo = Tempo - 1
    If Tempo = 255 Then
        Tempo = 59
    End If
    Gosub Binabod
    Minu = Tempo
    Breve = Poscol1 + 3
    Locate Posfila1 , Breve
    Lcd Hex(minu)
    Breve = Poscol1 + 4
    Locate Posfila1 , Breve
Case 2
    Tempo = Segu
    Gosub Bodabin
    Tempo = Tempo - 1
    If Tempo = 255 Then
        Tempo = 59
    End If
    Gosub Binabod
    Segu = Tempo
    Breve = Poscol1 + 6
    Locate Posfila1 , Breve
    Lcd Hex(segu)
    Breve = Poscol1 + 7
    Locate Posfila1 , Breve
Case 3
    Dias = Dias - 1
    If Dias = 0 Then
        Dias = 7
    End If
    Select Case Dias
        Breve = Poscol2
        Locate Posfila2 , Breve
    Case 1
        Lcd "Dom"
    Case 2
        Lcd "Lun"
    Case 3
        Lcd "Mar"
    Case 4
        Lcd "Mie"
    Case 5
        Lcd "Jue"
    Case 6
        Lcd "Vie"
    Case 7
        Lcd "Sab"

```

```

    End Select
    Breve = Poscol2 + 2
    Locate Posfila2 , Breve
Case 4
    Tempo = Diam
    Gosub Bodabin
    Tempo = Tempo - 1
    If Tempo = 0 Then
        Tempo = 31
    End If
    Gosub Binabod
    Diam = Tempo
    Breve = Poscol2 + 4
    Locate Posfila2 , Breve
    Lcd Hex(diam)
    Breve = Poscol2 + 5
    Locate Posfila2 , Breve
Case 5
    Tempo = Mes
    Gosub Bodabin
    Tempo = Tempo - 1
    If Tempo = 0 Then
        Tempo = 12
    End If
    Gosub Binabod
    Mes = Tempo
    Breve = Poscol2 + 7
    Locate Posfila2 , Breve
    Lcd Hex(mes)
    Breve = Poscol2 + 8
    Locate Posfila2 , Breve
Case 6
    Tempo = Anio
    Gosub Bodabin
    Tempo = Tempo - 1
    If Tempo = 255 Then
        Tempo = 99
    End If

```

```

    Gosub Binabod
    Anio = Tempo
    Breve = Poscol2 + 10
    Locate Posfila2 , Breve
    Lcd "20"
    Breve = Poscol2 + 12
    Locate Posfila2 , Breve
    Lcd Hex(anio)
    Breve = Poscol2 + 13
    Locate Posfila2 , Breve
End Select
Case 3
    Pos = Pos + 1
    If Pos = 7 Then
        Pos = 0
    End If
    Select Case Pos
    Case 0
        Breve = Poscol1 + 1
        Locate Posfila1 , Breve
    Case 1
        Breve = Poscol1 + 4
        Locate Posfila1 , Breve
    Case 2
        Breve = Poscol1 + 7
        Locate Posfila1 , Breve
    Case 3
        Breve = Poscol2 + 2
        Locate Posfila2 , Breve
    Case 4
        Breve = Poscol2 + 5
        Locate Posfila2 , Breve
    Case 5
        Breve = Poscol2 + 8
        Locate Posfila2 , Breve
    Case 6
        Breve = Poscol2 + 13
        Locate Posfila2 , Breve
    End Select

```

```
Case 12
  Gosub Setdate
  Gosub Settime
  Cursor Off
  Flag3 = 0
End Select
Wend
Return
```

3.2.8.6 Subrutina para Ingresar o Eliminar Nuevos Usuarios

El ingreso de nuevos usuarios se trata de guardar o registrar nuevas huellas dactilares para que nuestro lector las pueda identificar y así conceder acceso a las oficinas. De la misma manera si nosotros queremos eliminar a un viejo usuario pues lo podemos hacer a través de nuestro lector de huellas dactilares.

En nuestro caso nuestro lector tiene las posibilidades de borrar un usuario a la vez o borrar a todos los usuarios registrados en el mismo momento y también cuenta con la opción de guardar nuevas huellas dactilares.

Nuestro programa se encarga de desplazar un menú con cuatro opciones si presionamos la tecla A podemos grabar una nueva huella dactilar y así registrar un nuevo usuario, si presionamos la tecla B podemos eliminar un usuario a la vez esto quiere decir que se va a eliminar una huella dactilar guardada en el módulo lector de huellas dactilares que antes estaba registrada, con la tecla C podemos eliminar a todos los usuarios a la misma vez y dejamos a nuestro módulo lector de huellas dactilares sin registros y con la tecla * podemos salir del menú de huella dactilar.

Este proceso se puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

*****
Menuhuella.
Bandera6 = 1
While Bandera6 = 1
  Locate 1 , 1
  Lcd "A=GRABAR B=BORR1"
  Locate 2 , 1
  Lcd "C=BORRT *=SALIR"

  Tecla = 255
  Gosub Barrido
  Gosub Rebote
  Select Case Tecla
    Case 10
      Grabar = 0
      Waitms Retardol
      Grabar = 1
      While Success = 1 And Fail = 1
        Wend

      While Success = 0
        Flag2 = 1
      Wend
      Waitms 5

      If Flag2 = 1 Then
        While Success = 1 And Fail = 1
          Wend

        While Success = 0
          Flag5 = 1
        Wend

        While Fail = 0
          Flag6 = 1
        Wend
        If Flag5 = 1 Then
          Print "a"
        End If
        If Flag6 = 1 Then

```

```

          Print "b"
        End If
        Gosub Resetear
      Else
        While Fail = 0
          Wend
          Flag4 = 1
          Gosub Resetear
        End If
      Case 11
        Borrar = 0
        Waitms Retardol
        Borrar = 1
        While Success = 1 And Fail = 1
          Wend

        While Success = 0
          Flag5 = 1
        Wend

        While Fail = 0
          Flag6 = 1
        Wend

        If Flag5 = 1 Then
          Print "d"
        End If
        If Flag6 = 1 Then
          Print "e"
        End If
        Gosub Resetear
      Case 12
        Borrar = 0
        Wait 4
        Borrar = 1
        While Success = 1 And Fail = 1
          Wend

        While Success = 0
          Flag5 = 1

```

```

    Wend

    If Flag5 = 1 Then
        Print "h"
    End If
    If Flag6 = 1 Then
        Print "i"
    End If
    Gosub Resetear
Case 14
    Bandera6 = 0
    Tecla = 255
    Gosub Resetear
End Select
Wend
Return

```

3.2.8.7 Subrutina para Ingreso de Clave 2

Cuando nos vemos en la necesidad de borrar todas las huellas dactilares registradas en el módulo al mismo tiempo necesitamos ingresar a un submenú para esta opción, necesitamos ingresar la segunda clave. Esto se lo hace para evitar fallas humanas al manipular el menú de huellas dactilares mostrado anteriormente.

Cuando oprimimos la tecla C debemos ingresar la clave y nos desplaza un menú con dos opciones, si oprimimos la tecla A tenemos la opción de borrar todas las huellas dactilares registradas en el módulo FIM, si oprimimos la tecla B tenemos la opción de cambiar la clave de la misma manera con la clave anterior debemos ingresar primero la clave anterior y luego podemos cambiar la clave y automáticamente se guarda la nueva clave, si oprimimos la tecla D salimos de este submenú. Este proceso se lo puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

*****
Menuborrart:
Bandera12 = 1
Cuenta = 1
Cuental = 0
While Bandera12 = 1
  If Cuenta = 1 Then
    Locate 1 , 1
    Lcd " INGRESE CLAVE "
    Locate 2 , 1
    Lcd "USUARIO : "
    Locate 2 , 10
  End If
  Tecla = 255
  Gosub Barrido
  Gosub Rebote

  Select Case Tecla
    If Cuenta < 5 And Tecla < 10 Then
      Clave1(cuenta) = Str(tecla)
      Lcd "*"
      Cuenta = Cuenta + 1
    End If
    Case 15
      If Cuenta = 5 Then
        Banderall = 1
        For X = 1 To 4
          If Clave1(x) <> Claveb(x) Then
            Banderall = 0
          End If
        Next X
        If Banderall = 1 Then
          Alarma = 0
          Locate 1 , 1
          Lcd "A=BORRAR TODAS H" 'Ir a la Primera linea
          Locate 2 , 1
          Lcd "B=CLAVE D=SALIR" 'Ir a la Segunda linea
          Gosub Teclasmenuborrart

          Alarma = 0
          Bandera12 = 0
          Cuenta = 1
          Cuental = 0
        Else
          Cls
          Lcd "CLAVE INCORRECTA"
          Wait Retardo
          Cuenta = 1
          Cuental = Cuental + 1
        End If
      Else
        Locate 1 , 1
        Lcd "CLAVE DEBE TENER"
        Locate 2 , 1
        Lcd " 4 DIGITOS "
        Wait Retardo
        Cuenta = 1
        Cuental = Cuental + 1
      End If
    Case 14
      Cuenta = 1 'Borra dato mal ingresado
    Case 13
      Bandera12 = 0
  End Select
  If Cuental = 3 Then
    Cuental = 0
    Cls
    Lcd "Alarma Activada"
    Alarma = 1
    Bandera12 = 0
    Aux = 0
    Aux1 = 0
    Timer0 = 0
    Enable Tiner0
    Bandera18 = 1
    Wait Retardo
    Cls
  End If
Wend
Return

```

```

*****
Teclasmenuborrart:
  Bandera13 = 1
  While Bandera13 = 1
    Tecla = 255
    Gosub Borrado
    Gosub Rebote
    Select Case Tecla
      Case 10
        Alarma = 0
        Locate 1 , 1
        Lcd " BORRANDO TODAS "
        Locate 2 , 1
        Lcd " LAS HUELLAS "
        Borrado = 0
        Wait 4
        Borrado = 1
        While Success = 1 And Fail = 1
          Wend

        While Success = 0
          Flag5 = 1
          Wend

        While Fail = 0
          Flag6 = 1
          Wend

        If Flag5 = 1 Then
          End If
        If Flag6 = 1 Then
          End If
        Gosub Resetear
        Bandera13 = 0

        -----

      Case 11
        Locate 1 , 1
        Lcd " CAMBIANDO "
        Locate 2 , 1
        Lcd " CLAVE "
        Wait Retardo
        Gosub Clavecambiar1
        Bandera13 = 0

      Case 13
        Bandera13 = 0
    End Select
  Wend
Cls
Return

```

3.2.8.8 Subrutina para Recontar

En nuestro programa esta subrutina sirve para reiniciar el conteo cuando la sirena está sonando, nosotros tenemos dos casos.

- Cuando la alarma está activada y los sensores son abiertos la sirena va a sonar por medio minuto y lo va a seguir haciendo mientras no se ingrese la clave master para desactivar la alarma o mientras los sensores no sean cerrados nuevamente.
- Cuando al ingresar tres veces mal la clave master la sirena va a sonar aunque la alarma no esté activada, va a sonar por quince segundos para alertar que se esta ingresando incorrectamente la clave o que algún usuario que no esta registrado esta intentando ingresar a las oficinas.

Este proceso se lo puede apreciar en la parte del programa principal mostrada a continuación:

```

'*****
Refrescar:
  Incr Aux
  If Aux >= Tiempounseg Then
    Aux = 0
    Incr Aux1
    If Aux1 = Tiempointentos And Bandera18 = 1 Then
      Disable Timer0
      Timer0 = 0
      Alarma = 0
      Aux = 0
      Aux1 = 0
      Bandera18 = 0
    End If
    If Aux1 >= Tiempoalarma Then
      Disable Timer0
      Timer0 = 0
      Alarma = 0
      Aux = 0
      Aux1 = 0
      Bandera16 = 0
      Bandera17 = 0
    End If
  End If
Return

```


3.2.9 PRINCIPALES INSTRUCCIONES UTILIZADAS

3.2.9.1 Instrucción Gosub

Con esta instrucción nuestro programa principal puede ir inmediatamente a otra ventana de un programa secundario pero que se encuentra dentro de nuestro programa principal. Este programa secundario contiene otra serie de declaraciones para otra determinada función que nosotros deseemos que haga el microcontrolador. Esta instrucción significa un llamado a una subrutina que es un programa pequeño dentro del programa principal.

3.2.9.2 Instrucción Return

Principalmente nos sirve para salir de una subrutina anteriormente llamada y regresar al programa principal.

3.2.9.3 Instrucción Case

Ejecuta una declaración dependiendo de su expresión.

3.2.9.4 Instrucción While

Ejecuta una serie de declaraciones, con tal de que una condición dada sea verdad y no sea interrumpida por otra declaración.

3.2.9.5 Instrucción When

Ejecuta una condición para que una declaración cumpla una función determinada.

3.2.9.6 Instrucción If

Mientras esta instrucción sea ejecutada se debe cumplir con ciertas condiciones que nosotros especificamos en el programa, es decir si cumple con estas condiciones el programa el mismo continuará ejecutándose.

3.2.9.7 **Instrucción Then**

Sirve para confirmar que la instrucción If cumple con las condiciones deseadas.

3.2.9.8 **Instrucción Else**

Esta se ejecuta siempre y cuando las declaraciones If y Then sean falsas.

3.2.9.9 **Instrucción Locate**

Mueve el cursor del LCD a una determinada posición.

CAPITULO 4.

4.1 PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1.1 SIMULADOR PROTEUS

PROTEUS es un programa para simular circuitos electrónicos simples o complejos, para microcontroladores de varios tipos, desarrollado por Labcenter Electronics. En nuestro caso nos sirve para simular el programa guardado en el microcontrolador ATMEGA 164P.

4.1.2 SIMULACIÓN EN PROTEUS Y PRUEBAS REALES

En la figura No. 4.1, se muestra la simulación del circuito de control de acceso desarrollado en PROTEUS.

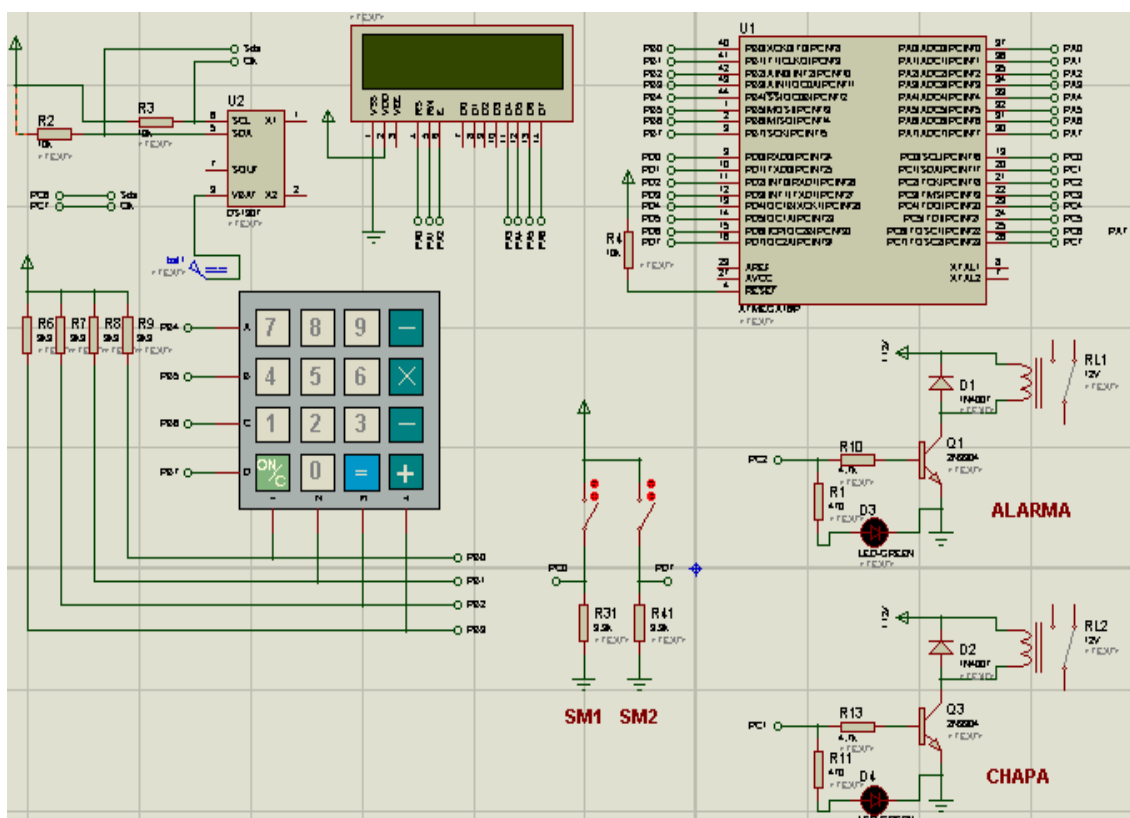


Figura No. 4.1 "Simulación del circuito de control de acceso y alarma desarrollado en PROTEUS"

En la figura No. 4.2, se muestra el circuito real, antes de colocar los elementos y después de colocar los elementos electrónicos y la forma como están dispuestos.

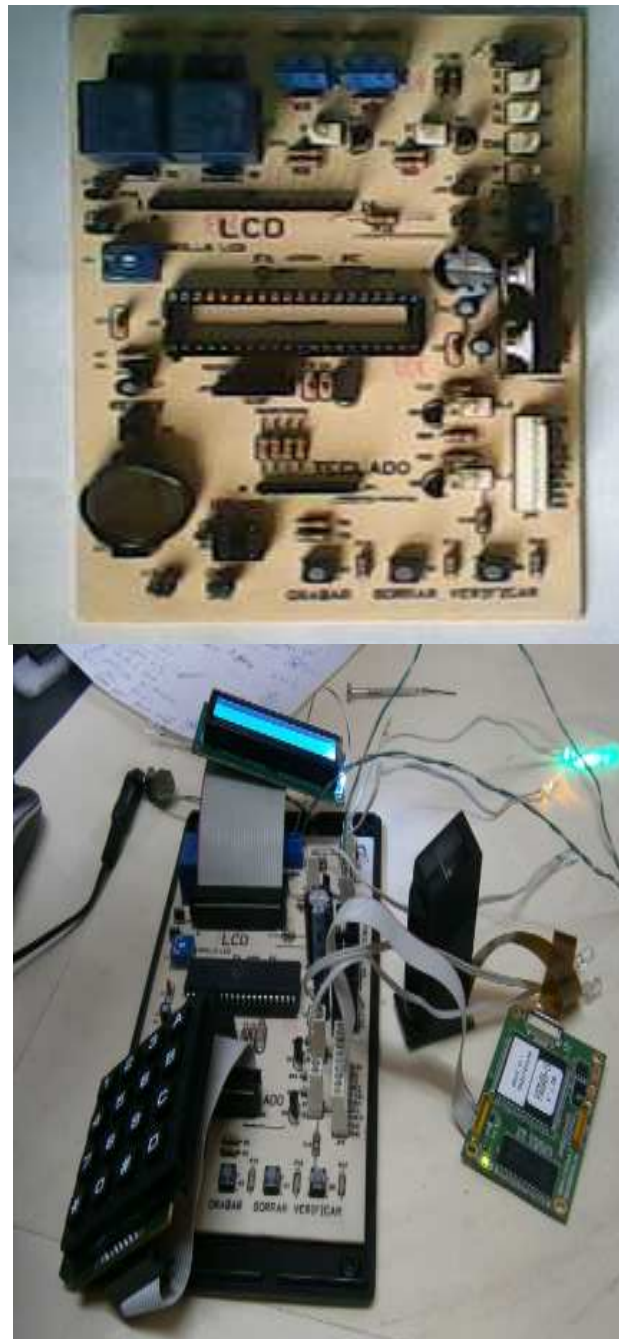


Figura No. 4.2 “Circuito real de control de acceso y alarma”

4.1.3 MENSAJES DE PRESENTACIÓN DEL CIRCUITO“HORA Y FECHA”CON VISUALIZACIÓN EN EL LCD

En la figura No. 4.3, se indica los mensajes que muestra el LCD, cuando el circuito entra en funcionamiento. Los mensajes se presentan en PROTEUS y fotos reales del LCD. Los mensajes de presentación solo se muestran al encender el circuito, después se visualiza la hora y fecha que es la que va estar en el LCD en tiempo real.

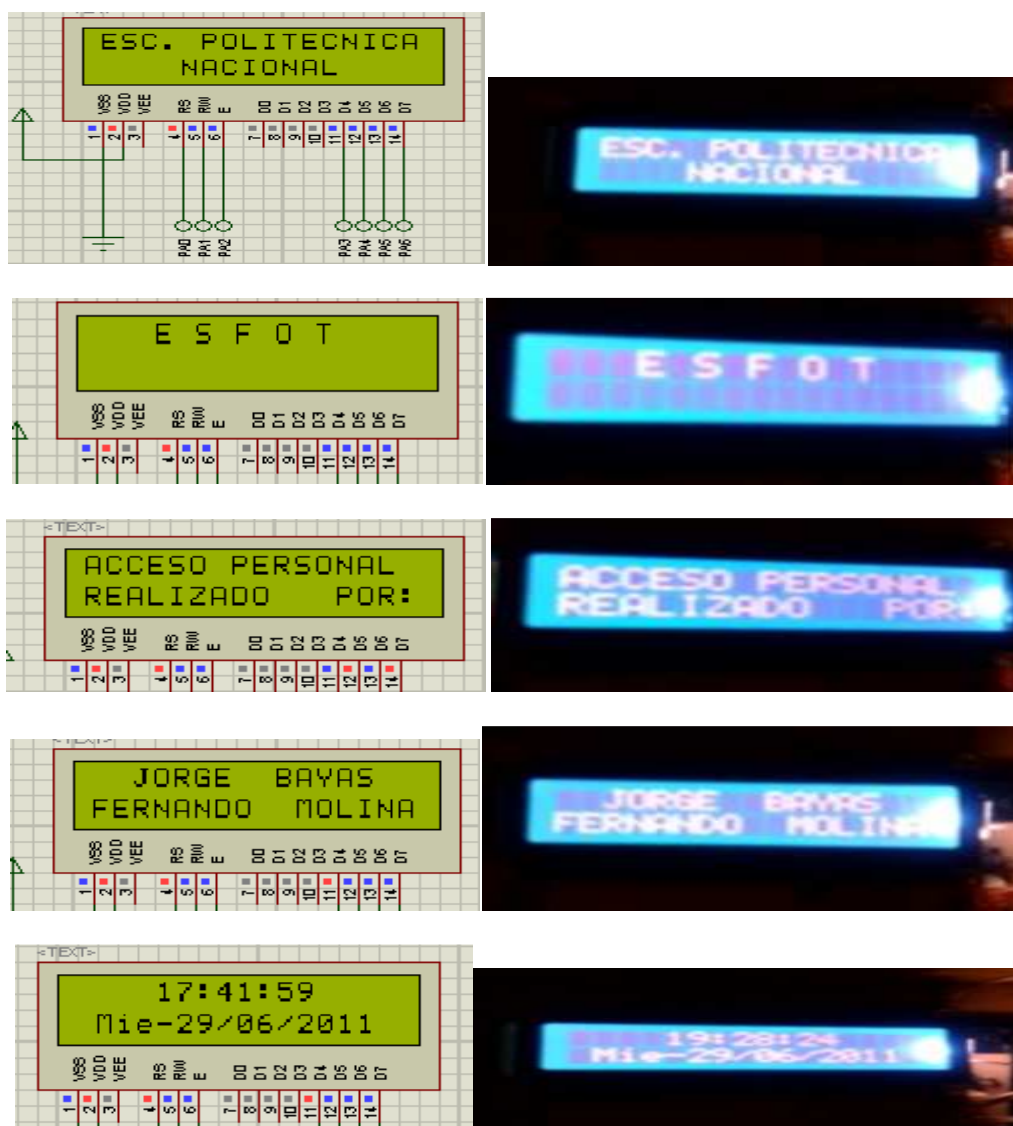


Figura No. 4.3 “Mensajes del circuito cuando empieza a funcionar”

4.1.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MODULO FIM 340

Para las pruebas de funcionamiento del módulo FIM 340 se toma en cuenta que el programa PROTEUS, no cuenta con una simulación de la huella dactilar. Es así que esta prueba se la realiza directamente en el módulo.

En la figura No. 4.4, se indica el proceso para guardar una huella y el mensaje del LCD. Adicionalmente existe un diodo led color verde que me indica que el proceso se cumple correctamente.

Se coloca la huella en el módulo FIM 340, se presiona la opción guardar, el modulo empieza a titilar, y se retira momentáneamente la huella del módulo y nuevamente se coloca la huella, este proceso realizado sin errores se visualiza en el LCD o sino en el diodo led que se enciente. En caso contrario si no se guarda la huella correctamente se observa en el LCD o en el diodo led de color rojo.

Los diodos leds de color rojo y verde principalmente sirven para observar si los procesos se cumplen con o sin errores dentro del circuito como pueden ser: guardar una huella, borrar una huella, borrar todas las huellas.

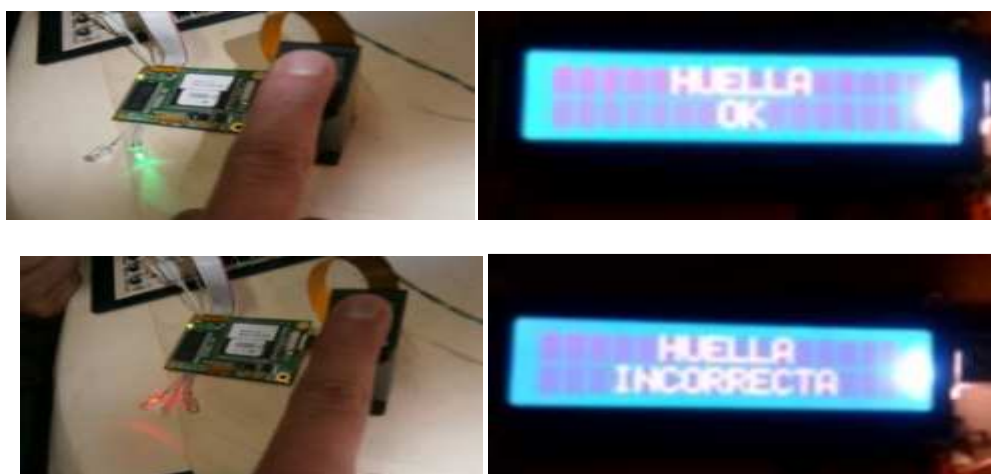


Figura No. 4.4 “Proceso de guardar la huella en el Modulo FIM 340”

4.1.5 PRUEBAS DE CONTROL DE ACCESO “CLAVE”

El circuito de control de acceso, posee un teclado hexadecimal el que nos permite manipular el circuito si se requiere. La tecla programada en el microcontrolador es la letra “A”.

La clave es de 4 dígitos, y se tiene un máximo de 3 intentos para digitar la clave correcta, en caso contrario el sistema de alarma se activa y la sirena del circuito empieza a sonar.

Para hacer válida la clave también, se utilizó en el teclado un enter, la tecla que se designó para esta función es el símbolo de numeral. Si se digita mal la contraseña también existe la posibilidad de borrar y marcar nuevamente sin que esto signifique que haya pasado un intento de ingresar la clave, la tecla designada para esta función es asterisco.

En la figura No. 4.5, se muestran los mensajes que aparecen en el LCD si se quiere acceder al menú. Estos son los mensajes que aparecen si se digita la clave incorrectamente y adicionalmente si se ingresan menos de 4 dígitos.

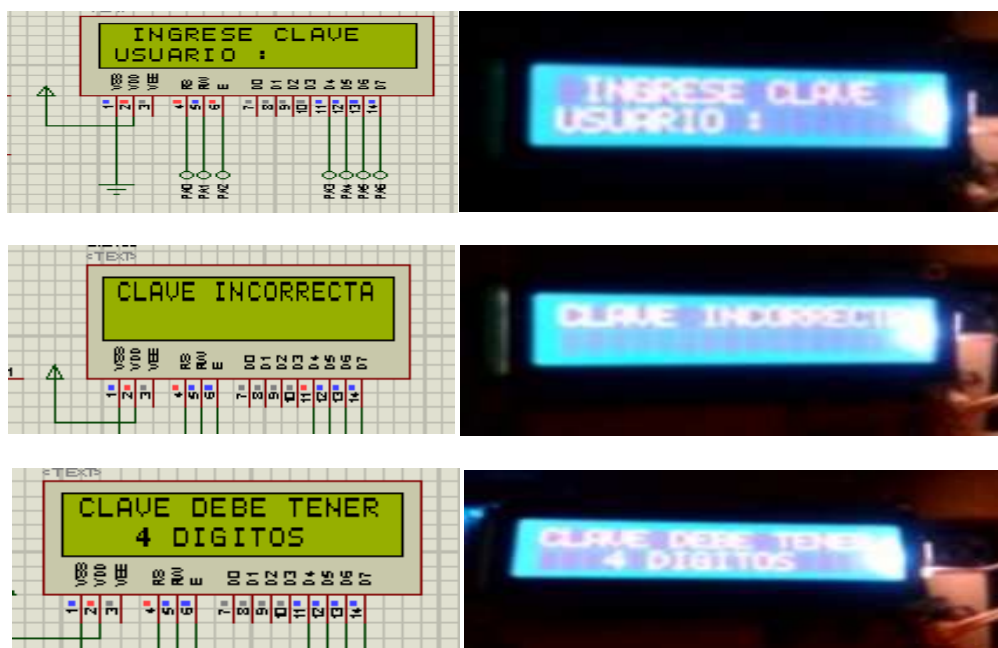


Figura No. 4.5 “Mensajes del circuito en el LCD si se quiere acceder al menú”

4.1.6 MENÚ PRINCIPAL DEL CIRCUITO

El menú principal del circuito, presenta la posibilidad de manipular las opciones del circuito como son: el encender o apagar la alarma que se selecciona con la letra A, cambiar la clave de ingreso al menú principal que se selecciona con la letra B, modificar la hora y fecha del circuito que se selecciona con la letra C y modificar la huella o huellas para permitir el ingreso a las oficinas que se selecciona con la letra D del teclado hexadecimal. En la figura No 4.6, se muestra las opciones del menú principal del circuito.

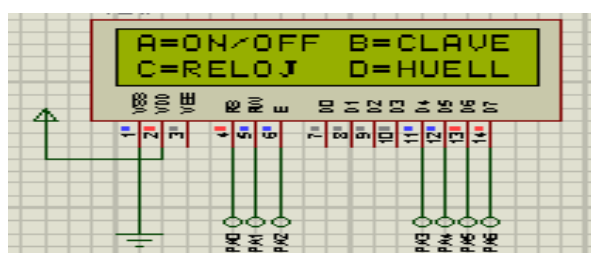


Figura No 4.6 “Opciones del menú principal del circuito”

Al digitar la opción de D que es la huella, aparece un submenú que me permite manipular el circuito en relación a las huellas, presenta las opciones como grabar que se selecciona con la letra A, borrar una huella que se selecciona con la letra B, borrar todas las huellas que se selecciona con la letra C y salir que se selecciona el símbolo de asterisco.

Estas opciones deben ser manipuladas con mucho cuidado ya que está expuesta la opción de borrar todas las huellas previamente guardadas. En la figura No 4.7, se muestra el submenú de huellas con sus diferentes opciones.

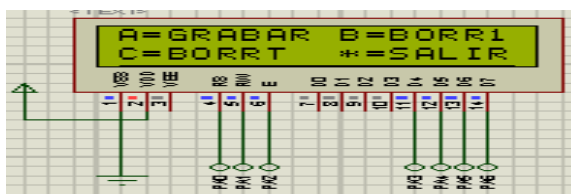


Figura No. 4.7 “Opciones del submenú de huellas”

Con las pertinentes pruebas hechas en el circuito y observaciones de resultados previamente obtenidos podemos asegurar que el circuito en general con cada uno de sus elementos funciona exitosamente y cumple con las exigencias que demandan los usuarios como es el control en el acceso las oficinas y la vigilancia con la respectiva alarma que el circuito también posee.

Cabe mencionar que si en algún momento algún usuario exige algún cambio en el funcionamiento del circuito ya sea en adicionar o eliminar funciones nosotros lo podremos hacer sin problema ya que el cerebro del circuito es el microcontrolador y nosotros contamos con el acceso para reprogramar el microcontrolador.

4.1.7 SUBMENÚ DE LA HUELLA DIGITAL OPCIÓN “BORRAR TODO”

Debido a que puede haber una manipulación incorrecta de esta opción se optó por crear un submenú ya que esta opción borra todas las huellas grabadas en el módulo FIM 340.

El cual consiste en agregar una clave para ingresar a esta opción, el submenú de la huella en la opción borrar, presenta la posibilidad de borrar todas las huellas que se selecciona con la letra A, cambiar la clave que se selecciona con la letra B, para realizar el cambio de clave es necesario digitar la clave anterior, una vez realizado esto se procede a grabar la nueva clave que se quiere, y salir que se selecciona con la letra D.

En la siguiente figura No. 4.8, se muestra los mensajes que aparecen en el LCD, del submenú de borrado de todas las huellas.

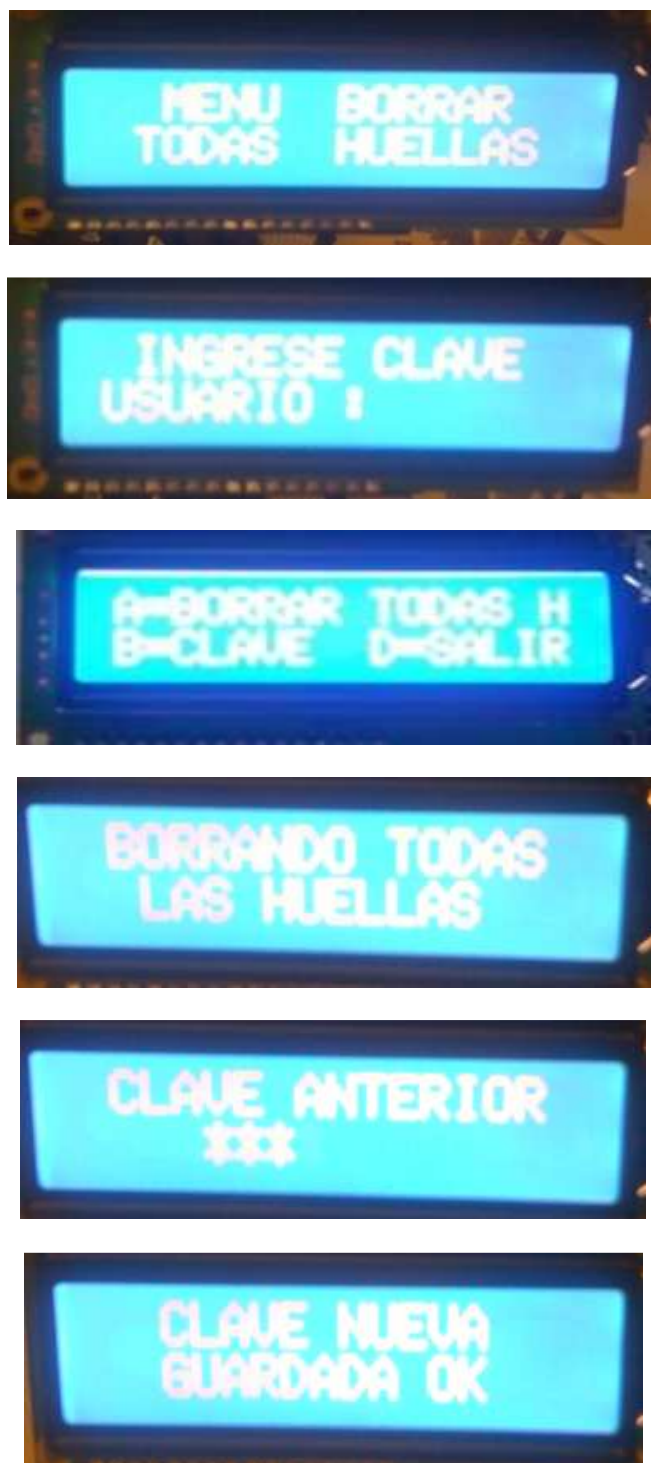


Figura No. 4.8 “Submenú de la Opción Borrar todas las Huellas”

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- El lector biométrico muestra gran versatilidad en la lectura de las huellas dactilares ya que no es necesario colocar la huella en un 100% de su área, este lector identifica al usuario al colocar un 60% del área de la huella.
- El lector biométrico permite una mayor seguridad dentro de los sistemas de seguridad ya que consisten en el reconocimiento de características físicas de una persona, estas como sabemos son intransferibles, en nuestro circuito utilizamos la huella dactilar.
- Un lector biométrico me permite principalmente controlar el ingreso a sitios específicos de las personas en nuestro caso el ingreso a las Oficinas No. 2 de la ESFOT.
- Se comprobó que el sonido de la sirena es lo suficientemente fuerte para alertar al personal de seguridad.
- Estos sistemas biométricos presentan una ventaja que es la de no llevar la llave, para el ingreso a las oficinas ya que la puerta de ingreso a las oficinas se abre mediante la colocación de la huella dactilar en el lector.
- En caso que se vaya la luz se puede alimentar el circuito con un UPS, la desventaja es los costos que esto produciría.

- La alarma es una parte importante dentro del circuito ya que ésta se encarga de alertar si se quiere violentar el ingreso de las oficinas.
- El circuito provee de una rápida respuesta, es decir, el usuario coloca su huella en el lector y manteniendo presionado el botón de identificación se abre rápidamente la puerta.

RECOMENDACIONES

- Existen los alambres del lector biométrico que no son flexibles por lo tanto no se lo puede mover indistintamente a cualquier sitio, así que es recomendable diseñar el circuito teniendo en cuenta esta consideración donde se va a colocar el modulo físicamente.
- En caso de que el sonido de alerta de la alarma no satisfaga al usuario se puede cambiar con una de mayor potencia.
- Se debe tomar en cuenta que el LCD va a tener una fuente alterna de alimentación en caso que la alimentación principal no funcione, si ésta se utiliza demasiado tiempo se debe cambiar la batería en caso que se agote.
- En la colocación del circuito se debe revisar el sitio físicamente donde se va a instalar, verificando que exista una fuente de alimentación de 110 voltios cercana.

- Es importante recordar que el último usuario en salir de las instalaciones debe activar la alarma mediante la correspondiente contraseña caso contrario, la alarma no está activada y ésta no alertará al personal de seguridad en caso que se fuerce la puerta.
- Se debe solo dejar a la vista solo el botón de identificación de la huella para que éste no sea manipulado por personas ajenas a la utilización del circuito.
- La grabación de las huellas de preferencia se debe realizar en una misma hora para que todos queden registrados en el lector.
- En caso de necesitar un LCD más grande se puede cambiar el de 2x16 y poner otro de mayores dimensiones de filas y columnas.
- Para alimentar al circuito podemos utilizar en lugar de un UPS una batería de 12 voltios la misma que puede ser recargable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Direcciones Electrónicas:

- www.bioapi.org
- www.biometricgroup.com
- <http://www.biometrics.org>
- <http://www.biometrics.org/research.htm>
- http://www.biometricscatalog.org/document_area/default.aspx
- <http://www.iriscan.com>
- <http://www.iscan.ca>
- www.monografias.com
- www.wikipedia.com
- www.encarta.com

Libros y Publicaciones:

- ROMO, Marcelo. Boletín 4, Las tecnologías biométricas [DISK]. Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 2003. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- ESPINOSA DURÓ, Virginia. Evaluación de Sistemas de Reconocimiento Biométrico [DISK]. Barcelona: Escuela Universitaria Politécnica de Mataro, 2004. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- VILLALBA, Alejandro, ARTACHO, Juan Manuel, SANCHEZ, Diego, BERNUÉS, Emiliano. Autenticuz: Sistema de reconocimiento facial para control de acceso automático [DISK]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2004. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format

- BHATTACHARYYA, Saurav, SRIKANTHAN, T. Sección Dos, Biométricos por voz [DISK]. Nanyang Technological University 2003. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- YUN, Yau Wei. The '123' of Biometric Technology [DISK]. Laboratories for Information Technology Co-Chair, Biometrics Working Group of Security & Privacy Standards Technical Committee 2003. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- TILTON, Cathy. Biometric Standards - An Overview [DISK]. DAON 2006. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Recommended Security Controls for Federal Information Systems [DISK] NIST 2006. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- THE BIOAPI CONSORTIUM. BioAPI Specification Version 1.1 [DISK]. The BioAPI Consortium 2001. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. Biometrics "Foundation Documents" [DISK]. NSTC 2006. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- FAA. Guidance package Biometrics for Airport Access Control [DISK]. FAA 2005. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- BUNDESAMT FÜR SICHERHEIT IN DER INFORMATIONSTECHNIK. Study: "An investigation into the performance of facial recognition systems relative to their planned use in photo identification documents – BioP I" [DISK]. BSI 2004. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- UNISYS. Research Global Study on the Public's Perceptions about Identity Management [DISK]. Unisys 2006. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- DU, Yingzi, IVES, Robert W., ETTER, Delores M., WELCH, Thad B. Use of one-dimensional iris signatures to rank iris pattern similarities [DISK]. Optical Engineering 2006. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- ICAO. Annex I Use of Contactless Integrated Circuits in Machine Readable Travel Documents Version 4.0 [DISK]. ICAO 2004. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format

- ICAO. MRTD Report. Volume 1 Number 1. ICAO 2006. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- TWAIN, Mark. Life on the Mississippi [DISK]. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- GALTON, Francis. Finger Prints [DISK]. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- TWAIN, Mark. The Tragedy of Pudd'nhead Wilson [DISK]. computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- KEOGH, Eamonn. The Science of Fingerprints[Disk] Eamonn Keogh 2000 computer disk; 3 ¼ mm. PDF format
- LAUFER, Berthold. History of the Finger--Print System. Volume 16 (2) Marzo/Abril 2000, pp 1-13
- HOSOM, John-Paul.COLE, Ron, FANTY, Mark. Speech Recognition Using Neural networks at the Center for Spoken Language Understanding. Oregon Graduate Institute of Science and Technology

Proyectos de Titulación:

- Escuela Politécnica Nacional, ESFOT, Electrónica y Telecomunicaciones, Patricio Correa
- Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Soraya Arévalo
- Escuela Politécnica Nacional, ESFOT, Electrónica y Telecomunicaciones, Alexis Lucero
- Escuela Politécnica Nacional, ESFOT, Electrónica y Telecomunicaciones, José Chávez