

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN CIRCUITO  
ELECTRÓNICO MEDIANTE UN SENSOR DE HUELLAS  
DACTILARES PARA EL CONTROL DE INGRESO Y SALIDA DEL  
PERSONAL AUTORIZADO AL CUARTO DE EQUIPOS DE  
COMPUTACIÓN UBICADO EN EL INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL  
PETRÓLEO - QUITO**

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

**CHAVARREA NAVARRETE GALO MAURICIO**

**[gchavarrea@eppetroecuador.ec](mailto:gchavarrea@eppetroecuador.ec)**

**CHILUISA TAMBO ANA LUCIA**

**[achiluisa@eppetroecuador.ec](mailto:achiluisa@eppetroecuador.ec)**

**DIRECTOR: ING. ALFREDO ARCOS**

**als14red@hotmail.com**

**Quito, Mayo, 2013**

# DECLARACIÓN

Yo: Galo Mauricio Chavarrea Navarrete, y:

Yo: Ana Lucía Chiluisa Tambo

Declaramos bajo juramento que el trabajo denominado : **“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN CIRCUITO ELECTRÓNICO MEDIANTE UN SENSOR DE HUELLAS DACTILARES PARA EL CONTROL DE INGRESO Y SALIDA DEL PERSONAL AUTORIZADO AL CUARTO DE EQUIPOS DE COMPUTACIÓN UBICADO EN EL INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL PETRÓLEO – QUITO “** es de nuestra autoría; ha sido desarrollado en base a la investigación exhaustiva respetando derechos intelectuales de terceros , conforme a las citas que constan al pie de las páginas correspondientes , cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía .

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente

Quito,23 de Abril de 2013

-----

-----

Galo Mauricio Chavarrea Navarrete

Ana Lucia Chiluisa Tambo

CI: 1716269459

CI: 1718484494

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Galo Mauricio Chavarrea Navarrete y Ana Lucia Chiluisa Tambo, bajo mi supervisión.

---

Ing. Alfredo Arcos Lara  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

# RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene por objetivo la construcción de un circuito electrónico mediante un sensor de huellas dactilares para el control de ingreso y salida del personal autorizado al cuarto de equipos de computación ubicado en el Instituto de Estudios del Petróleo – Quito y está estructurado en cuatro capítulos.

Capítulo I: Marco teórico, Capítulo II: Dispositivos empleados en el sistema, Capítulo III: Construcción de Hardware y Software del Sistema, Capítulo IV: Conclusiones, Recomendaciones, Manual de Usuario y Anexos.

El Capítulo I desarrolla de manera general la tecnología de identificación de huella dactilar, sistemas biométricos su clasificación y sus características, y por último describe el microcontrolador Atmel que es utilizado en este proyecto.

El Capítulo II trata en detalle de los dispositivos empleados en el sistema, exponen las características específicas de cada uno ellos, como por ejemplo el SENSOR DE HUELLA DACTILLAR FIM 5360 que se emplea en nuestro proyecto.

El Capítulo III expone como fueron diseñados y construidos los circuitos, la programación y la implementación del proyecto.

Finalmente en el Capítulo IV se encuentran las Conclusiones, Recomendaciones, Manual de usuario, Anexos y las Fichas Técnicas (datasheet), de los dispositivos empleados.

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por darme la oportunidad de culminar con éxito mis estudios, y porque siempre estuvo junto a mí para guiarme y levantarme, pero sobre todo por enseñarme a ser una mujer valiente y esforzada, agradezco a mi mami porque me brindó todo su ser y ha sido la mujer que me ha servido de inspiración para ponerme metas y alcanzarlas, a mis hermanos por apoyarme en todo momento, al Ing. Alfredo Arcos por haber dirigido este proyecto con responsabilidad , a mi esposo Jefferson por haber sido mi ayuda incondicional ya que supo ser de gran ayuda para la culminación de este proyecto, y a todos los profesores que dictan clase en la Escuela de Formación de Tecnólogos por su entrega y dedicación en bien de los estudiantes.*

*Ana Lucia Chiluisa Tambo*

## DEDICATORIA

*Quiero dedicar este trabajo a las personas que amo con todo mi corazón, a Dios a mi mami, mis hermanos y a mi esposo .*

*Ana Lucia Chiluisa Tambo*

## AGRADECIMIENTO

*A mis padres, quienes con amor me han brindado su apoyo y orientación dándome la oportunidad de realizar mis estudios para que cada día sea una persona de bien y productiva para el país.*

*A mi esposa Diana, quien siempre está a mi lado y me dio el impulso final para poder terminar el presente proyecto. Gracias por tu amor, paciencia y comprensión.*

*Al Ing. Alfredo Arcos nuestro director de tesis quien con sus conocimientos y apoyo supo guiar el desarrollo del presente proyecto.*

*A EP PETROECUADOR -Instituto de Estudios del Petróleo por brindarnos en sus instalaciones, todas las facilidades para la culminación del proyecto.*

*Agradezco a Dios por ser la luz en nuestras vidas, quien nos llena de bendiciones, sabiduría y humildad para afrontar todos los días un nuevo reto y superarlo.*

*Galo Mauricio Chavarrea Navarrete*

## DEDICATORIA

*Este proyecto va dedicado a mi pequeño hijo Stéfano, quien se encuentra en el cielo junto a Dios, quien me da las fuerzas para poder seguir adelante día a día.*

*A mi esposa Diana quien ha estado a mi lado dándome cariño, confianza y apoyo incondicional para seguir adelante.*

*A mis padres, hermanos, familiares y amistades que de una u otra manera me ayudaron a crecer personal y profesionalmente.*

*A Dios por mostrarnos día a día que con humildad, paciencia y sabiduría que todo es posible.*

*Galo Mauricio Chavarrea Navarrete*



# ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>6</b>
1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 LA IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS POR SUS HUELLAS DIGITALES.....	6
1.1.1 ANTECEDENTES.....	6
1.1.2 HUELLAS DACTILARES .....	8
1.1.3 TECNOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN POR HUELLA DACTILAR .....	9
1.2 SISTEMAS BIOMÉTRICOS .....	11
1.2.1 DEFINICIÓN .....	12
1.2.2 CARACTERÍSTICAS .....	12
1.2.3 TIPOS DE SISTEMAS BIOMÉTRICOS .....	12
1.2.3.1 RECONOCIMIENTO DEL IRIS .....	13
1.2.3.2 HUELLAS DACTILARES .....	14
1.2.3.3 RECONOCIMIENTO DE LA RETINA .....	15
1.2.3.4 FORMA DE LA MANO .....	15
1.2.3.5 MAPA DE VENAS DE LA MANO .....	16
1.2.3.6 RECONOCIMIENTO FACIAL.....	17
1.2.3.7 TERMOGRAFÍA FACIAL .....	18
1.3 SENSOR BIOMÉTRICO DE HUELLAS DIGITALES.....	18
1.3.1 MODELOS DE SENSORES DACTILARES .....	19
1.3.1.1 MODELOS ÓPTICOS.....	19
1.3.1.2 MODELOS TERMOELÉCTRICOS.....	19
1.3.1.3 MODELO CAPACITIVO .....	21
1.3.1.4 MECÁNICOS.....	23
1.3.1.5 SALIDA DINÁMICA.....	23
1.3.2 PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE HUELLAS DIGITALES .....	24
1.3.2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES. ....	24
1.3.2.2 TASAS DE ACEPTACIÓN Y DE ERROR .....	26

1.4	MICROCONTROLADORES.....	29
1.4.1	CONTROLADOR Y MICROCONTROLADOR.....	30
1.4.2	MICROPROCESADOR.....	30
1.4.3	MICROCONTROLADOR ATMEL.....	31
1.4.4	FAMILIA DE MICROCONTROLADORES .....	33
1.4.5	ARQUITECTURA DEL MICROPROCESADOR .....	34
1.4.5.1	MEMORIA FLASH.....	35
1.4.5.2	REGISTROS DE PROPÓSITO GENERAL .....	35
1.4.5.3	UNIDAD ARITMÉTICA LÓGICA (ALU) .....	35
1.4.5.4	EL REGISTRO DE ESTADO.....	35
1.4.5.5	SRAM.....	35
1.4.5.6	EEPROM .....	36
1.4.6	INTERRUPCIONES Y RECURSOS ESPECIALES.....	36
1.4.6.1	UNIDAD SPI .....	36
1.4.6.2	TEMPORIZADORES O "TIMERS" .....	37
1.4.6.3	PERRO GUARDIÁN O "WATCHDOG" .....	37
1.5	TECLADO MATRICIAL.....	37
1.5.1	ESTRUCTURA .....	37
1.5.2	FUNCIONAMIENTO .....	38
1.6	PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD).....	39
1.6.1	TWISTED NEMATICS (TN).....	40
1.6.1.1	EFECTO FREEDERICKSZ.....	40
1.6.1.2	FUNCIONAMIENTO .....	40
1.6.2	LOS CARACTERES EN EL LCD.....	41
1.7	OTROS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.....	42
1.7.1	RELÉ.....	42
1.7.1.1	VENTAJAS DEL USO DE RELÉS .....	43
1.7.2	TRANSISTOR DARLINGTON .....	44
<b>CAPÍTULO II</b> .....		46
2.	DISPOSITIVOS EMPLEADOS EN EL SISTEMA.....	46

2.1	SENSOR DE HUELLA DACTILAR FIM 5360.....	46
2.1.1	DESCRIPCIONES GENERALES.....	46
2.1.2	CUALIDADES DEL SENSOR.....	47
2.1.3	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DEL SENSOR.....	48
2.1.3.1	CARACTERÍSTICAS.....	48
2.1.3.2	VENTAJAS.....	49
2.1.4	APLICACIONES.....	50
2.1.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL HARDWARE.....	50
2.1.5.1	ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN.....	51
2.1.5.2	CARACTERÍSTICAS DE INTERFAZ.....	52
2.1.5.3	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MÓDULO FIM 3650.....	52
2.1.5.4	DESCRIPCIÓN DE LOS PINES SENSOR (JP1).....	53
2.1.5.5	PINES DE CONEXIÓN EXTERNA (JP2).....	54
2.2	MICROCONTROLADOR ATMEGA164P.....	54
2.2.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONAMIENTO.....	54
2.2.1.1	CONFIGURACIÓN DE PINES.....	55
2.2.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P.....	56
2.2.3.1	CARACTERÍSTICAS DE LOS PERIFÉRICOS.....	56
2.3	TECLADO HEXADECIMAL.....	57
2.4	DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO 2X16 (659M10).....	58
2.4.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LCD:.....	58
2.4.2	DESCRIPCIÓN DE PINES.....	59
2.4.3	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO LCD.....	59
2.5	CIRCUITO DE SIRENA.....	60
2.6	CIRCUITO PARA LA CHAPA ELÉCTRICA.....	60
2.7	SENSOR MAGNÉTICO.....	61
2.8	ULN 2003.....	61
2.9	REGULADORES DE VOLTAJE.....	63
2.9.1	REGULADOR DE VOLTAJE L7805.....	63
2.9.2	REGULADOR DE VOLTAJE LM 317.....	64

2.10	MAX-RS 232 (CONVERSOR TTL-RS232).....	65
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>67</b>
3.	CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA .....	67
3.1	CIRCUITO GENERAL.....	67
3.1.1	EL CIRCUITO DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P.....	68
3.1.2	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SENSOR FIM 5360 .....	69
3.2	PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA164P.....	70
3.2.1	DISEÑO DEL SOFTWARE .....	70
3.2.1.1	BASCOM AVR .....	70
3.2.1.2	DECISIÓN Y ESTRUCTURAS.....	70
3.2.2	PASOS PARA UNA PROGRAMACIÓN.....	72
3.3.	EAGLE.....	73
3.3.1.	EDITOR DE ESQUEMAS .....	74
3.3.2.	EDITOR DE LINEAS DE CONEXION.....	74
3.3.3.	EDITOR DE LIBRERÍA .....	75
3.4	CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO .....	76
3.3.1	ELABORACIÓN DE LA PLACA .....	77
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>81</b>
4.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, MANUAL Y ANEXOS.....	81
4.1.	CONCLUSIONES .....	81
4.2	RECOMENDACIONES .....	82
4.3	MANUAL DE USUARIO.....	83
4.3.1.	PROCESO DE ENROLAMIENTO.....	83
4.3.2.	PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS REGISTRADOS .....	86
4.4	ANEXOS .....	88
ANEXO A. CONFIGURACIÓN DE PINES DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P .....		89
ANEXO B. DIAGRAMA CIRCUITAL.....		90
ANEXO C. DIAGRAMA COMPLETO DEL CIRCUITO DE CONTROL .....		91
ANEXO D. PLACA DEL CIRCUITO .....		92
ANEXO E. DIAGRAMA DE FLUJO.....		93

DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO .....	94
ANEXO F. PROGRAMA .....	97
ANEXO G. FICHA TÉCNICA FIM5360 .....	116
ANEXO H. FICHA TÉCNICA MAX 232.....	131
ANEXO I. FICHA TÉCNICA ULN2003 .....	139
ANEXO J. FICHA TÉCNICA DISPLAY 16X2 659M10.....	147

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 LA IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS POR SUS HUELLAS DIGITALES

#### 1.1.1 ANTECEDENTES.-

Una huella dactilar o huella digital es la impresión visible o moldeada que produce el contacto de las crestas papilares de un dedo de la mano sobre una superficie.

La identificación basada en la huella dactilar es uno de los métodos más antiguos de identificación biométrica. Su historia se remonta al año 2200 a.c. El uso de huellas dactilares como código personal tiene una larga tradición, se usaba las impresiones dactilares para autenticar registros en arcilla, pues ya se conocía su carácter único y ya era utilizado por los sirios, babilonios, persas, chinos y japoneses<sup>1</sup>.

En la figura 1.1 se muestran unas monedas de arcilla con impresiones de huella dactilar.



**Figura 1.1:** Impresión de huella dactilar

---

<sup>1</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Juan\\_Vucetich](http://es.wikipedia.org/wiki/Juan_Vucetich)

El sistema de identificación de las personas a través de las huellas fue inventado por Juan Vucetich (nacido en la actual Croacia, registrado inicialmente con el nombre Iván Vučetić y nacionalizado argentino), el invento fue desarrollado y patentado en Argentina, donde también se usó por primera vez el sistema de identificación de huellas para esclarecer un crimen.

Vucetich usó inicialmente 101 rasgos de las huellas para clasificarlas en cuatro grandes grupos principales: arcos, presillas internas, presillas externas y verticilos. A partir de sus métodos, la policía bonaerense inició en 1891, por primera vez en el mundo, el registro dactiloscópico de las personas.

En el año 1892 hizo por primera vez la identificación de una asesina, con base en las huellas dejadas por sus dedos ensangrentados (en particular por su pulgar derecho) en la escena del crimen de sus dos hijos, en la ciudad de Necochea (Buenos Aires). La misma, de nombre Francisca Rojas, había acusado de los asesinatos a su marido.

En la figura 1.2, se presenta la huella del pulgar derecho de Francisca Rojas, primer asesino identificado por sus huellas digitales<sup>2</sup>.



**Figura 1.2:** Huella de Francisca Rojas

---

<sup>2</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Huella\\_dactilar](http://es.wikipedia.org/wiki/Huella_dactilar)

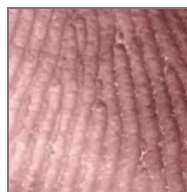
En este año Galton publica su libro llamado: “Huella Dactilar” donde ya menciona el primer sistema de clasificación individualidad y de permanencia de las huellas dactilares, demostrando lo que Faulds y Herschel ya sospechaban, según sus cálculos de probabilidad, que encontrar 2 huellas dactilares iguales serían de 1 en 64.000 millones.

Luego de más de un siglo de su implantación, aunque han variado sustancialmente los métodos de relevamiento, archivo y comparación, la identificación de huellas dactilares todavía se basa en los cuatro rasgos elegidos por Vucetich (arcos, presillas internas, presillas externas y verticilos).

### **1.1.2 HUELLAS DACTILARES**

Las huellas son formas que adopta la piel en la yema de los dedos, constituida por rugosidades y depresiones que se forman en el individuo cuando está en el útero materno. Al formarse la piel en el feto, ésta queda expuesta al mismo tiempo al líquido amniótico, a la presión de otras partes del cuerpo del feto, a los movimientos y la posición de éste en el útero, también se ve influida por la nutrición, la presión sanguínea, etc., en otras palabras su diseño depende del ambiente en que se encuentra.

En la figura 1.3, se observan las crestas papilares en un dedo, consecuencia de la alineación de papilas dérmicas en un plano más profundo. La zona deprimida que queda entre dos crestas papilares se llama surco interpapilar. Es el conjunto de las crestas y de los surcos lo que da a la huella dactilar su característica<sup>3</sup>.



**Figura 1.3:** Huella Dactilar

---

<sup>3</sup>[http://www.soitu.es/soitu/2008/03/07/salud/1204886814\\_853745.html](http://www.soitu.es/soitu/2008/03/07/salud/1204886814_853745.html)



Las crestas papilares son glándulas de secreción de sudor situadas en la dermis, llamadas glándulas 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.

### **1.1.3 TECNOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN POR HUELLA DACTILAR**

La huella dactilar consta de crestas papilares (las líneas que cruzan en sentido ascendente la yema de los dedos), y surcos que son los espacios entre las cresta. La combinación de crestas y surcos es única en cada individuo.

La identificación por huella dactilar se puede dividir en dos grandes grupos:

a) **Específica.-** Basada en los puntos de discontinuidad de terminaciones y bifurcaciones, denominados puntos de minucia. Esta técnica elabora un mapa con la ubicación relativa de "detalles" sobre la huella, los cuales permiten ubicar con certeza a un individuo. Sin embargo, existen algunas dificultades cuando se utiliza esta aproximación, es muy difícil ubicar los detalles con precisión cuando la huella suministrada es de baja calidad. También este método no toma en cuenta el patrón global de las crestas y los surcos.

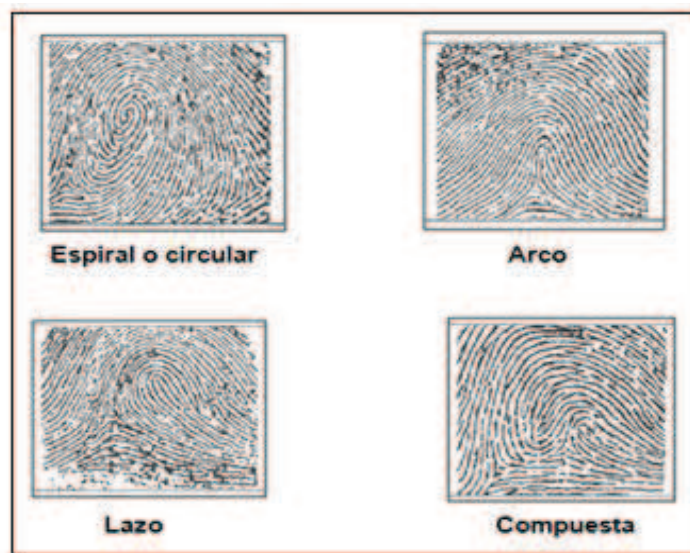
En la figura 1.4, podemos visualizar los detalles característicos que podemos encontrar en una huella dactilar:



**Figura 1.4:** Detalles en una huella dactilar

**b) General.-** Aproximación macroscópica. Se tienen en consideración el sentido de las crestas papilares.

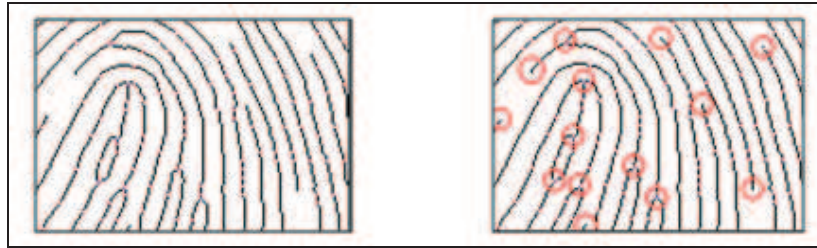
En la figura 1.5 encontramos ejemplos de huellas dactilares con arcos, curvas y espirales.



**Figura 1.5:** Ejemplos de huellas dactilares

La individualidad de la huella dactilar se determina por las crestas y surcos que la componen. Una huella dactilar completa consta con un promedio de 100 puntos de minucia. El área que se mide consta con un promedio de 30 a 60 puntos de minucia dependiendo del dedo y el sensor.

En la figura 1.6 se muestran las minucias destacadas en una huella dactilar.



**Figura 1.6:** Minucias en una huella dactilar

## 1.2 SISTEMAS BIOMÉTRICOS

Históricamente, la identificación personal se ha basado en posesiones especiales como llaves, tarjetas o en conocimientos secretos tales como palabras claves, Números de Identificación Personal (PIN), códigos, etc., todos estos con aspectos en común, son únicos, pero estos sistemas no son muy confiables ya que no identifican al individuo que porta dicho dispositivo, sino que permite el ingreso a cualquier persona que tenga la llave o sepa la clave de acceso, siendo así un sistema inseguro.

En la figura N° 1.7 se muestra un control de acceso mediante tarjeta magnética.



**Figura 1.7:** Control de acceso mediante Tarjeta Magnética<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup>[www.technoservicios.com/seguridad-electronica/control-de-acceso](http://www.technoservicios.com/seguridad-electronica/control-de-acceso)

### **1.2.1 DEFINICIÓN**

El término biometría proviene de los términos bio (vida) y metría (medida), estudia la identificación o verificación de individuos a partir de una característica física o del comportamiento de la persona. Esta tecnología se basa en que cada persona es única y posee rasgos distintivos que pueden ser utilizados para identificarla.

### **1.2.2 CARACTERÍSTICAS**

Las principales características que debe cumplir un sistema biométrico para la identificación de personal son:

- El desempeño: El sistema debe ser rápido, exacto y robusto al momento de identificar a un individuo.
- La aceptabilidad: Es el grado hasta el cual los usuarios están dispuestos a aceptar el sistema biométrico, el sistema debe proteger la integridad física de las personas y debe inspirar confianza ya que a veces en lugar de obtener información para validar un parámetro de acceso se puede estar profanando rasgos importantes del usuario.
- La fiabilidad: Esta característica refleja cuán seguro es el sistema al momento de validar la información de acceso, ya que en ocasiones se puede tratar de suplantar la identidad de una persona por medio de diferentes técnicas como por ejemplo crear dedos de látex, prótesis de ojos, grabaciones de voz, etc.

### **1.2.3 TIPOS DE SISTEMAS BIOMÉTRICOS**

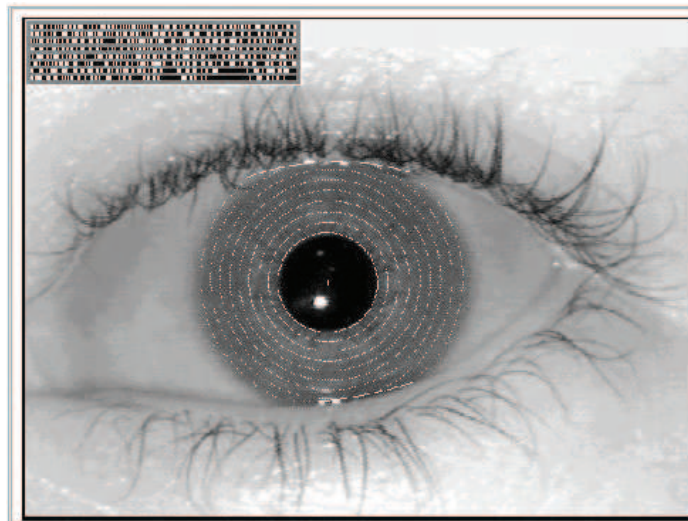
El ser humano posee características que lo hacen único, como las huellas dactilares, la voz, el rostro, e incluso el iris del ojo. Entonces por analogía podemos decir que nosotros llevamos nuestras propias palabras claves, tarjetas, o números PIN.

Entrando así al mundo de la Biometría, la cual consiste en la identificación o verificación de la identidad de forma automática de un individuo, empleando sus características biológicas, psicológicas y de conducta. La evolución tan vertiginosa de la tecnología ha llevado a estos sistemas desde el plano de la ciencia-ficción a la realidad. Tanto así que podemos encontrar sistemas que procesan las siguientes variables biométricas:

### 1.2.3.1 RECONOCIMIENTO DEL IRIS

Una propiedad que el iris comparte con las huellas dactilares es la morfología aleatoria de su estructura. No existe alteración genética en la expresión de este órgano más allá de su forma anatómica, fisiología, color y apariencia general.

Debido a que el iris es un órgano interno protegido, con textura aleatoria, estable (sin cambios), él puede ser usado como una clave viva que no necesita ser recordada pero que siempre estará ahí.



**Figura 1.8:** Iris humano con su *Iriscode*

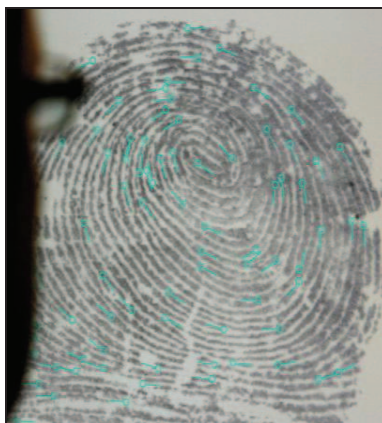
Para ello, se captura una imagen del iris en blanco y negro, en un entorno correctamente iluminado; esta imagen se somete a deformaciones pupilares (el

tamaño de la pupila varía en función de factores externos, como la luz), y de ella se extraen patrones, que a su vez son sometidos a transformaciones matemáticas hasta obtener una cantidad de datos (típicamente 256 KBytes), suficiente para los propósitos de autenticación.

En la figura 1.8 se muestra una imagen de un iris humano con su iriscódigo asociado, la cual es comparada con otra tomada con anterioridad y almacenada en la base de datos del sistema, de forma que si ambas coinciden el usuario se considera autenticado con éxito; la probabilidad de una falsa aceptación es la menor de todos los modelos biométricos<sup>5</sup>.

### 1.2.3.2 HUELLAS DACTILARES

Cada individuo posee uno y solo un arreglo de detalles lo que genera un patrón característico, tal como se muestra en la figura 1.9, con el cual es imposible que exista otra persona con el mismo código patrón de detalles, incluso siendo estos gemelos idénticos.



**Figura 1.9:** Trazado de huellas dactilares

---

<sup>5</sup><http://www.monografias.com/trabajos38/autenticacion-biometrica/autenticacion-biometrica2.shtml>

### 1.2.3.3 RECONOCIMIENTO DE LA RETINA

Es uno de las tecnologías biométricas más seguras, es considerada una tecnología invasiva que captura y analiza los patrones de la red vascular alrededor del nervio óptico. Esta característica biométrica puede verse afectada por glaucomas, diabetes, presión alta, etc.

El escáner de retina ilumina, a través de la pupila, una región de la retina con luz infrarroja y almacena la información del contraste de los patrones vasculares reflejados, tal como se muestra en la figura 1.10.



**Figura 1.10:** Patrones vasculares de la Retina

### 1.2.3.4 FORMA DE LA MANO

Cuando un usuario necesita ser autenticado, sitúa su mano sobre un dispositivo lector con unas guías que marcan la posición correcta para la lectura. Una vez la mano está correctamente situada, unas cámaras toman una imagen superior y otra lateral, de las que se extraen ciertos datos como anchura, longitud, área, y determinadas distancias, tal como se muestra en la figura 1.11<sup>6</sup> 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.

---

<sup>6</sup><http://www.trazablog.com/?p=1000>



**Figura 1.11:** Escaneo de la forma de la mano

Estos analizadores de geometría de la mano son capaces de aprender, a la vez que autentican a un usuario, actualizan su base de datos con los cambios que se puedan producir en la muestra (un pequeño crecimiento, adelgazamiento, el proceso de cicatrizado de una herida, etc.); de esta forma son capaces de identificar correctamente a un usuario cuya muestra se tomó hace años, pero que ha ido accediendo al sistema con regularidad. Este hecho, junto a su rapidez y su buena aceptación entre los usuarios, hace que los autenticadores basados en la geometría de la mano sean los más extendidos dentro de los biométricos a pesar de que su tasa de falsa aceptación se podría considerar inaceptable en algunas situaciones: no es normal, pero sí posible, que dos personas tengan la mano lo suficientemente parecida como para que el sistema las confunda.

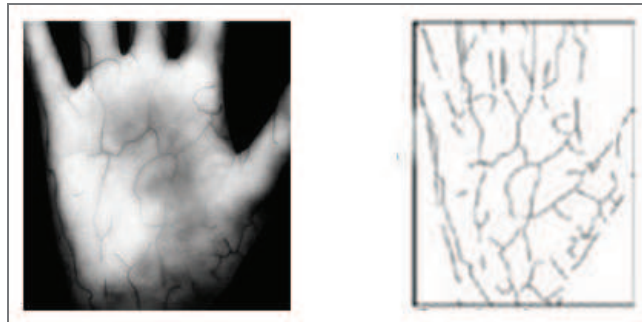
#### **1.2.3.5 MAPA DE VENAS DE LA MANO**

La tecnología que captura la biometría de la mano consta de un escáner que obtiene una imagen del tramado de las venas de la palma de la mano a través del reflejo de ondas de frecuencia corta (casi infrarrojos). Las venas son elementos internos del cuerpo humano y tienen infinitas características que las diferencian. Esto sucede porque la hemoglobina desoxidada de la sangre absorbe parte de esos rayos reduciendo el radio de reflexión y provocando que las venas aparezcan como un patrón negro en la imagen final, tal como se muestra en la figura N° 1.12<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup><http://www.lagaceta.com.ar/nota/222028>





**Figura 1.12:** Escaneo de las venas de la mano

Con estas cualidades, el sensor es mucho más preciso que los lectores de huellas dactilares o del iris ocular. Incluso, los investigadores demostraron que el dispositivo es más eficiente porque es único para cada persona y porque permanece inalterable desde que el individuo se encuentra en el feto. Teniendo también en cuenta que este patrón no cambia con el crecimiento, sino que simplemente se amplía, es fácil deducir que asumir una falsa identidad falsificando las venas es imposible.

#### **1.2.3.6 RECONOCIMIENTO FACIAL**

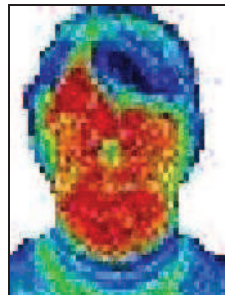
El reconocimiento facial es un sistema biométrico que realiza, mediante la captura de una cámara, un patrón de la cara del usuario. En la figura 1.13 se muestra un dispositivo que realiza el reconocimiento facial de una persona, el cual se lo compara con una base de datos ya almacenada anteriormente.



**Figura 1.13:** Reconocimiento facial

### 1.2.3.7 TERMOGRAFÍA FACIAL

Es un área de interés relativamente nueva que mide los patrones infrarrojos de la emisión de calor de la cara, causado por el flujo de sangre bajo la piel, tal como se muestra en la figura 1.14<sup>8</sup>, los sensores termográficos miden la temperatura de un objeto.



**Figura 1.14:** Termografía facial

Esta es una tecnología no invasiva, que no requiere de contacto físico, es continua y accesible a la mayoría de usuarios. La verificación o identificación puede ser lograda a dos o más pies de distancia y sin que el usuario tenga que esperar largos periodos de tiempo o no hacer nada más que mirar a la cámara<sup>9</sup>.

Luego de analizar algunos de los diferentes tipos de sistemas biométricos, nos centraremos en el sistema Biométrico de huellas Digitales el cual es un elemento fundamental para la realización de este proyecto.

## 1.3 SENSOR BIOMÉTRICO DE HUELLAS DIGITALES.

Las tecnologías biométricas automatizan el proceso de usar una característica fisiológica para comprobar la identidad de alguna persona. La posibilidad de que dos gemelos idénticos tengan la misma huella digital es probablemente menos de una en mil millones. La comparación de la huella digital es el método más ampliamente utilizado de autenticación biométrica y el más rentable.

---

<sup>8</sup>[http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed429/sistemas\\_biometricos.htm](http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed429/sistemas_biometricos.htm)

<sup>9</sup>[http://www.portaldeseguridad.com/gdc\\_notapub.php?cod\\_notas=895](http://www.portaldeseguridad.com/gdc_notapub.php?cod_notas=895)

Un sistema Biométrico por definición, es un sistema automático capaz de:

1. Obtener la muestra biométrica del usuario final.
2. Extraer los datos de la muestra.
3. Comparar los datos obtenidos con los existentes en la base de datos.
4. Decidir la correspondencia de datos.
5. Indicar el resultado de la verificación.

### **1.3.1 MODELOS DE SENSORES DACTILARES**

Existen diferentes modelos de sensores para la obtención de las imágenes de las huellas dactilares, los cuales describiremos algunos a continuación:

#### **1.3.1.1 MODELOS ÓPTICOS**

El método óptico es uno de los más comunes. El núcleo del escáner óptico es una cámara CCD (Dispositivo de Carga Acoplada). La cámara CCD consiste simplemente en una serie de diodos sensibles a la luz llamados fotolitos. Normalmente el dedo se coloca en una placa de cristal y la cámara hace una foto. El sistema CCD tiene una capa de LEDs (diodos emisores de luz) para iluminar las crestas y surcos del dedo.

La ventaja de los sistemas ópticos es su bajo precio; la desventaja es que son bastante fáciles de falsificar. Otro problema es que en ocasiones pueden permanecer en la superficie del sensor algunos rasgos de una huella anterior.

#### **1.3.1.2 MODELOS TERMOELÉCTRICOS**

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 auto limpiado 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.

En la figura 1.15, se muestra un dispositivo basado en tecnología termoeléctrica de la empresa Fingerchip<sup>10</sup>.



**Figura 1.15:** Sensor dactilar termoeléctrico

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.

---

<sup>10</sup><http://www.neurotechnology.com/fingerprint-scanner-atmel-fingerchip.html>

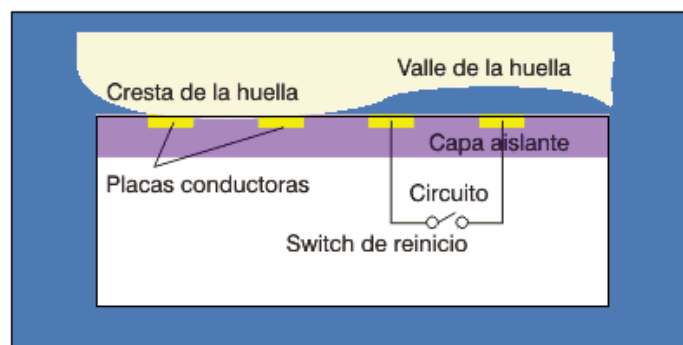
Este calentamiento es necesario para evitar la posibilidad de un equilibrio térmico entre el sensor y la superficie de la yema dactilar.

El elevado volumen de diseño del escáner permite que su precio sea bajo ya que en el proceso de manufacturación se necesita menos silicona.

### 1.3.1.3 MODELO CAPACITIVO

Como los lectores ópticos, los lectores capacitivos de huella digital generan una imagen de las crestas y valles que conforman una huella digital, pero en vez de hacerlo con luz, los capacitores utilizan corriente eléctrica.

La figura 1.16, muestra un ejemplo de sensor capacitivo. El sensor está hecho de uno o más chips integrados de silicio cuya superficie está cubierta por un arreglo de pequeñas celdas. Cada celda incluye dos placas conductoras, cubiertas con una capa aislante. Las celdas son más pequeñas que el ancho de una cresta del dedo.



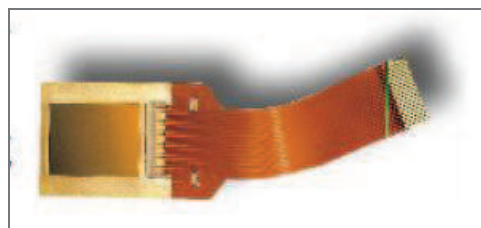
**Figura 1.16:** Sensor capacitivo

La superficie del dedo actúa como una tercera placa capacitiva, separada por las capas aislantes en la estructura de la celda y, en el caso de los valles de la huella, una bolsa de aire. La capacidad entre los electrodos, que forma un camino de realimentación para un amplificador inversor, al variar la distancia entre las placas capacitivas (moviendo el dedo más cerca o más lejos de las placas conductoras),

se cambia la capacitancia total ( habilidad para almacenar una carga) de el capacitor. Gracias a esta cualidad, el capacitor en una celda bajo una cresta tendrá una capacitancia más grande que el capacitor en una celda bajo un valle, ya que la distancia al dedo altera la capacitancia, la cresta de un dedo resultará en una salida de voltaje diferente a la del valle de un dedo. El procesador del lector lee esta salida de voltaje y determina si es característico de una cresta o un valle. Al leer cada celda en el arreglo de sensores, el procesador puede construir una imagen de la huella, similar a la imagen capturada por un lector óptico.

La principal ventaja de un lector capacitivo es que requiere una verdadera forma de huella digital y no sólo un patrón de luz y oscuridad que haga la impresión visual de una huella digital. Esto hace que el sistema sea más difícil de engañar<sup>11</sup>.

Una gran ventaja de este sensor es que requiere una huella real, trabaja con pieles sanas normales, ya que no son operativos cuando se utilizan sobre pieles con zonas duras, callos o cicatrices. Entre sus desventajas denotamos que el sensor es susceptible a las descargas electrostáticas, la humedad, la grasa o el polvo también pueden afectar a su funcionamiento presentando imágenes negras o pálidas<sup>12</sup>. Las empresas líderes en este sector son: Verdicom, Sony, STMicroelectronics e Infineon, el cual se muestra en la figura 1.17.



**Figura 1.17:** Sensor Infineon FingerTIP

---

<sup>11</sup><http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/11025738/Lectores-de-huellas-digitales.html>

<sup>12</sup>[http://www.appliedbiometrics.com/fileadmin/download/Article\\_Huellas\\_Dactilares.pdf](http://www.appliedbiometrics.com/fileadmin/download/Article_Huellas_Dactilares.pdf)

#### 1.3.1.4 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<sup>13</sup>.

En la figura 1.18, se muestra un sensor tipo mecánico.



**Figura 1.18:** BMF BLP100-SENSOR

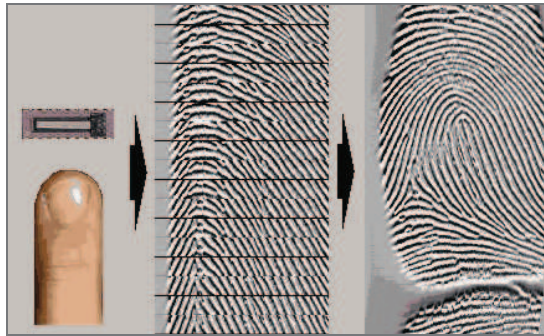
#### 1.3.1.5 SALIDA DINÁMICA

Actualmente hay un nuevo tipo de sensor que en lugar de colocar el dedo de forma estática sobre el sensor, el dedo se desplaza lentamente a lo largo del mismo. El sensor sólo 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.

En la figura 1.19 se muestra como el sensor toma una secuencia de imágenes para luego agruparlas y crear una sola imagen de la huella registrada.

---

<sup>13</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_de\\_huella\\_digital#.C3.93pticos\\_reflexivos](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_huella_digital#.C3.93pticos_reflexivos)



**Figura 1.19:** Obtención de huella mediante secuencia de imágenes<sup>14</sup>

El uso más importante está en el control de acceso para computadoras portátiles y PDAs (Personal Digital Assistant o Ayudante personal digital ), tal como se muestra en la figura 1.20, cada vez más dispositivos están equipados con estos sensores.



**Figura 1.20:** Sensor de huella en una computadora

## **1.3.2 PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE HUELLAS DIGITALES**

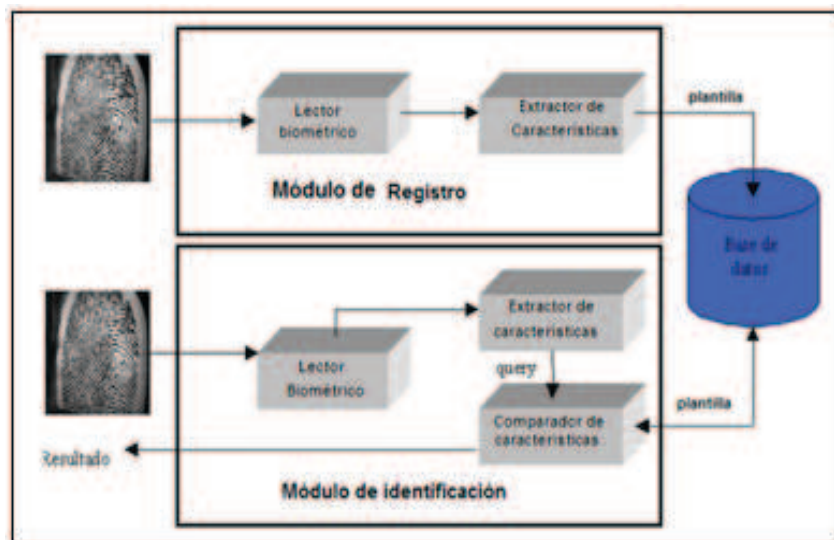
### **1.3.2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES.**

La figura 1.21, se muestra el diagrama de bloques, el cual describe de una manera gráfica, cual es el proceso de identificación de huellas dactilares.

---

<sup>14</sup> <http://fingerchip.pagesperso-orange.fr/fingerchip2/jfm.htm>





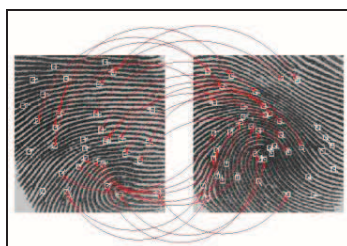
**Figura 1.21:** Identificación de huellas dactilares

- a) **Base de datos.**- La base de datos del sistema consiste en una colección de datos y huellas dactilares que corresponden a los usuarios autorizados que tienen acceso al sistema.
- b) **Registro.**- Este módulo llamado también de enrolamiento, es responsable de la toma de muestras individuales en la base de datos del sistema biométrico. En esta fase, la característica biométrica del individuo es primero escaneada para producir una representación digital, esta representación digital es procesada por medio de un extractor de las características para generar una representación compacta llamada "Plantilla".
- c) **Identificación.**- La tarea del módulo de identificación es de autenticar la identidad del usuario que intenta ingresar al sistema. El módulo consta de un algoritmo de extracción de minucias, el mismo que en el módulo de registro, y un algoritmo de comparación de minucias en el que se comparan las minucias de la base de datos con las minucias de la huella dactilar del usuario que quiere ingresar al sistema. En caso de coincidir ambas

minucias, el usuario es autenticado y se le es permitido el ingreso al sistema. En caso contrario, el acceso al sistema es denegado al usuario.

Los puntos de minucia se representan por una línea de puntos en un sistema de coordenadas. Estos se añaden con el ángulo de la tangente del punto de minucia local a un código dactilar o directamente a una plantilla de referencia. La plantilla puede constar de más de un código dactilar para ampliar la cantidad de información así como el área a considerar. En general esto lleva a una cualidad de plantilla más alta y por tanto a un valor también elevado de similitud entre plantilla y modelo. Sin embargo, muy pocas veces se dan huellas sin ningún tipo de punto de minucia<sup>15</sup>.

Resulta también muy difícil extraer los puntos de minucia cuando la huella dactilar es de baja calidad. En la figura 1.22, se muestra la comparación entre una huella ingresada y otra almacenada en la base de datos con anterioridad para verificar su correspondencia de minucias entre ellas.



**Figura 1.22:** Comparación de minucias de una huella

### 1.3.2.2 TASAS DE ACEPTACIÓN Y DE ERROR

Dentro del proceso de reconocimiento, es necesario emplear técnicas muy robustas que no se vean afectadas por algún ruido obtenido en la imagen, además de incrementar la precisión en tiempo real. Un sistema comercial empleado para la

---

<sup>15</sup><http://tesiuami.izt.uam.mx/uam/aspuam/presentatesis.php?recno=12426&docs=UAMI12426.pdf>

identificación de huellas dactilares requiere de un muy bajo promedio de rechazos falsos (FRR) para un promedio de aceptación falso (FAR).

**Tasa de Falsa Aceptación:** (False Acceptance Rate, FAR), se refiere a la probabilidad de que un sistema biométrico incorrectamente identifique a un individuo o falle en rechazar a un impostor, es decir el porcentaje de personas no autorizadas que son aceptadas y no pertenecen al sistema. En la actualidad los fabricantes ofrecen una Tasa de Falsa Aceptación que varía entre 0.0001% y 0.1%.

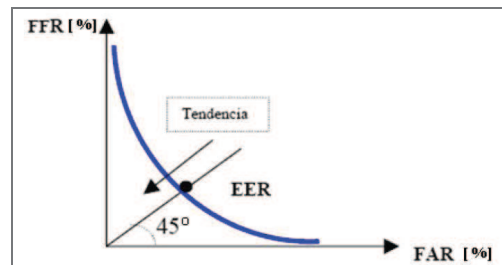
Hay que recordar que para poder ingresar una persona no autorizada primero debe intentarlo, por tal razón la Tasa de Falsa Aceptación debe multiplicarse por el número de intentos de personas no autorizadas, para obtener el número de posibles ocurrencias.

**Tasa de Falso Rechazo:** (False Rejection Rate, FRR), es la probabilidad de que un sistema biométrico falle en identificar la identidad de un usuario. Es decir, el porcentaje de personas autorizadas y que no son aceptadas por el sistema.

Hoy en día los sistemas biométricos presentan una Tasa de Falso Rechazo entre 0.00066% y 1.0%, esta tasa debe ser baja ya que un sistema eficiente evita inconvenientes y puede molestar a un usuario al ser rechazado por un dispositivo que lo ha reconocido anteriormente.

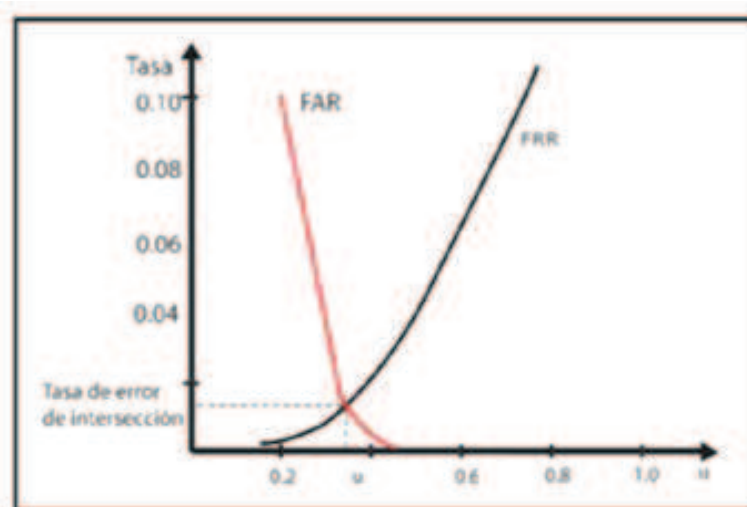
**Tasa de Igual Error:** (Equal Error Rate, ERR), es un parámetro o umbral que permite igualar a los dos factores FAR y FRR debido a que responde a parámetros inversamente proporcionales, por lo tanto varían de acuerdo a condiciones prefijadas por el programa del dispositivo, en efecto, usualmente el resultado del proceso de identificación o verificación será un número real normalizado en el intervalo de 0 a 1, el mismo que determinará el poder de identificación del sistema.

La figura 1.23, muestra la representación de la curva característica de la Tasa de Igual Error.



**Figura 1.23:** Curva Tasa de Igual Error

Cuando se utiliza el programa en un entorno de máxima seguridad, es necesario que el FAR sea el más pequeño posible. Se puede observar que aumenta el factor FRR cuando FAR disminuye y viceversa, ya que estas funciones de hecho son duales una de la otra, como se muestra en la figura 1.24.



**Figura 1.24:** Gráfica FRR-FAR como funciones del umbral (u) para un sistema biométrico.

## 1.4 MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador es un circuito integrado que contiene todas las partes funcionales de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna. Esta última característica es la que le confiere la denominación de “controlador incrustado” (embedded controller). Se dice que es “la solución en un chip” porque su reducido tamaño minimiza el número de componentes y por ende el costo.

El microcontrolador es un computador dedicado. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan la conexión de sensores y actuadores del dispositivo a controlar. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada. En la figura 1.25 se muestra la estructura general de un microcontrolador.

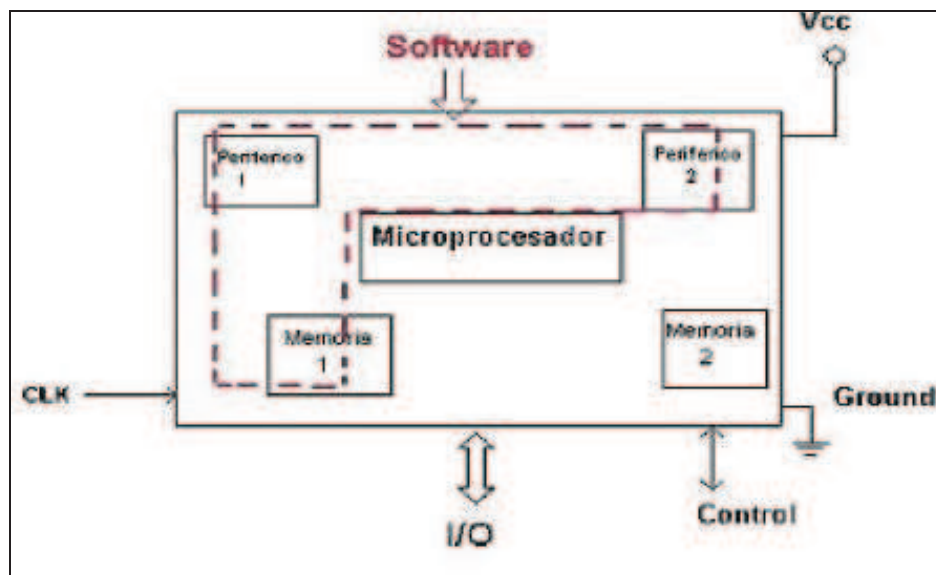
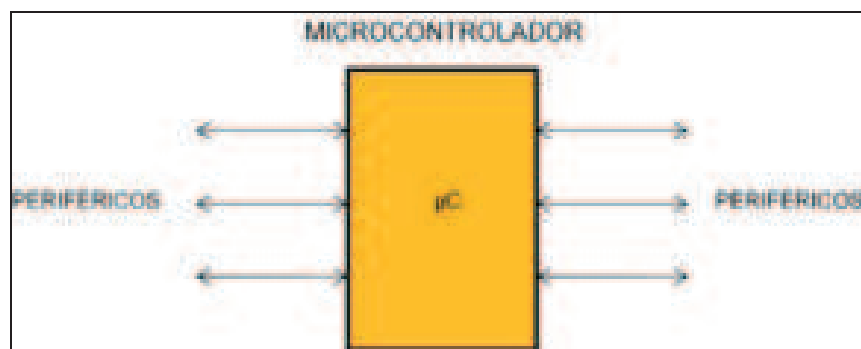


Figura 1.25: Estructura de un microcontrolador

### 1.4.1 CONTROLADOR Y MICROCONTROLADOR

Un controlador es el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Aunque el concepto de controlador ha permanecido invariable a través del tiempo, su implementación física ha variado frecuentemente. Hace tres décadas, los controladores se construían exclusivamente con componentes de lógica discreta, posteriormente se emplearon los microprocesadores, que se rodeaban con chips de memoria y E/S sobre una tarjeta de circuito impreso. En la actualidad, todos los elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual recibe el nombre de microcontrolador. Realmente consiste en un sencillo pero completo computador contenido en el corazón (chip) de un circuito integrado. En la figura 1.26 se muestra el esquema de un microcontrolador.

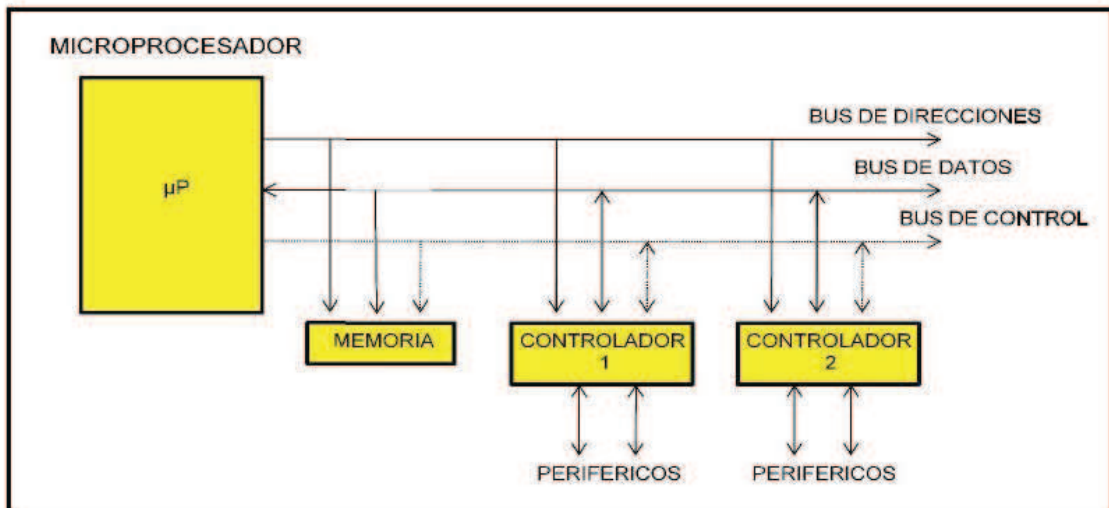


**Figura 1.26:** Esquema de un microcontrolador

### 1.4.2 MICROPROCESADOR

El microprocesador es un circuito integrado que contiene la Unidad Central de Proceso (UCP), también llamada procesador de un computador. La UCP está formada por la Unidad de Control, que interpreta las instrucciones, y el Camino de Datos, que las ejecuta. Los pines de un microprocesador sacan al exterior las líneas de sus buses de direcciones, datos y control, que permiten conectarse con la Memoria y los Módulos de E/S, y configurar un computador implementado por varios circuitos integrados. Se dice que un microprocesador es un sistema abierto

ya que su configuración es variable de acuerdo con la aplicación a la que se destine. En la figura 1.27 podemos observar la estructura interna de un microprocesador.



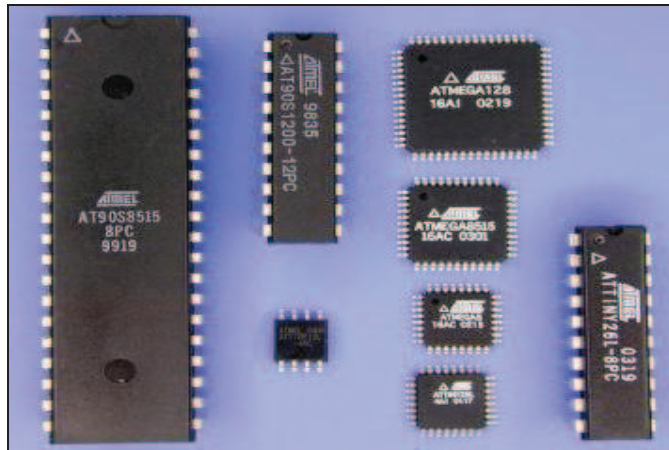
**Figura 1.27:** Esquema de un microprocesador

### 1.4.3 MICROCONTROLADOR ATMEL

Como se explicó anteriormente, un microcontrolador es un chip que posee en su interior a un microprocesador, memoria de programa, memoria de datos y puertos para comunicarse con el exterior.

Los AVR, son una familia de microcontroladores RISC (Reduced Instruction Set Computer) de 8 bits fabricados por Atmel. La arquitectura fue concebida por dos estudiantes en el Norwegian Institute of Technology; posteriormente refinada en Atmel Norway, la empresa subsidiaria de Atmel fundada por los dos arquitectos del chip.

En la figura 1.28, se observa al microcontrolador Atmel con distintas presentaciones de encapsulados<sup>16</sup>.



**Figura 1.28:** Tipos de encapsulados

Los AVR, son CPUs con arquitectura Harvard. Tiene 32 registros de propósito general de 8 bits, de dos memorias independientes, una que contiene sólo instrucciones y otra sólo datos. Ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso y es posible realizar operaciones de lectura y/o de escritura simultáneamente en ambas memorias.

Estos registros, los registros de entrada - salida y la memoria de datos forman un solo espacio de localidades, que se acceden mediante operaciones de carga y de almacenamiento.

En estas etapas el repertorio de instrucciones de máquina es muy reducido y las instrucciones son simples y generalmente les permite ejecutar la mayoría de las instrucciones en un ciclo de reloj, lo que los hace relativamente rápidos entre los

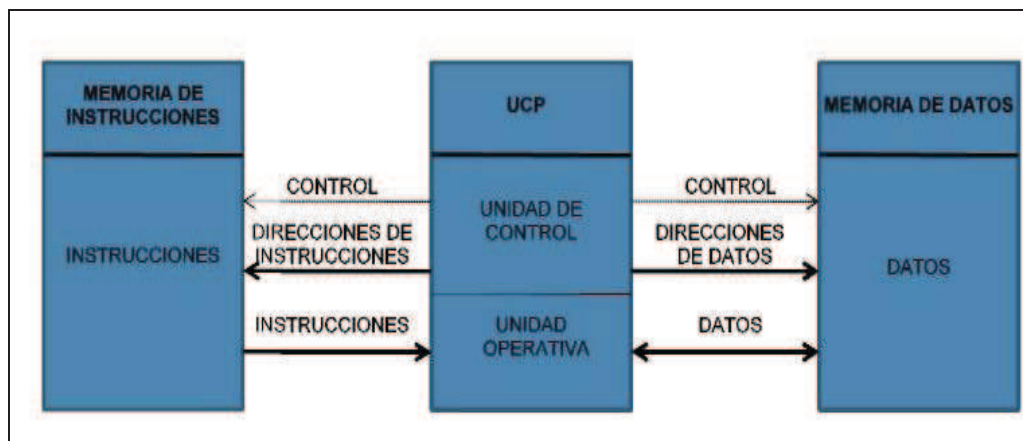
---

<sup>16</sup><http://cursodemicro.blogspot.com/2008/03/curso-de-microcontroladores-pic-avr.html>



microcontroladores de 8 bits, la sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.

Los microcontroladores AVR, trabajan con sus direcciones y datos, utilizando la arquitectura Harvard, representada en la figura 1.29<sup>17</sup>.



**Figura 1.29:** Arquitectura Harvard

#### 1.4.4 FAMILIA DE MICROCONTROLADORES

Las instrucciones son utilizadas por diferentes modelos que comparten el mismo núcleo, pero que tienen distintos periféricos y cantidades de RAM y ROM: van desde la serie Tiny, como el ATtiny11 de 1KB de memoria flash, sin RAM y 8 pines, hasta la serie Xmega, como el ATxmega256A3 con 256KB de memoria flash, 16KB de memoria SRAM, 4KB de memoria EEPROM, conversor análogo digital de 12 bits y 16 canales, comparador analógico, temporizadores, etc. La compatibilidad entre los distintos modelos es de un grado razonable.

Los microcontroladores de AVR, son la familia más grande de los procesadores que comparten una sola arquitectura base. Además se puede utilizar las mismas herramientas de desarrollo para todos los microcontroladores AVR.

<sup>17</sup><http://perso.wanadoo.es/pictob/micropic.htm>

### 1.4.5 ARQUITECTURA DEL MICROPROCESADOR

La función principal del núcleo del microcontrolador (CPU), es asegurar una correcta ejecución del programa. La CPU, por lo tanto, debe acceder a memorias, realizar cálculos, controlar periféricos y manejar interrupciones.

El AVR usa una arquitectura Harvard, con memorias y buses separados para el programa y los datos, a fin de maximizar el desempeño y el paralelismo.

En la figura 1.30 observamos la arquitectura interna de un microprocesador.

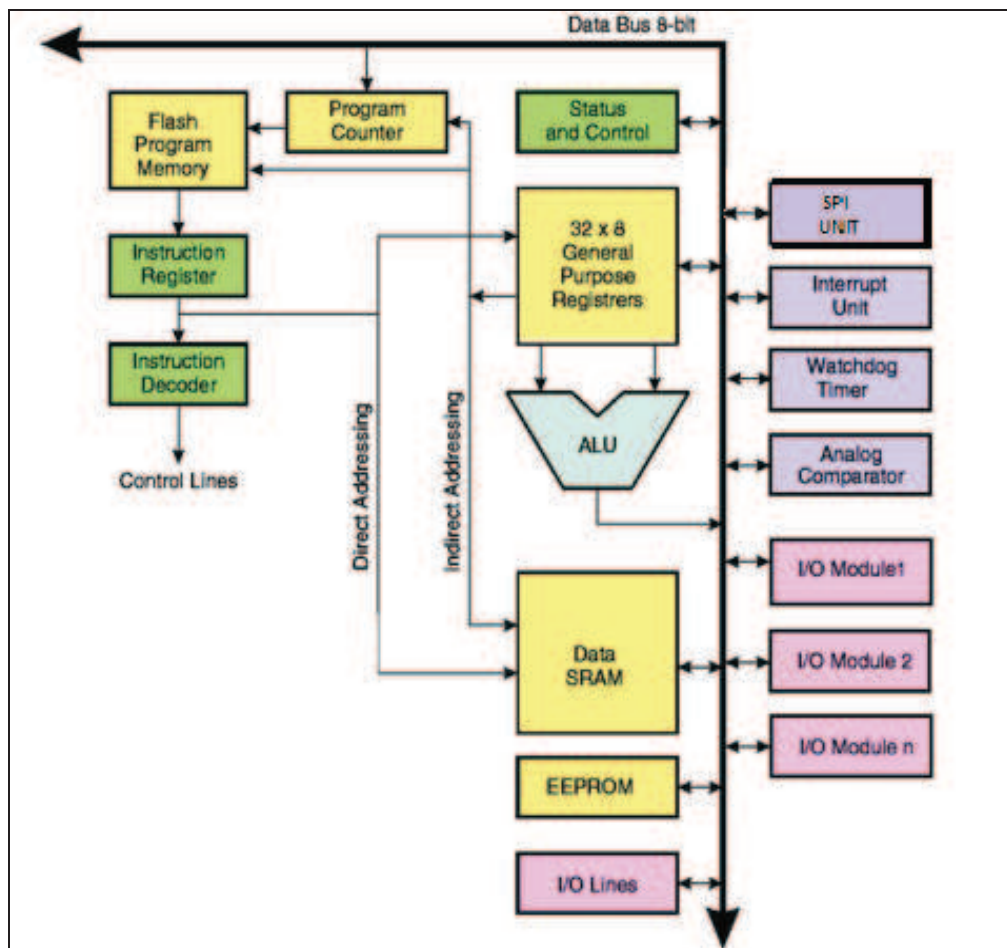


Figura 1.30: Arquitectura AVR utilizado en el circuito

#### **1.4.5.1 MEMORIA FLASH**

Aquí es donde se almacenan todas las instrucciones del programa, es la memoria flash reprogramable en el sistema.

#### **1.4.5.2 REGISTROS DE PROPÓSITO GENERAL**

El microprocesador contiene 32 registros de trabajo de propósito general de 8 bits, con un tiempo de acceso de un solo ciclo de reloj. Esto permite la operación de la Unidad Aritmético Lógica (ALU) en un sólo ciclo.

#### **1.4.5.3 UNIDAD ARITMÉTICA LÓGICA (ALU)**

Realiza las operaciones aritméticas. En una típica operación de la Unidad Aritmética Lógica (ALU), se toman 2 operandos del Archivo de Registros, se ejecuta la operación, y el resultado se almacena nuevamente en el Archivo de Registros en un ciclo de reloj. Luego de una operación aritmética, el Registro de Estado se actualiza para reflejar la información sobre el resultado de la operación.

#### **1.4.5.4 EL REGISTRO DE ESTADO**

El Registro de Estado contiene información sobre el resultado de la instrucción recientemente ejecutada. Esta información se puede usar para alterar el flujo del programa a fin de ejecutar operaciones condicionales.

#### **1.4.5.5 SRAM**

Es donde residen los Registros Específicos (SFR) del AVR, tienen direcciones de 0 a 31. Casi todos estos registros son utilizados por el compilador o pueden ser utilizados en el futuro. Cada registro es utilizado dependiendo de los enunciados programados a usar.

#### **1.4.5.6 EEPROM**

Son memorias de sólo lectura, programables y borrables eléctricamente, EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), este tipo de memoria guarda un dato de manera permanente, pudiendo conservar su contenido cuando no hay energía.

Se va extendiendo entre en los fabricantes la tendencia de incluir una pequeña zona de memoria EEPROM en los circuitos programables, para guardar y modificar cómodamente una serie de parámetros que adecuan el dispositivo a las condiciones del entorno.

#### **1.4.6 INTERRUPCIONES Y RECURSOS ESPECIALES**

Las interrupciones son utilizadas para realizar el control de eventos y pueden presentarse en cualquier momento sin importar la línea que se encuentre ejecutando el programa, realizando tareas específicas<sup>18</sup>.

Cuando una interrupción es detectada, el programa se detiene para ingresar a una subrutina y atender la causa de la interrupción, al finalizar esta, el programa regresa al lugar donde estaba antes de ingresar a la interrupción, para continuar con el funcionamiento normal del programa. El microcontrolador posee interrupciones internas, externas y un nivel configurable de estas, que son descritas a continuación.

##### **1.4.6.1 UNIDAD SPI**

La unidad SPI (Interfase Serial Periférico), es un bus de datos serial síncrono que opera en modo full dúplex. Permite la comunicación entre maestro/esclavo utilizando un bus de cuatro líneas.

---

<sup>18</sup><http://perso.wanadoo.es/pictob/microcr.htm>

#### **1.4.6.2 TEMPORIZADORES O "TIMERS"**

Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores), y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores).

Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso.

Cuando se desean contar acontecimientos que se materializan por cambios de nivel o flancos en alguna de las patillas del microcontrolador, el mencionado registro se va incrementando o decrementando al ritmo de dichos impulsos.

#### **1.4.6.3 PERRO GUARDIÁN O "WATCHDOG"**

El Perro guardián consiste en un temporizador que, cuando se desborda y pasa por 0, provoca un reseteo automáticamente en el sistema, esto sucede cuando el microcontrolador se bloquea por un fallo del software u otra causa, para luego reiniciarse el sistema<sup>19</sup>.

### **1.5 TECLADO MATRICIAL**

Es un dispositivo de entrada generalmente conectado hacia el microprocesador el cual permite introducir únicamente señales de voltaje al instante de ser presionada cualquier tecla y de esta manera ser procesado este valor para su respectiva aplicación.

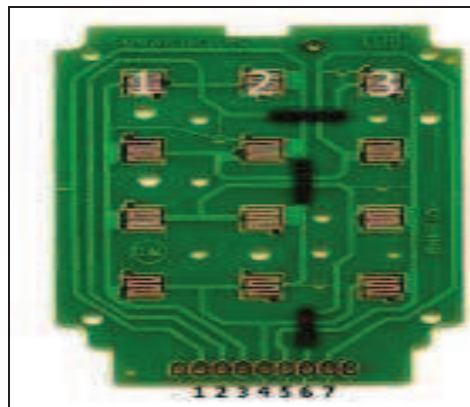
#### **1.5.1 ESTRUCTURA**

---

<sup>19</sup><http://www.clubse.com.ar/DIEGO/NOTAS/2/nota18.htm>

El teclado matricial está constituido por pulsadores en estado normalmente abierto, formando una matriz de teclas dispuestas e interconectadas en filas y columnas, el cual se activa al momento de presionar cualquier tecla enviando una señal de voltaje que será procesada en el microcontrolador.

En la figura 1.31, se muestra la estructura interna de un teclado matricial.



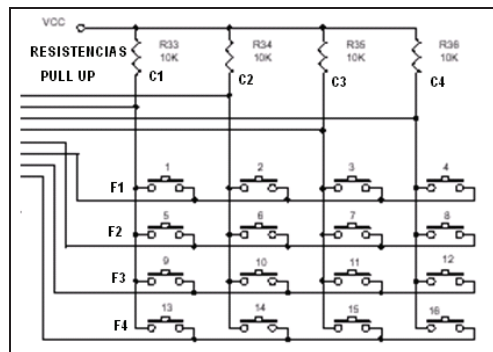
**Figura 1.31:** Placa de un teclado matricial

## 1.5.2 FUNCIONAMIENTO

Para detectar si hay una tecla pulsada se aplica el siguiente procedimiento:

Se hace un barrido por cada una de las filas, inicialmente se aplica a la primera fila un nivel alto y a las otras tres un nivel bajo si en este instante se pulsa alguna tecla de esta fila entonces el nivel alto aparecerá en la columna en la que se encontraba la tecla, seguidamente se pasa a verificar la segunda fila enviando un nivel alto a esta y a las otras un nivel bajo y así sucesivamente.

En la figura 1.32 se muestra el diagrama circuital de un teclado matricial.



**Figura 1.32:** Teclado Matricial

## 1.6 PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)

La pantalla de cristal líquido o LCD (Liquid Crystal Display), es uno de los periféricos más empleados para la representación de mensajes, variables y casi cualquier información proveniente de un microcontrolador. Las pantallas LCD tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfa numérico. Estos dispositivos tienen un consumo de corriente mínimo<sup>20</sup>.

Un LCD es un sistema formado por 2 capas conductoras transparentes y en medio una capa de material de cristal líquido. Cuando una corriente circula entre los electrodos transparentes con la forma a representar, sea este una letra o un número, el material se reorienta alterando su transparencia<sup>21</sup>.

En la figura 1.33, se muestran caracteres escritos en una pantalla de LCD.



**Figura1.33:** Pantalla de LCD

<sup>20</sup><http://www.focuslcd.com/frequently-asked-questions/>

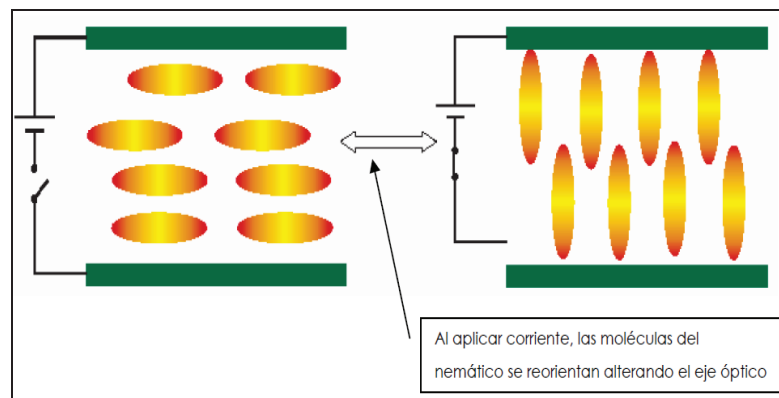
<sup>21</sup><http://www.monografias.com/trabajos11/infincinc/infincinc.shtml>

### 1.6.1 TWISTED NEMATICS (TN)

Es el tipo de LCD más usado ya que resulta el más simple y por tanto apropiado para calculadoras y relojes.

#### 1.6.1.1 EFECTO FREEDERICKSZ

Al ser las moléculas de un LC dipolos eléctricos, la aplicación de un campo eléctrico externo provoca cambios en el material. El primer fenómeno observado de esta índole es el efecto Freedericksz (descubierto en 1943 por el científico ruso de mismo nombre), por el cual al aplicar un campo eléctrico a un LC nemático, las moléculas del mismo orientan su eje principal (o largo) paralelamente o perpendicularmente al campo aplicado en función de si el momento bipolar de la misma está orientado en la dirección del eje principal o no. Al tratarse de un LC, la reorientación de unas moléculas “empujan” a las demás, aún aplicando un campo eléctrico pequeño, de manera que todas quedan orientadas en la misma dirección, cambiando así el eje óptico, tal como se muestra en la figura 1.34.



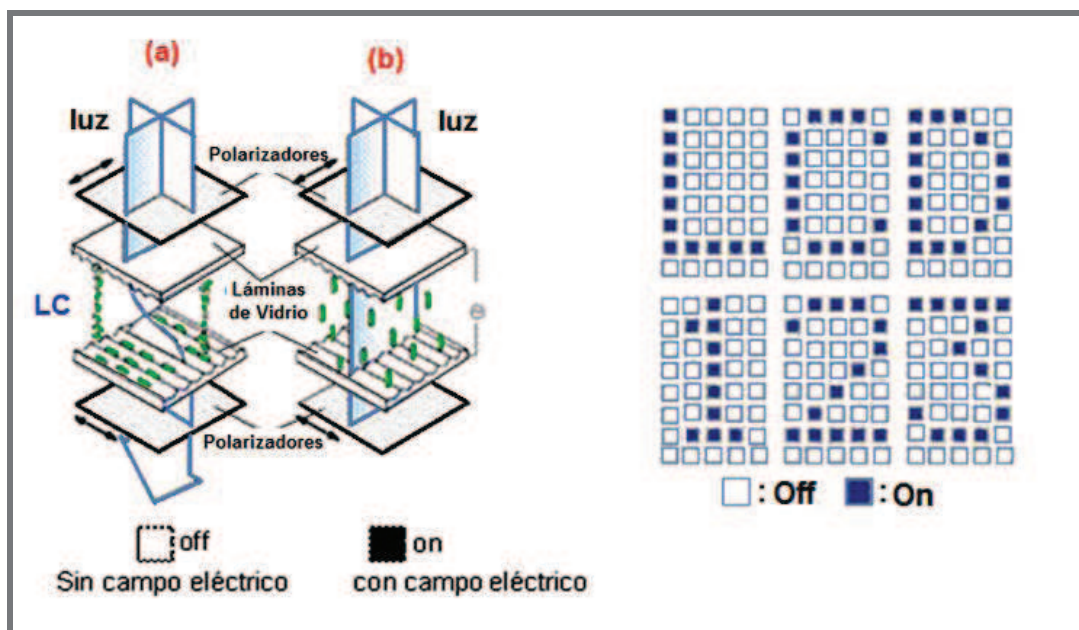
**Figura 1.34:** Efecto Freedericksz

#### 1.6.1.2 FUNCIONAMIENTO

En la figura 1.35, se observa como están constituidas las pantallas twisted nematic, estas contienen elementos de cristal líquido que van a dar lugar a las



dos posiciones Off / On necesarias para el funcionamiento de las pantallas. Si el campo eléctrico está desconectado las moléculas de cristal líquido mantienen su orientación preferente y dejan que la luz polarizada (aquella cuyas vibraciones están restringidas a una única dirección en el espacio) atraviese la célula reflejándose en el espejo y dando lugar a una celda transparente (Fig. 1.35.a). Sin embargo, al conectar un campo eléctrico en el dispositivo las moléculas giran y pierden su orientación para colocarse paralelas al campo eléctrico aplicado impidiendo que la luz polarizada atraviese el segundo polarizador, y por tanto no se podrá reflejar en el espejo originando una célula negra (Fig. 1.35.b)<sup>22</sup>.



**Figura 1.35:** Posiciones On\Off de un LCD TN

### 1.6.2 LOS CARACTERES EN EL LCD

El LCD dispone de una matriz de 5x8 puntos para representar cada carácter. En total se pueden representar 256 caracteres diferentes, 240 caracteres están grabados dentro del LCD y representan las letras mayúsculas, minúsculas, signos

<sup>22</sup><http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid2/rc-111/rc-111b.htm>

de puntuación, números, etc. Existen 8 caracteres que pueden ser definidos por el usuario.

En la figura 1.36 se muestra gráficamente cómo es la matriz de representación de los caracteres. Se ha dibujado el carácter A y un carácter definido por el usuario.

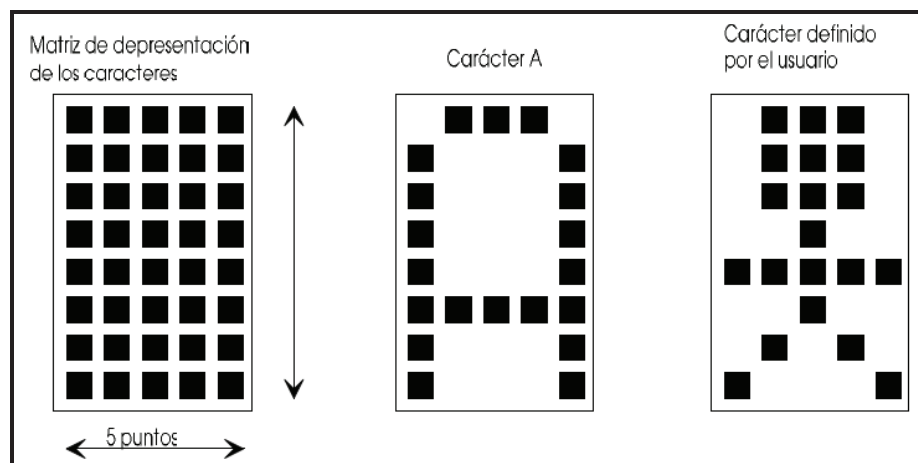


Figura 1.36: Representación de caracteres

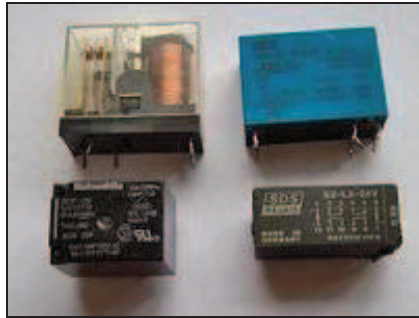
## 1.7 OTROS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

### 1.7.1 RELÉ

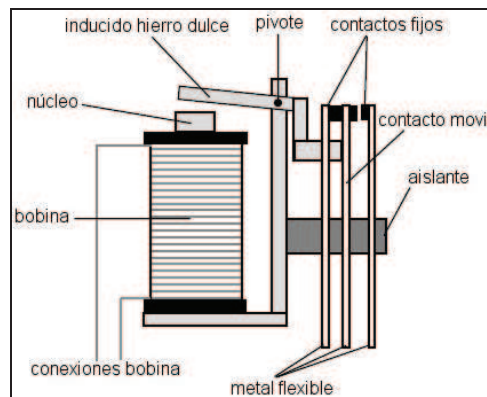
El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835<sup>23</sup>.

En la figura 1.37, se observa diferentes tipos de encapsulado de relés y en la figura 1.38 se muestra la estructura interna.

<sup>23</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>



**Figura 1.37:** Encapsulados de relé



**Figura 1.38:** Partes de un relé

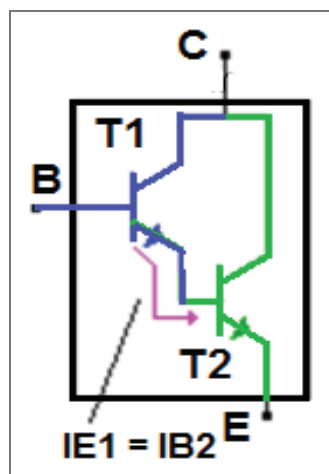
### 1.7.1.1 VENTAJAS DEL USO DE RELÉS

- La ventaja más relevante al usar relés electromagnéticos, es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control.
- Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico.
- También ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.

## 1.7.2 TRANSISTOR DARLINGTON

El transistor Darlington es un tipo especial de transistor que tiene una alta ganancia de corriente.

En la figura 1.39, se muestra la configuración de un transistor, Darlington el cual está compuesto internamente por dos transistores bipolares que se conectan en cascada<sup>24</sup>.



**Figura 1.39:** Estructura interna Darlington

El transistor T1 entrega la corriente que sale por su emisor a la base del transistor T2. La ecuación de ganancia de un transistor típico es:  $IE = \beta \times IB$  (Corriente de colector es igual a beta por la corriente de base).

Entonces analizando el gráfico de la figura N 1.39, se tiene:

- Ecuación del primer transistor es:  $IE1 = \beta1 \times IB1$ , Ecu (1)
- Ecuación del segundo transistor es:  $IE2 = \beta2 \times IB2$ , Ecu (2)

Observando nuevamente la figura 1.39, la corriente de emisor del transistor (T1) es la misma que la corriente de base del transistor T2.

<sup>24</sup>[www.unicrom.com/tut\\_darlington.asp](http://www.unicrom.com/tut_darlington.asp)

Entonces,  $I_{E1} = I_{B2}$ , Ecu (3).

Y utilizando la ecuación (2) y la ecuación (3) se obtiene:  $I_{E2} = \beta_2 \times I_{B2} = \beta_2 \times I_{E1}$ .

Reemplazando en la ecuación anterior el valor de  $I_{E1}$  (ver ecuación (1)) se obtiene la ecuación final de ganancia del transistor Darlington.

$$I_{E2} = \beta_2 \times \beta_1 \times I_{B1}$$

Como se puede deducir, este amplificador tiene una ganancia mucho mayor que la de un transistor corriente, pues aprovecha la ganancia de los dos transistores, las cuales se multiplican.

Hay que tener en cuenta que la caída de tensión entre la base y el emisor del transistor Darlington es 1.4 voltios, que resulta de la suma de las caídas de tensión de base a emisor del primer transistor B1 a E1 (0.7 voltios) y Base a Emisor del segundo transistor B2 y E2 (0.7 voltios)<sup>25</sup>.

Estos transistores se utilizan ampliamente en circuitos en donde es necesario controlar cargas grandes con corrientes muy pequeñas.

---

<sup>25</sup><http://es.scribd.com/doc/5046083/48/EI-Transistor-Darlington>

## **CAPÍTULO II**

### **2. DISPOSITIVOS EMPLEADOS EN EL SISTEMA**

#### **2.1 SENSOR DE HUELLA DACTILAR FIM 5360**

##### **2.1.1 DESCRIPCIONES GENERALES**

El Dispositivo de Identificación de Huella Digital (Fingerprint Identification Module, FIM), es un módulo de reconocimiento de huella digital autónomo, compuesto por un sensor óptico y una placa de procesado, mediante la incorporación de una CPU de gran velocidad y un algoritmo de reconocimiento de huella optimizado, el FIM ofrece una alta capacidad de reconocimiento y una gran velocidad para operaciones de identificación 1: N, y para la carga y descarga de datos, proporcionando las condiciones óptimas para su aplicación en sistemas de control de acceso. Se indica la descripción física en la Figura 2.1.



**Figura 2.1:** Módulo FIM3650

El FIM dispone de entradas digitales para registro de huellas, identificación, borrado parcial o completo y reset, de forma que no requiere conexión a un PC y

ofrece un entorno de desarrollo cómodo y seguro para aplicaciones fuera de línea (off-line).

En aplicaciones fuera de línea, habitualmente se guardan los usuarios en la memoria del equipo (hasta 4000 huellas), y se identifica usando el motor de búsqueda del algoritmo interno.

En las aplicaciones en línea (on-line), las huellas dactilares que se pretende verificar (1:1) o identificar (1: N), se almacenan en la memoria no volátil del módulo o se envían a partir del puerto RS-232 para que sean reconocidas por un equipo<sup>26</sup>.

### 2.1.2 CUALIDADES DEL SENSOR

El mercado ofrece una gran gama de productos, los cuales permiten desarrollar sistemas basados en la biometría y precisamente en la huella dactilar. Donde se puede encontrar diversos tipos de tecnologías pudiendo ser adaptados en distintas aplicaciones, entonces dentro de este marco global, el cual encierra muchos tipos de sensores, fue necesario analizar el tipo de aplicación al que se quiere aplicar y decidir, bajo ciertos parámetros de carácter técnico, un sensor que cumple con las principales características para este desarrollo, entre las se que destacan:

- **Excelente calidad de imagen:** el lector óptico permite obtener imágenes claras de la huella dactilar, libre de distorsión, generadas usando un avanzado y patentado método óptico de captura. Esta calidad de imagen brinda un mejor muestreo a la hora de extraer la información de las minucias.
- **Durabilidad:** las pruebas mecánicas de fuerza muestran alto grado de resistencia al impacto, descargas y ralladuras.

---

<sup>26</sup><http://www.ntrs.es/control%20accesos/biometrico%20huella.html>

- **Software:** una de las principales características es que cuenta con un algoritmo de procesamiento rápido y preciso, lo que se traduce en un equipo eficiente y confiable.
- **Durabilidad y versatilidad:** debido a la composición física del dispositivo y la alta calidad de sus componentes, permiten su uso bajo condiciones extremas de uso y ambientales, considerando los parámetros adecuados de medición de estas condiciones y para estos tipos de dispositivos.
- **Diseño ergonómico:** diseño compacto y modular de fácil integración en pequeños dispositivos, de fácil uso y su compatibilidad lo hace ideal para una amplia gama de usos.
- **Bajo costo:** el dispositivo es desarrollado para entregar un alto rendimiento, bajo costo de producción y desarrollo, muy conveniente para el uso general e industrial.

### 2.1.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DEL SENSOR

#### 2.1.3.1 CARACTERÍSTICAS

Entre las principales características del sensor tenemos:

- Funcionalidad de identificación de huella dactilar en línea y sin línea (on-line y off-line), incorporada.
- Diseño optimizado para aplicaciones de control de acceso: tiempo de identificación reducido mediante algoritmo de reconocimiento 1:1 y 1:N.
- Algoritmo y sensor óptico de elevada dureza ,7 Moh, grado de resistencia al rayado que tiene un material)<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> <http://www.parro.com.ar/definicion-de-escala+de+Mohs>



- Rápida adquisición de todo tipo de huellas prácticamente bajo cualquier condición.
- Tasa de identificaciones muy elevada: FAR: 0.001% y FRR: 0.1%.
- Memoria con capacidad para 1.000 dedos (cada dedo registra 2 veces la huella).
- Métodos de autenticación: verificación 1:1 y identificación 1:N. El acceso al dispositivo desde el host puede protegerse por huella o password.
- Memorización de eventos: hasta 30.000 autenticaciones.
- Interfaz de comunicación RS-232.
- Ofrece un entorno de desarrollo cómodo sin necesidad de conexión a PC (aplicaciones fuera de línea).
- Protocolo de comunicaciones ASCII.
- Tensión de alimentación de 5V.
- Compatible con normativa RoHS28.

### **2.1.3.2 VENTAJAS**

Entre sus ventajas tenemos:

- Autenticación rápida y precisa gracias a su excelente algoritmo de reconocimiento de huellas dactilares. FAR: 0.001% y FRR: 0.1%.
- Algoritmo de rápido reconocimiento y sensor óptico de detección de huellas de alta resistencia.

---

<sup>28</sup><http://www.kimaldi.com>

- Memoria no volátil con capacidad para 1.000 dedos (cada dedo registra 2 veces la huella).
- La información de la huella dactilar puede almacenarse localmente y también ser cargada/descargada remotamente a partir del puerto de comunicaciones.
- Guarda en memoria un registro con las 30.000 últimas autenticaciones.
- Función de Auto-encendido.
- Modos de compatibilidad con FIM20 y FIM30.
- Huellas compatibles con Lector de huella digital Nitgen Hamster y todos los lectores ópticos de Nitgen.
- Módulo de reconocimiento de huella autónomo ideal para integradores tanto para aplicaciones on-line como off-line.

#### **2.1.4 APLICACIONES**

- Sistemas de control de acceso.
- Sistemas de control de presencia.
- Sistemas de gestión de asistencia laboral.
- Cajeros automáticos.
- Otras aplicaciones en las que se requiera identificación cómoda y segura para el usuario (sin posibilidad de suplantación de identidad).

#### **2.1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL HARDWARE**

Las especificaciones técnicas que presenta el SENSOR de huella dactilar que se utiliza en este proyecto se describe en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1:** Módulo FIM3650

ITEM		FIM5360
Board Spec.	CPU	S3C2410 (ARM9 266Mhz)
	DRAM	16MByte SDRAM
	Flash ROM	8MByte
Dimension		43 x 60 [mm <sup>2</sup> ]
Sensor		NITGEN OPP06
Supply Voltage		5 / 3.3 [V]
Current	Normal	70 [mA]
Consumption	Max	220 [mA]
Operating Temperature		-20 ~ 60 [°C]
Humidity		~ 90 [% RH]
ESD Tolerance		±8 [KV] (indirect)
Communication Channel		RS-232 level UART Speed: 9600 ~ 115200 [bps] (1 start bit, 8 data bit, no parity, 1 stop bit)
Maximum Template Storage		Up to 2,000 templates
Maximum Log Storage		Up to 30,705 Logs

### 2.1.5.1 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

Las características de las especificaciones de operación que presenta el SENSOR de huella dactilar que se utiliza en este proyecto se describe en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2:** Especificaciones de Operación

Operation Specification	
ITEM	FIM5360
Capture Speed	0.2 [sec]
Verification Speed	Less than 1 [sec]
Boot Up Time	0.4 [sec] for 100 templates 0.5 [sec] for 1,000 templates 0.7 [sec] for 2,000 templates
Data Encryption Method	AES for saving data AES for DB communication

### 2.1.5.2 CARACTERÍSTICAS DE INTERFAZ

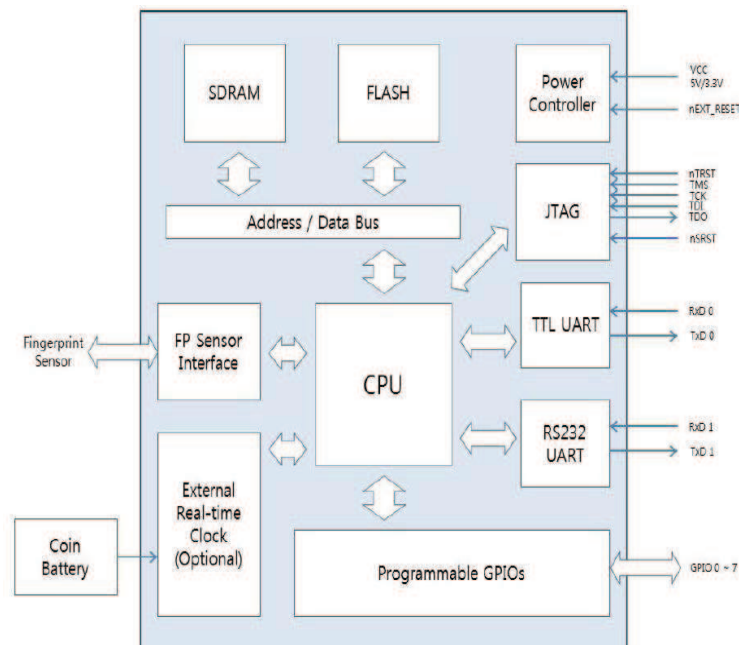
Las especificaciones de las características de interfaz que presenta el SENSOR de huella dactilar que se utiliza en el presente proyecto se describe en la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3:** Características de Interfaz

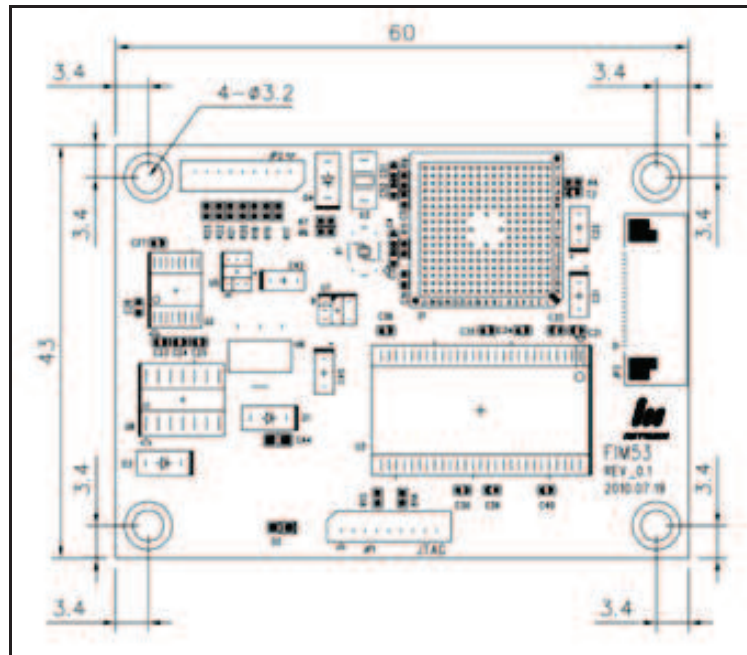
Interface	
RS232 Level UART	RS-232C Up to 115200bps Baud Rates supported (Default : 9600bps)
I/O	Sensor LED control, 2 relay output

### 2.1.5.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MÓDULO FIM 3650

En la figura 2.2 y figura 2.3, se muestran respectivamente el diagrama de bloques y la placa del modulo FIM 3650.



**Figura 2.2:** Diagrama de bloques



**Figura 2.3:** Placa del Módulo FIM 3650

#### 2.1.5.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PINES SENSOR (JP1)

La descripción de los pines del módulo FIM 3650, lo podemos observar en la Tabla 2.4.

**Tabla 2.4:** Descripción Modulo FIM 3650

Pin	Nombre Pin	Descripción
1	VCC	3.3 Volt Power
2	N/A	N/A
3	Nsrst	JTAG control pin
4	TDO	JTAG control pin
5	TDI	JTAG control pin
6	nTRST	JTAG control pin
7	TCK	JTAG control pin
8	TMS	JTAG control pin
9	GND	Tierra

### 2.1.5.5 PINES DE CONEXIÓN EXTERNA (JP2)

La descripción de la conexión de los pines del módulo FIM 3650 lo podemos observar en la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5:** Pines de conexión Módulo FIM 3650

Pin	Nombre Pin	Descripción
1	VCC	Supply Voltage (HV $\approx$ 5V, LV $\approx$ 3.3V)
2	EXT_RXD	UART Channel 1port receiving signal from host (RS232 Level)
3	EXT_TXD	UARTChannel 1 port transmitting signalto host (RS232 Level)
4	GPIO0	General Purpose Input / Output 0
5	GPIO1	General Purpose Input / Output 1
6	GPIO2	General Purpose Input / Output 2
7	GPIO3	General Purpose Input / Output 3
8	GPIO4	General Purpose Input / Output 4
9	GND	Tierra

## 2.2 MICROCONTROLADOR ATMEGA164P

### 2.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONAMIENTO

Se realizó la selección de este Microcontrolador después de realizar el análisis de los recursos requeridos por el sistema, tanto para periféricos de entrada como de salida. El Microcontrolador Atmega 164p se encarga de: procesar las señales del sensor de huella dactilar, el envío de datos al LCD para la visualización de parámetros y el envío-recepción de datos mediante comunicación serial.

En la figura 2.4, se muestra la asignación de recursos del sistema a los periféricos de entrada y salida del Microcontrolador Atmega 164p.

(PCINT8/XCK0/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0/PCINT0)
(PCINT9/CLKO/T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1/PCINT1)
(PCINT10/INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2/PCINT2)
(PCINT11/OC0A/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3/PCINT3)
(PCINT12/OC0B/SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4/PCINT4)
(PCINT13/MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5/PCINT5)
(PCINT14/MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6/PCINT6)
(PCINT15/SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7/PCINT7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2/PCINT23)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1/PCINT22)
(PCINT24/RXD0) PD0	14	27	PC5 (TDI/PCINT21)
(PCINT25/TXD0) PD1	15	26	PC4 (TDO/PCINT20)
(PCINT26/RXD1/INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS/PCINT19)
(PCINT27/TXD1/INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK/PCINT18)
(PCINT28/XCK1/OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA/PCINT17)
(PCINT29/OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL/PCINT16)
(PCINT30/OC2B/ICP) PD6	20	21	PD7 (OC2A/PCINT31)

**Figura 2.4:** Distribución de pines ATMEGA 164P

El microcontrolador Atmega 164p pertenece a la familia AVR, son microcontroladores RISC fabricados por Atmel. Los AVR son CPUs con arquitectura Harvard, tiene registros de propósito general de 8 bits. Los registros de entrada – salida y la memoria de datos, forman una sola estación de localidades, a las que se acceden mediante operaciones de carga y almacenamiento.

### 2.2.1.1 CONFIGURACIÓN DE PINES

La configuración de pines utilizada en el MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P lo podemos observar en el Anexo A (página 90).

## **2.2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P**

A continuación se describen las características del Microcontrolador ATMEGA 164P.

### ➤ **Arquitectura Avanzada RISC**

- 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 20 MIPS a 20 MHz.

### ➤ **Memorias de programa y de datos no volátiles**

- 16/32/44 K bytes de FLASH auto programable.
- 512B/1K/2K bytes de EEPROM.
- 1/2/4K bytes 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.
- Bloqueo programable para la seguridad del software.

### **2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PERIFÉRICOS**

Los periféricos más importantes que presenta el Microcontrolador ATMEGA 164P son:

- 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.

### 2.3 TECLADO HEXADECIMAL

El teclado hexadecimal se utiliza para ingresar datos, posee 12 teclas, distribuidas en 4 filas y 3 columnas. Este dispositivo nos permite ingresar caracteres numéricos del 0 al 9, además cuenta con teclas de función “ENTER” y “CLEAR”, para el ingreso del código de usuario para que el sensor dactilar se active la huella dactilar y nos permita o no el ingreso al cuarto de equipos de computación.

En la figura 2.5 se muestra la conexión del teclado hexadecimal con el microcontrolador.

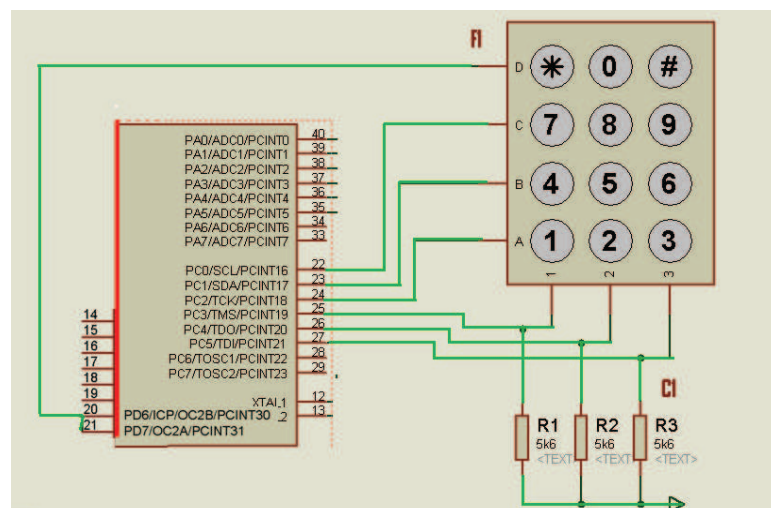


Figura 2.5: Diagrama teclado hexadecimal

## 2.4 DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO 2X16 (659M10)

La Pantalla de Cristal Líquido o LCD (Liquid Crystal Display), es un dispositivo de visualización gráfica, para la presentación de caracteres, símbolos o incluso dibujos. En el circuito, es utilizado para visualizar los mensajes que el sistema presenta al usuario al momento de acceder al Cuarto de equipos, o al configurar un usuario. El display utilizado se encuentra conectado al pórtico A del microcontrolador.

En la figura 2.6, muestra que el LCD que se utiliza en el sistema.

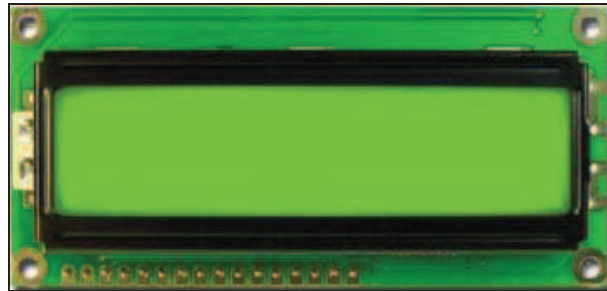


Figura 2.6: LCD 2x16

### 2.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LCD:

- Pantalla de caracteres ASCII.
- 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  $5\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$ .

## 2.4.2 DESCRIPCIÓN DE PINES

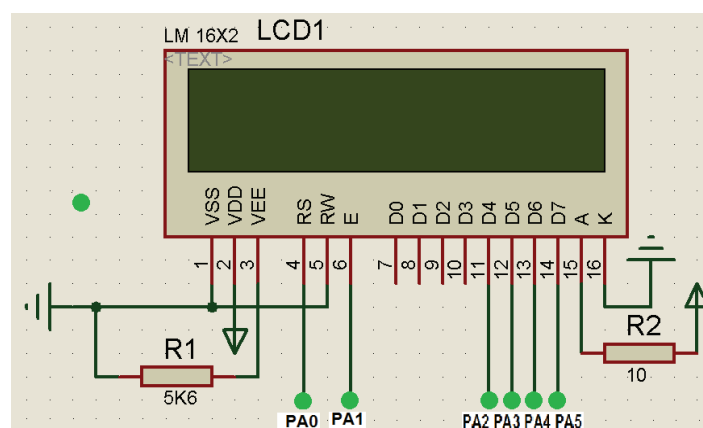
En la tabla No. 2.6 se muestra la descripción de pines del LCD 1602B1 REV.0:

**Tabla 2.6:** Descripción de pines LCD 1602B1

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	RW	Señal de lectura/escritura RW=0 El módulo LCD es escrito RW=1 El módulo LCD es leído

## 2.4.3 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO LCD

En la figura No. 2.7, se indica el diagrama esquemático y conexiones adicionales para el correcto funcionamiento del LCD.



**Figura 2.7:** Diagrama esquemático LCD

## 2.5 CIRCUITO DE SIRENA

La Figura 2.8, muestra el circuito de la sirena, y cumple con la función de advertir al personal de seguridad, que se ha violentado o forzado la puerta por personas no autorizadas, haciendo sonar una sirena. Éste circuito es controlado por el microcontrolador, el que envía una señal al ULN 2003, la cual es amplificada y transmitida al relé el que activa la carga.

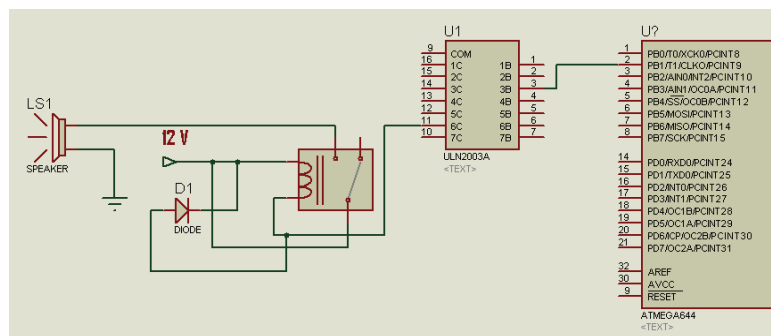


Figura 2.8: Diagrama esquemático

## 2.6 CIRCUITO PARA LA CHAPA ELÉCTRICA

Luego de que el usuario haya ingresado su clave y autenticado su huella digital, un led de color azul se encenderá, el microcontrolador envía la señal al ULN2003, y este envía la señal amplificada a la cerradura eléctrica, abriéndola y haciendo que el usuario autorizado ingrese al cuarto de equipos de computación.

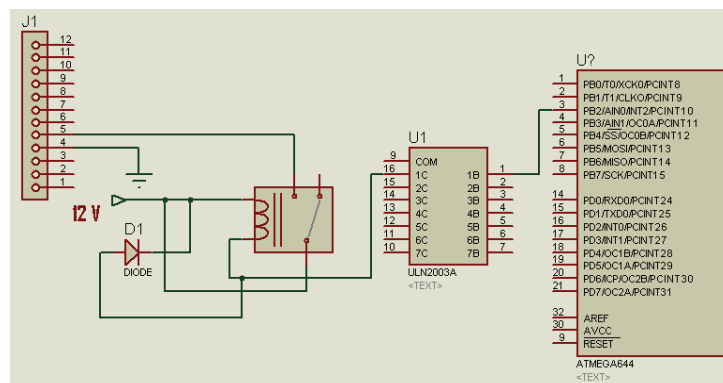


Figura 2.9: Diagrama esquemático circuito de la chapa.

## 2.7 SENSOR MAGNÉTICO

Es un elemento que envía señales al microcontrolador para informar o alertar que el sistema ha sido violentado. Cuando la puerta está cerrada, el sensor magnético instalado en ella se coloca junto al relé colocado en el marco y lo cierra, si la puerta se mueve el imán se separa, el relé se abre, y hace funcionar la alarma.

El sensor magnético se encuentra conectado al pin PB0, este sensor está controlado por el microcontrolador ya que de aquí sale la información de activación y desactivación de la alarma. Este sensor solo se desactiva en el momento que el usuario hace su ingreso correctamente y se vuelve a activar sólo cuando la puerta es cerrada, si la puerta es violentada o forzada éste enviara una señal al microcontrolador para que se active la sirena. Su esquema se muestra en la Figura 2.10.

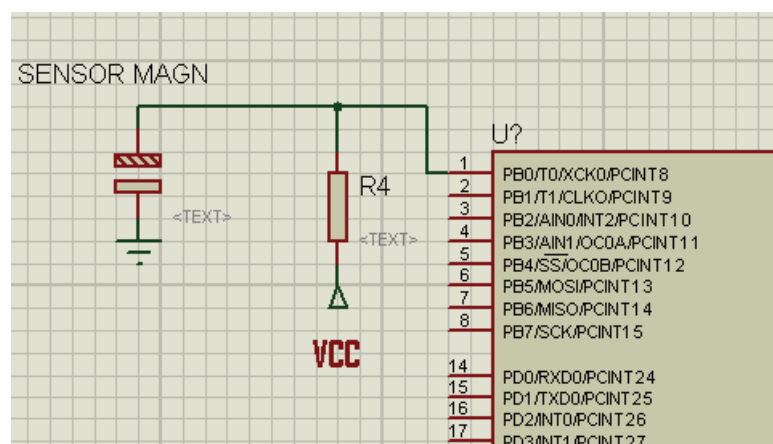


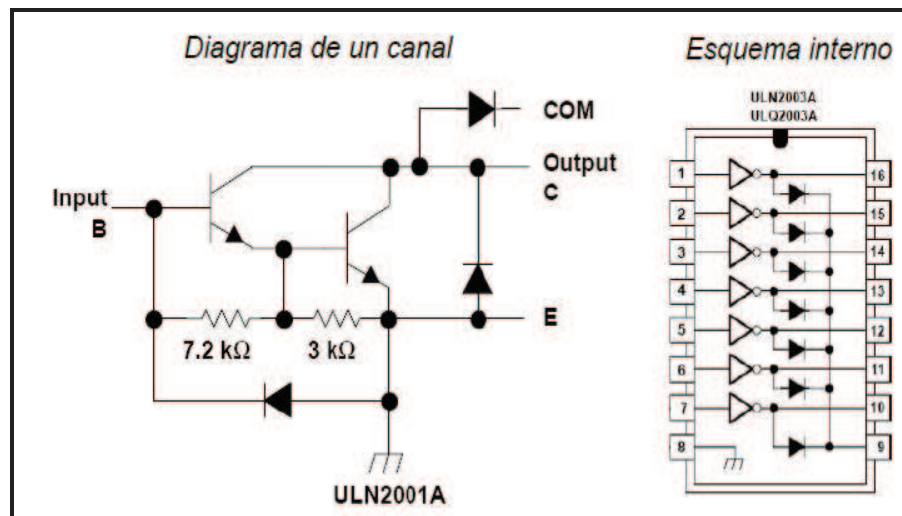
FIGURA 2.10: Diagrama de sensores magnéticos

## 2.8 ULN 2003

Debido a la pequeña potencia que suministran los microcontroladores, solo podemos hacer funcionar directamente unos Led. Por este motivo es necesario amplificar las salidas en función de las cargas que vayamos a controlar. Un método sencillo y económico es emplear el integrado ULN 2003, que es un

conjunto de Darlington montados en un chip con el que podemos controlar cargas de hasta medio amperio. El chip lleva diodos de protección contra las sobretensiones producidas por cargas inductivas. Este integrado es ideal para gobernar relés<sup>29</sup>.

El esquema interno del ULN 2003 lo podemos observar en la figura 2.11.



**FIGURA 2.11:** Esquema interno ULN 2003

A continuación se describen algunas características del ULN 2003:

- Tensión máxima de alimentación = 50 v.
- Protección interna contra sobretensiones producidas por cargas inductivas.
- Señal mínima de entrada = 2 v.
- Los pares Darlington pueden colocarse en paralelo para gobernar cargas que consumen intensidades elevadas, como por ejemplo, pequeños motores.
- Intensidad por canal = 500mA.

<sup>29</sup> <http://www.tecnologiaseso.es/pdf/AMPLIFICADOR%20DE%20SALIDAS.pdf>

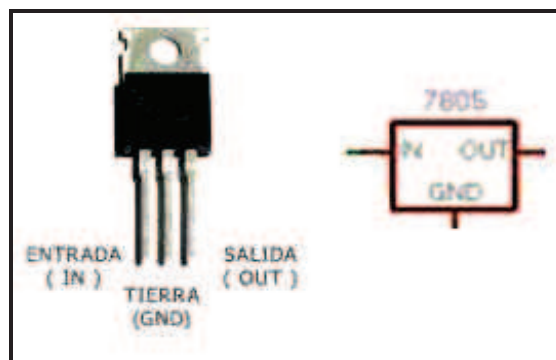
## 2.9 REGULADORES DE VOLTAJE

El sistema de control de acceso utiliza 2 reguladores de voltaje, los cuales se describen a continuación.

### 2.9.1 REGULADOR DE VOLTAJE L7805

La familia 78xx y 79xx son una gama de integrados dedicados a la regulación de voltaje, en nuestro proyecto usaremos el 7805, que es un regulador de tensión positiva de 5 Voltios a 1 Amperio, la tensión justa y mucho más corriente de la que necesita nuestro Microcontrolador para funcionar. Se sabe que el buen funcionamiento del firmware que grabemos en el Microcontrolador está sujeto, no solo a la buena programación que hayamos hecho a la hora de diseñarlo, sino que también a una alimentación fija, constante y regulada al momento de ejecutarlo<sup>30</sup>. Entonces la manera más segura, económica y sencilla de obtener ese voltaje, es la utilización de un integrado regulador de voltaje, y el 7805 es uno de los más indicados, ya que mantendrá fija la tensión en 5V, siempre y cuando en su entrada reciba al menos 6V. Por lo tanto a la entrada podremos despreocuparnos de la alimentación superando por mucho el voltaje de trabajo del Microcontrolador.

En la figura 2.13, se muestra el esquema de un regulador de voltaje L7805.



**FIGURA 2.13:** Diagrama del L7805

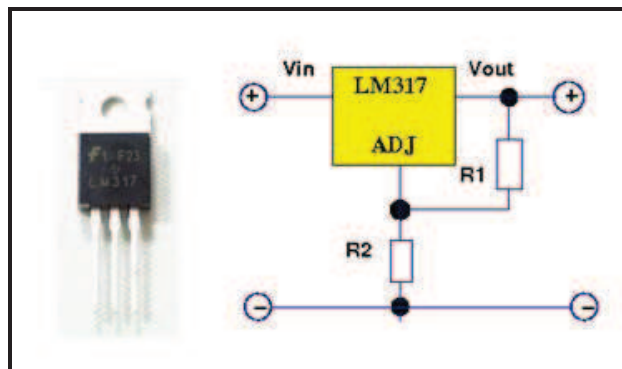
<sup>30</sup> <http://picrobot.blogspot.com/2009/06/reguladores-de-voltaje-7805.html>

## 2.9.2 REGULADOR DE VOLTAJE LM 317

El LM317 es un regulador de tensión ajustable, de tres terminales, capaz de suministrar más de 1,5 A en un rango de entre 1,2 hasta 37 Voltios. Es uno de los primeros reguladores ajustables de la historia, el primero que salió fue el LM117, y más tarde el LM137 el cual tenía una salida negativa, después le siguió el LM317 siendo notablemente popular.

Para su funcionamiento solo requiere de dos resistencias exteriores a fin de conseguir el valor deseado de salida. De hecho la línea de carga y regulación es mejor que en los reguladores fijos. Además de las mejores características respecto a los reguladores fijos, dispone de protección por limitación de corriente y exceso de temperatura, siendo funcional la protección por sobrecarga incluso si el terminal de regulación está desconectado.<sup>31</sup>

En la figura 2.14 se muestra un regulador Lm317.



**FIGURA 2.14:** Regulador de voltaje LM317

En la figura 2.15, se muestra el diagrama de los 2 reguladores de voltaje utilizados en nuestro proyecto, el LM317 para alimentar al sensor biométrico, el cual, con un conjunto de resistencias en su salida dan el voltaje necesario para su correcto funcionamiento, y el L7805, el que alimentará al Microcontrolador, al LCD y al

<sup>31</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/LM317>



Max-232. Estos se encuentran a la entrada del circuito y son alimentados por el adaptador de energía de 12 voltios.

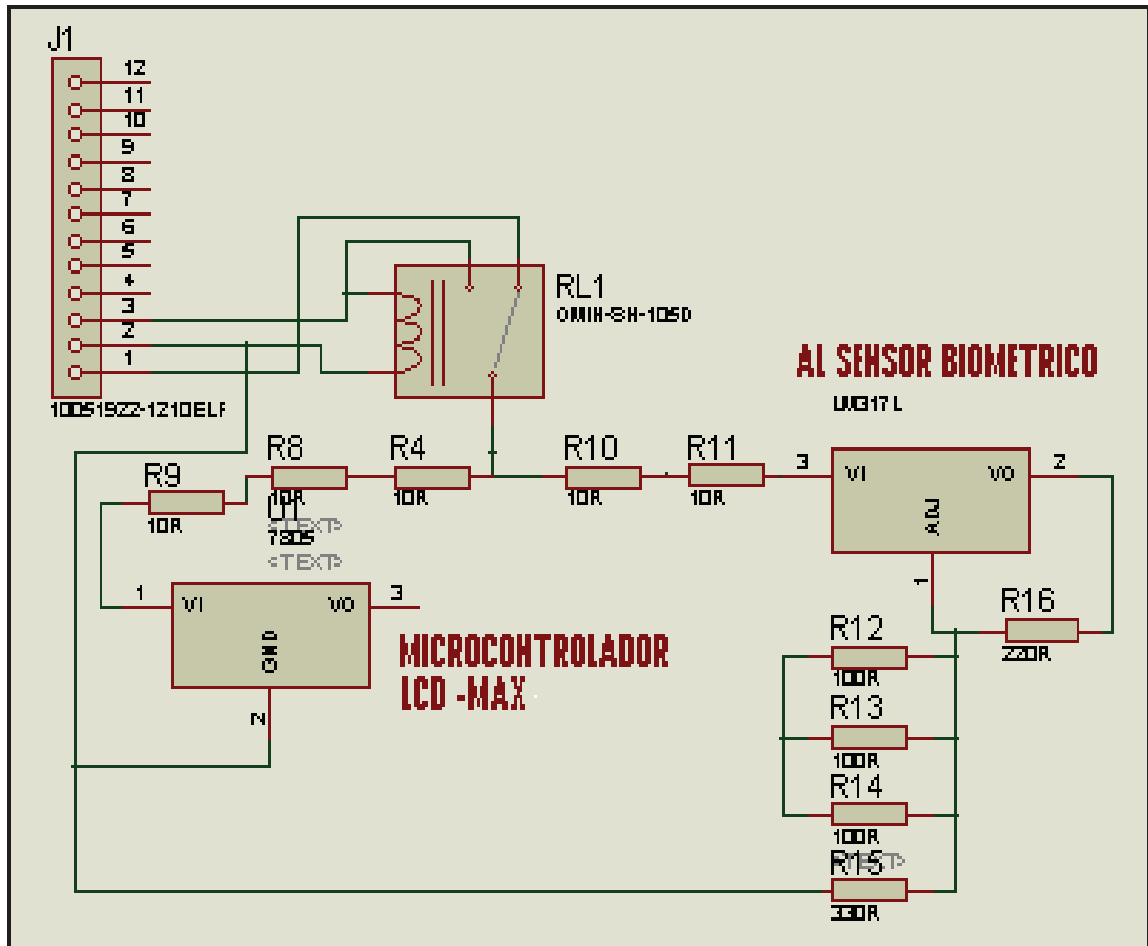
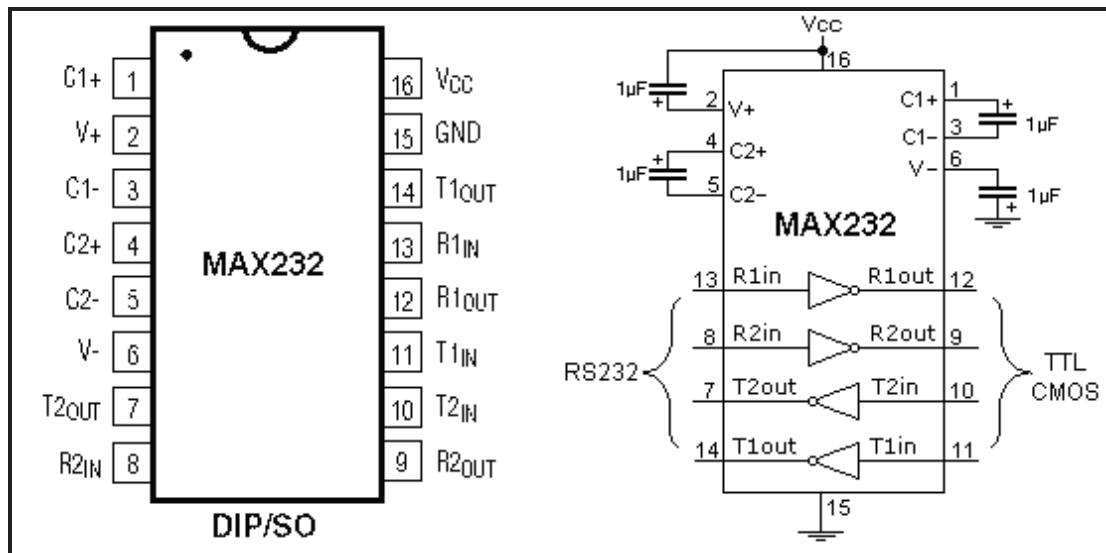


Fig.2.15: Diagrama de los reguladores de voltaje

## 2.10 MAX-RS 232 (CONVERSOR TTL-RS232)

El MAX232, que se indica en la figura No. 2.16, es un circuito integrado que convierte los niveles de las líneas de un puerto serie RS232 a niveles TTL y viceversa. Una característica más importante es que sólo necesita una alimentación de 5V

Y genera internamente algunos voltajes que son necesarios para el estándar RS232.



**FIGURA 2.16:** Distribución de pines MAX RS232

El MAX232 soluciona la conexión necesaria para lograr comunicación entre el puerto serie de una PC y cualquier otro circuito con funcionamiento en base a señales de nivel TTL/CMOS. El circuito integrado posee dos convertidores de nivel TTL a RS232 y otros dos que, a la inversa, convierten de RS232 a TTL.

Estos convertidores son suficientes para manejar las cuatro señales más utilizadas del puerto serie del PC, que son TX, RX, RTS y CTS. TX es la señal de transmisión de datos, RX es la de recepción, y RTS y CTS se utilizan para establecer el protocolo para el envío y recepción de los datos<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> [http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion\\_max232.htm](http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_max232.htm)

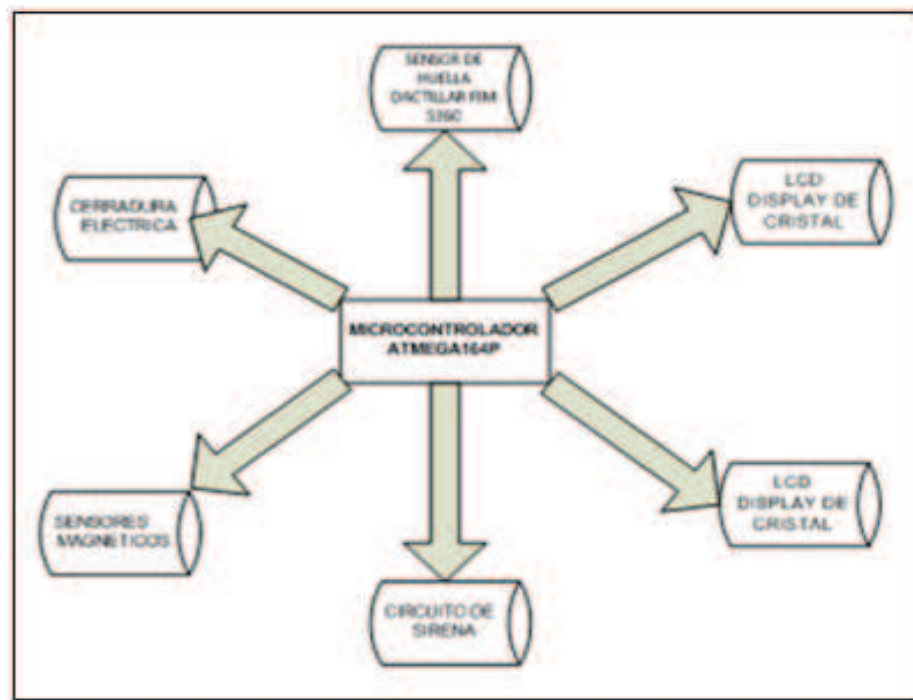
## CAPÍTULO III

### 3. CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA

En este capítulo se desarrolla los dos componentes básicos del sistema, como son los circuitos de control y el módulo o FIM 3650.

#### 3.1 CIRCUITO GENERAL

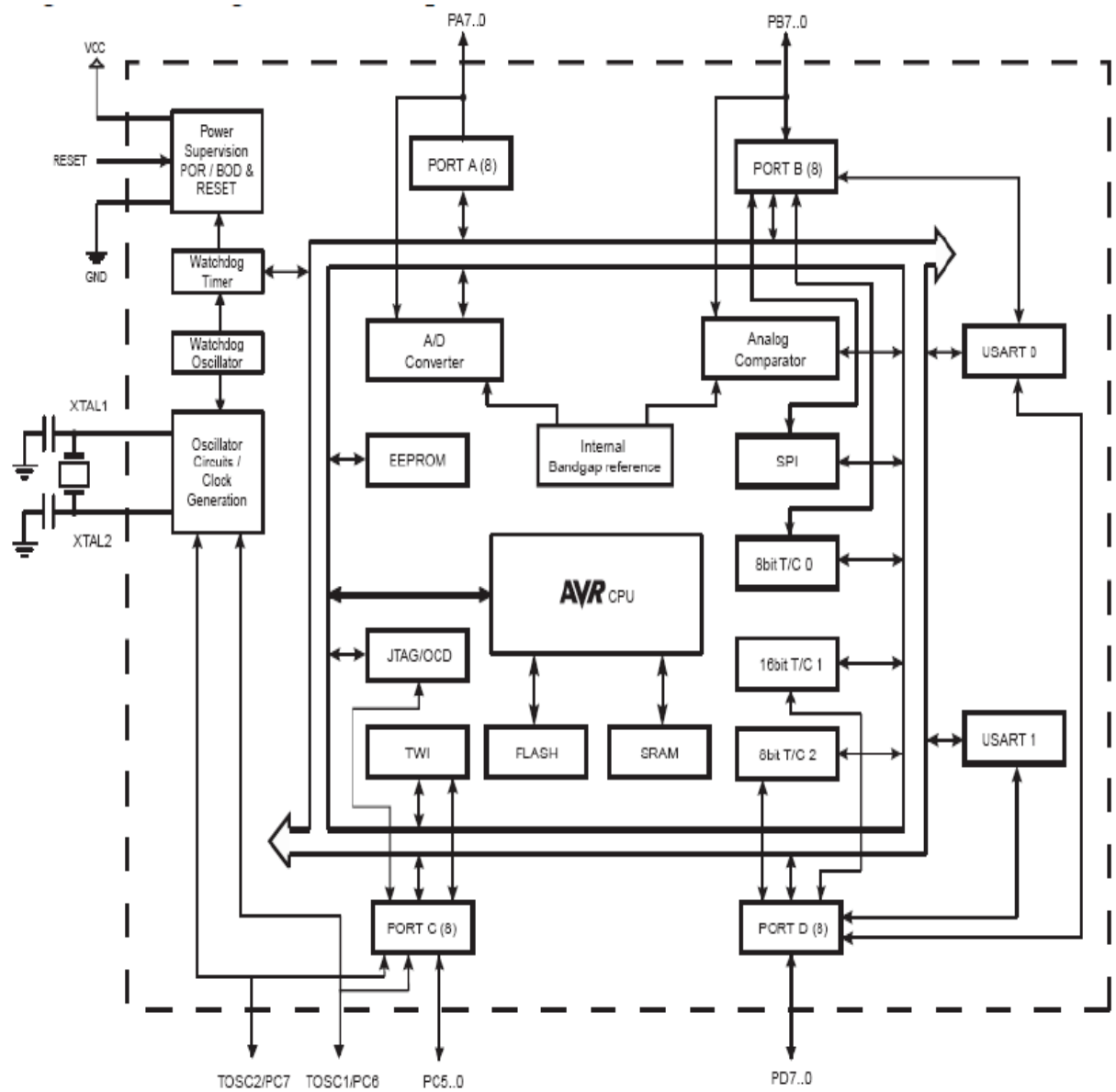
El circuito en general está formado por siete bloques de circuitos, tal como se puede ver en la Figura 3.1.



**FIGURA 3.1:** Diagrama de bloques del circuito

### 3.1.1 EL CIRCUITO DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P

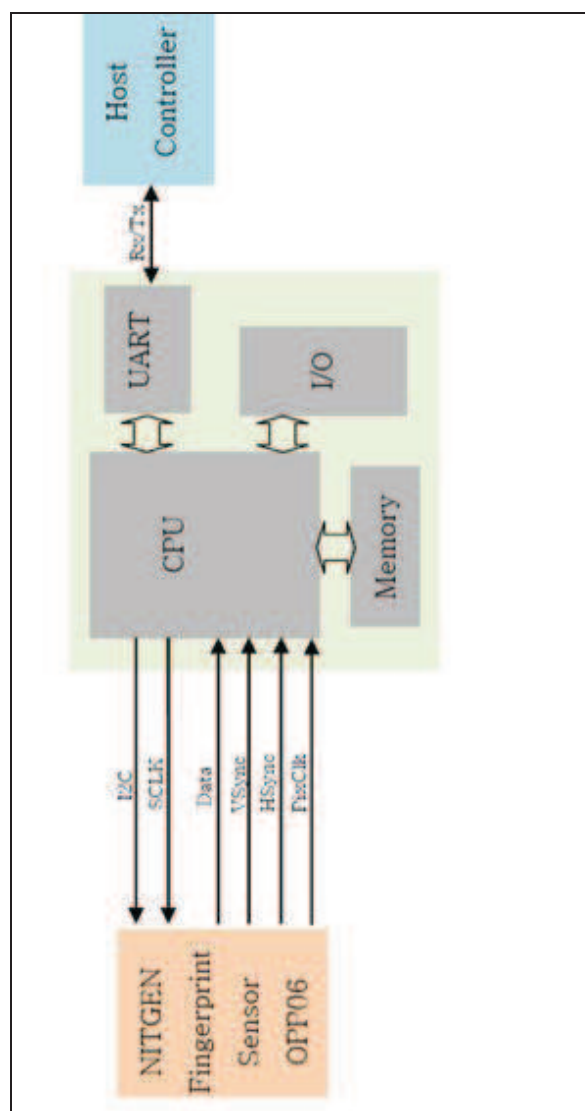
En la figura 3.2, se muestra el diagrama de bloques del microcontrolador ATMEGA 164P.



**FIGURA 3.2:** Diagrama de bloques del circuito microcontrolador ATMEGA 164P

### 3.1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SENSOR FIM 5360

En la figura 3.3, se muestra el diagrama de bloques del Sensor FIM 5360.



**FIGURA 3.3:** Diagrama de bloques del sensor de huellas dactilares FIM 5360

## **3.2 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA164P**

### **3.2.1 DISEÑO DEL SOFTWARE**

Entre los lenguajes de programación para microcontrolador AVR, tenemos el lenguaje Assembler, que es un lenguaje de bajo nivel, el lenguaje C, y lenguaje Basic, que son de alto nivel, todos estos compiladores generan un archivo .HEX, el cual es grabado en el microcontrolador AVR.

En el desarrollo de este proyecto se utiliza un compilador que trabaje con Visual Basic, en este caso, BASCOM AVR, ya que es un lenguaje de programación simple y eficaz, puesto que viene con subrutinas elaboradas que facilitan la programación de los AVR, además de su bajo costo.

#### **3.2.1.1 BASCOM AVR**

Es una herramienta desarrollada por la empresa MCS Electronics, y que permite programar todo tipo de microcontroladores de ATMEL "AVR". El compilador de BASCOM esta basado en el lenguaje BASIC, posee estructuras de programación de IF-THEN-ELSE-END IF, DO-LOOP, WHILE-WEND, SELECT- CASE; esto en cuanto a la forma de programar. A continuación se detalla una breve descripción de las estructuras mas importantes de programación.<sup>33</sup>

#### **3.2.1.2 DECISIÓN Y ESTRUCTURAS**

- **Do – Loop**

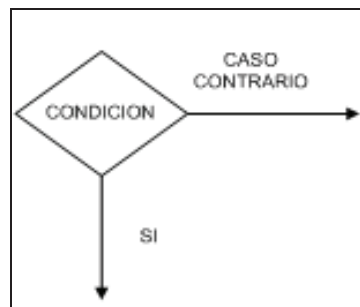
Esta sentencia crea un lazo cerrado, en el cual se ejecuta un conjunto de instrucciones de forma indefinida.

---

<sup>33</sup> <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4548/1/CD-4152.pdf>

- **If – Them – Else**

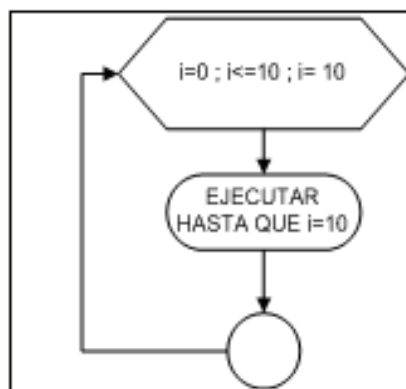
Son sentencias condicionales, que permiten condicionar la ejecución de instrucciones, basados en la evaluación entre dos o más variables usando los operadores lógicos. El diagrama lógico se muestra en la figura 3.4.



**FIGURA 3.4:** Condición Lógica IF-ELSE

- **For – Next**

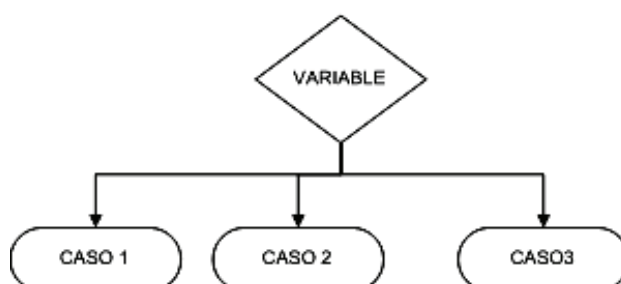
Es una sentencia de repetición, dentro de esta sentencia se ejecutan un grupo de instrucciones hasta que se cumpla la condición que finaliza el lazo, esta condición de fin está dada por una variable que se decrementa o incrementa en pasos previamente establecidos. El diagrama se muestra en la figura 3.5.



**Figura 3.5:** Condición de repetición FOR – NEXT

- **Select – Case**

Son sentencias que se pueden ejecutar, dependiendo del valor de una variable de selección. Dentro de este esquema se puede tener un conjunto de casos que pueden ser ejecutados, dependiendo del valor de la variable que selecciona el caso. El diagrama se muestra en la figura 3.6.



**Figura 3.6:** Condición de selección SELECT – CASE

- **Gosub**

Esta sentencia obliga al programa a saltar a una subrutina, en donde ejecuta las instrucciones definidas para luego regresar y continuar con el programa.

### 3.2.2 PASOS PARA UNA PROGRAMACIÓN

El proceso para realizar la programación en el Microcontrolador AVR, se resumen en 4 pasos:

- Escribir el código en lenguaje BASIC, configurando el LCD, Interrupciones, variables, etc.
- Compilar en BASCOM compiler y generar el código hexadecimal.
- Probar el código con el simulador.
- Cargar el programa al AVR, con la ayuda de un programador de Microcontroladores.



### 3.3. EAGLE

El Eagle Layout Editor es una gran herramienta que permite diseñar circuitos impresos de forma fácil.

El nombre Eagle es un acrónimo de “Easily Applicable Graphical Layout Editor”, el programa consiste de tres principales módulos, editor de trazado, editor esquemático y auto ruteado, pudiendo editar con estos módulos los archivos que formarán parte de un circuito impreso.

En la tabla 3.1<sup>34</sup> se muestra un listado con los tipos de archivos más importantes que pueden ser editados con Eagle.

**Tabla 3.1:** Archivos de Eagle

<b>Tipo</b>	<b>Ventana</b>	<b>Nombre</b>
Placa	Editor de líneas de conexión	*.bdr
Esquema	Editor de esquemas	*.sch
Librería	Editor de librerías	*.lbr

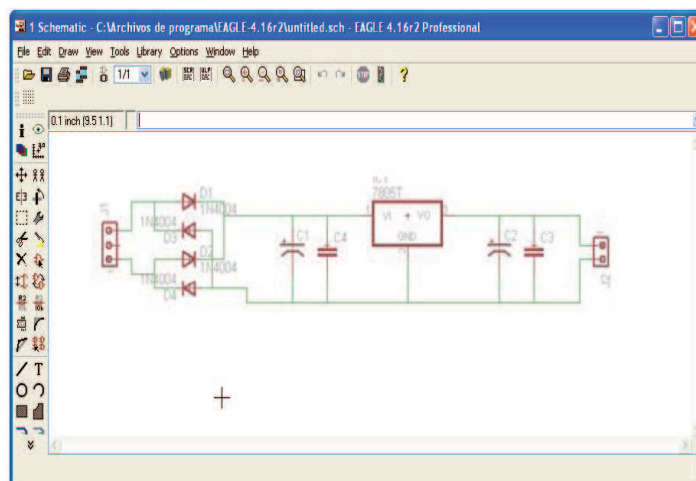
---

<sup>34</sup> [http://picmania.garcia-cuervo.net/eagle\\_tutlbr\\_i\\_library.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/eagle_tutlbr_i_library.php)

### 3.3.1. EDITOR DE ESQUEMAS

En el editor de esquemas se realiza el diagrama esquemático del circuito, con todas las conexiones que requiere el diseño.

La figura 3.7, permite observar la ventana del editor de esquemas con un circuito interno.



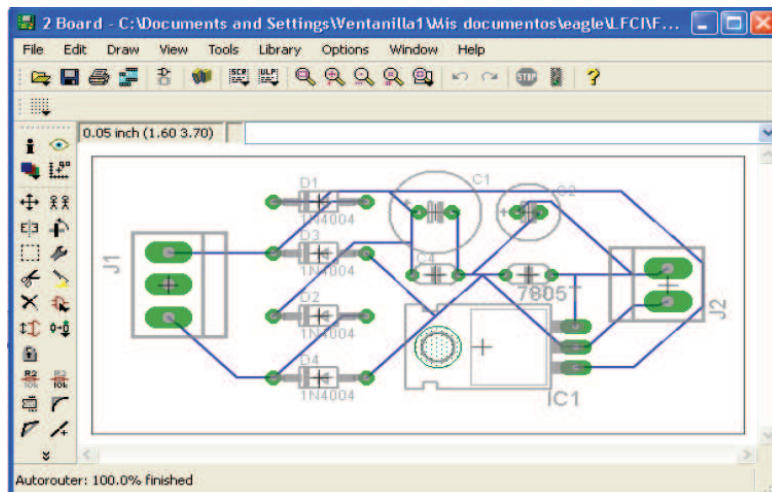
**Figura 3.7:** Editor de Esquemas

### 3.3.2. EDITOR DE LINEAS DE CONEXION

En el editor de líneas de conexión, los componentes del circuito creados en el diagrama esquemático, son observados conservando su forma real ocupando un espacio definido.

El editor de líneas, además, permite crear las pistas de conexión entre los elementos que forman parte del circuito, estableciendo un tamaño y forma definida, para que finalizado su diseño pueda este ser impreso, transferido a una baquelita y quemado.

La figura 3.8, muestra el circuito del diagrama esquemático finalizado en el editor de líneas con sus respectivas conexiones.



**Figura 3.8:** Editor de líneas de conexión

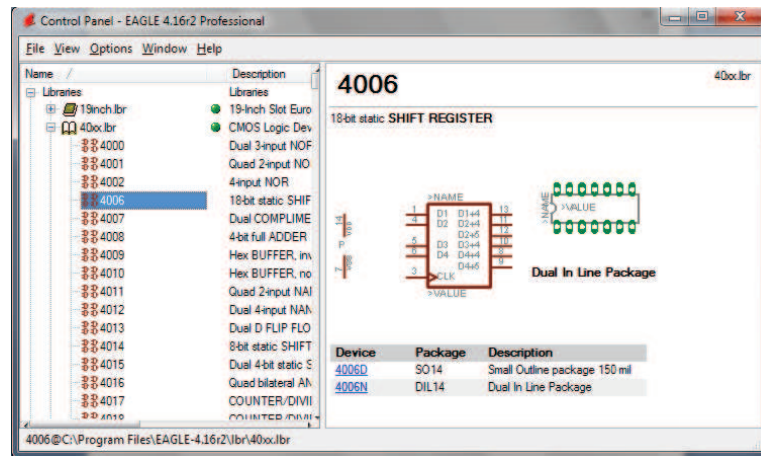
### 3.3.3. EDITOR DE LIBRERÍA

Eagle facilita el diseño de un circuito, debido a que permite crear librerías propias para elementos que no sean encontrados dentro de sus librerías disponibles o que necesiten ser modificados en alguna de sus características, permitiendo crear un componente con conexiones específicas.

Una librería está compuesta de uno o varios componentes electrónicos. Cada elemento tiene tres archivos, uno a utilizar en el editor esquemático, otro para el editor de líneas y uno que será presentado en el panel de control con sus características.

Todos estos archivos poseen una conexión común entre pines de entrada, salida o alimentación para formar un elemento.

En la figura 3.9 se puede observar el panel de control con la librería de un elemento, presentando su diagrama esquemático y el paquete que será utilizado en el editor de líneas de conexión.



**Figura 3.9:** Panel de Control

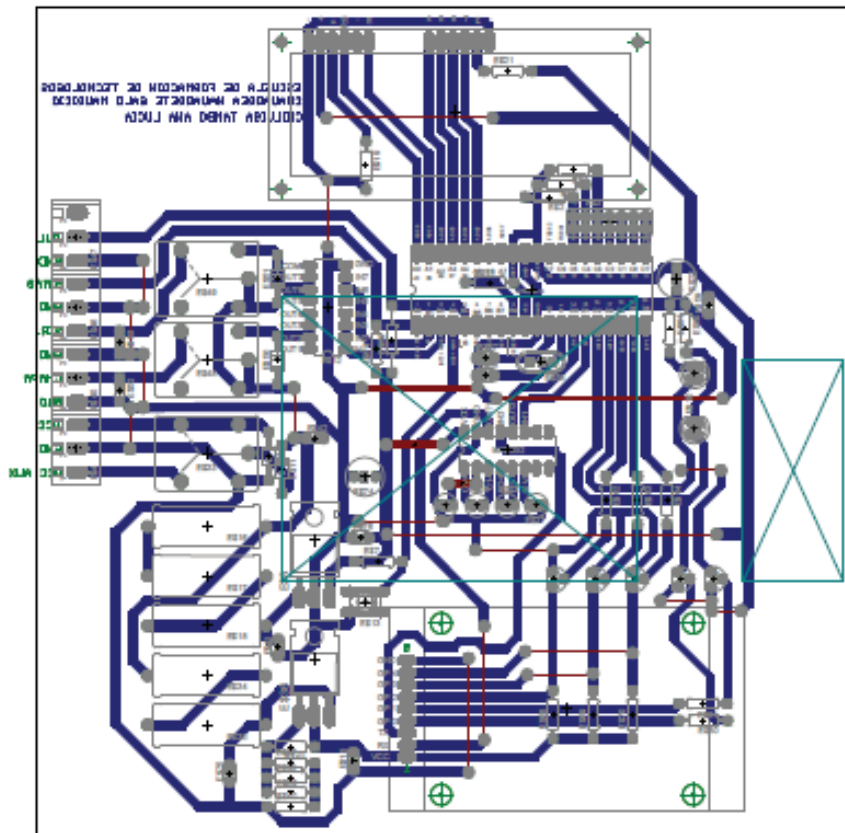
### 3.4 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO

Para realizar el diseño de este circuito se debe tener en cuenta que actualmente existen una gran cantidad de programas que facilitan su elaboración.

El diseño de este circuito se lo realizará con la ayuda del programa EAGLE 5.10.0, este software también permite realizar circuitos esquemáticos lógicos.

Se debe considerar el tamaño y ubicación de los elementos, esto mejora el ruteado de las pistas dentro del circuito. Se debe tener en cuenta 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 las salidas sensores en la puerta y entrada de la fuente de energía para el circuito.

El programa EAGLE 5.10.0, luego de varios ensayos consigue el mejor ruteado de las pistas, libres de posibles cortocircuitos como se observa en la figura No 3.10.



**Figura 3.10:** Diagrama de circuito impreso

### 3.3.1 ELABORACIÓN DE LA PLACA

Para empezar a realizar la placa se deben tener todos los materiales y elementos necesarios, el programa con el que diseñó el circuito fue Eagle 5.5, en el cual realizamos el diagrama circuital, tomando en cuenta, que el tamaño del dibujo fue el correcto a fin de optimizar el espacio y así poder montar los elementos sin dificultad.

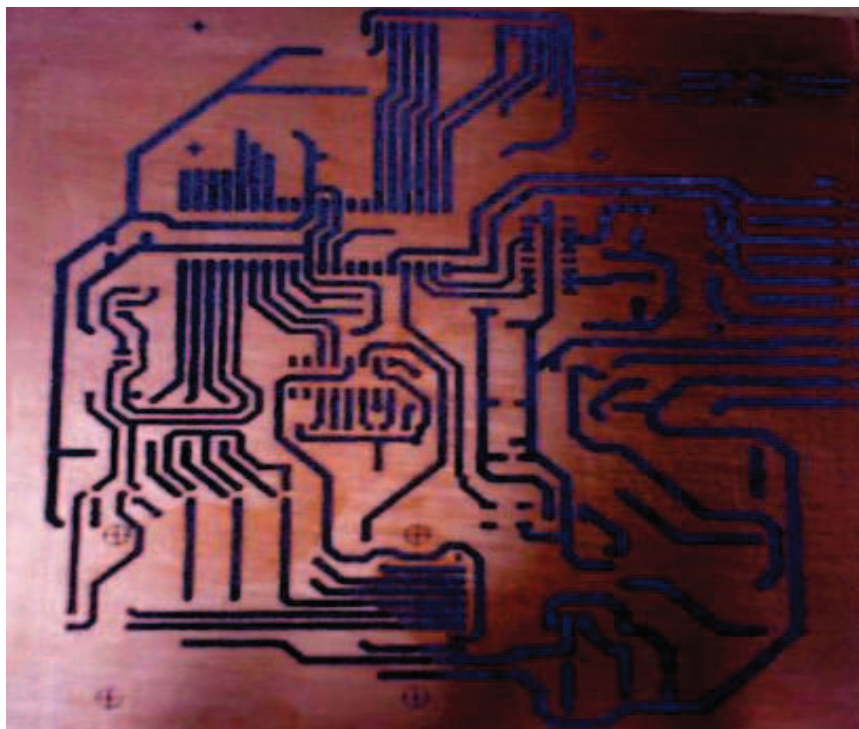
Con las medidas del circuito reales, se procede a cortar la placa de 12x17 cm.

A continuación se procede a limpiar la baquelita 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, a fin de quitar cualquier mancha o grasa que pueda existir, ya que se debe recordar que el ácido solo disuelve el cobre sin impurezas.

Después se procede a transferir el circuito impreso en una lámina de acetato a la baquelita, esto se lo realiza mediante la aplicación calor, para ello se debe utilizar una plancha con la cual, una vez fijada la lámina de impresión sobre la placa, se procede a “planchar” la hoja, teniendo en cuenta que la plancha no debe estar a una temperatura muy alta.

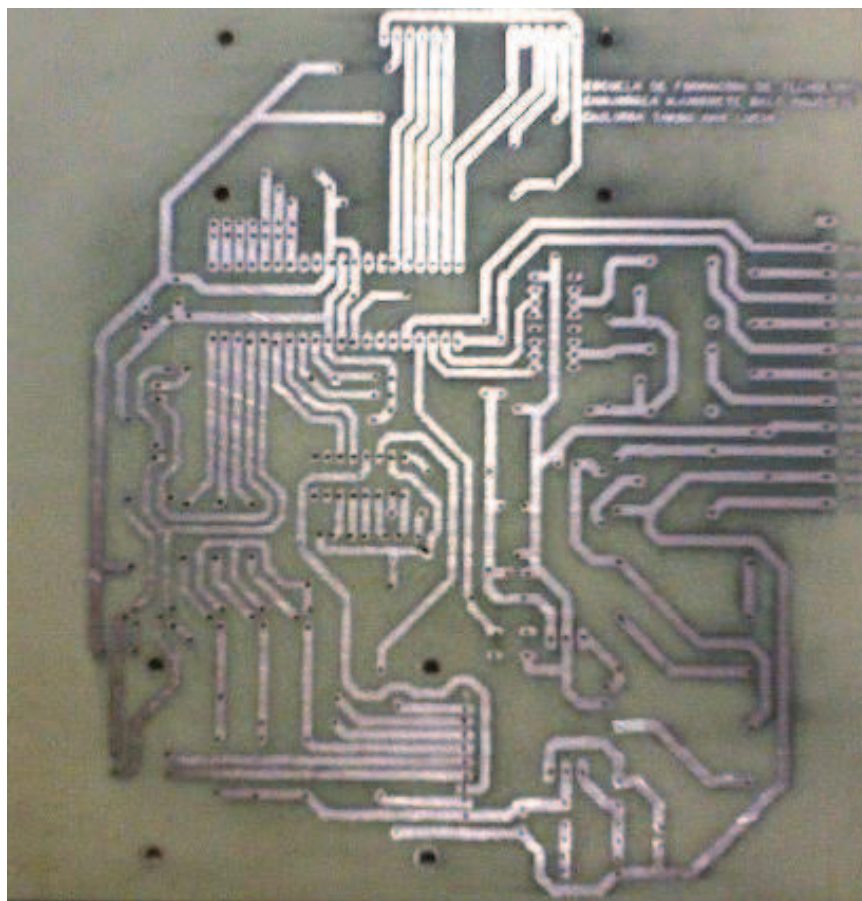
Si se nota que alguna pista o parte del circuito no se transfiere correctamente a la placa, ésta se debe pasar con marcador indeleble para corregir las pistas con errores, teniendo cuidado de no afectar al resto de ellas, así la placa queda de tal manera como se muestra en la figura No 3.11.



**Figura 3.11:** Elaboración de placa

Una vez transferido el circuito a la placa, se prepara el ácido en un envase plástico adecuado, es decir que tenga el tamaño apropiado para que ingrese la placa sin dificultad; para acelerar el proceso de disolución se debe realizar movimientos circulares al envase, teniendo cuidado de que el ácido no entre en contacto con la ropa, manos y ojos, para evitar cualquier accidente se debe utilizar las protecciones necesarias.

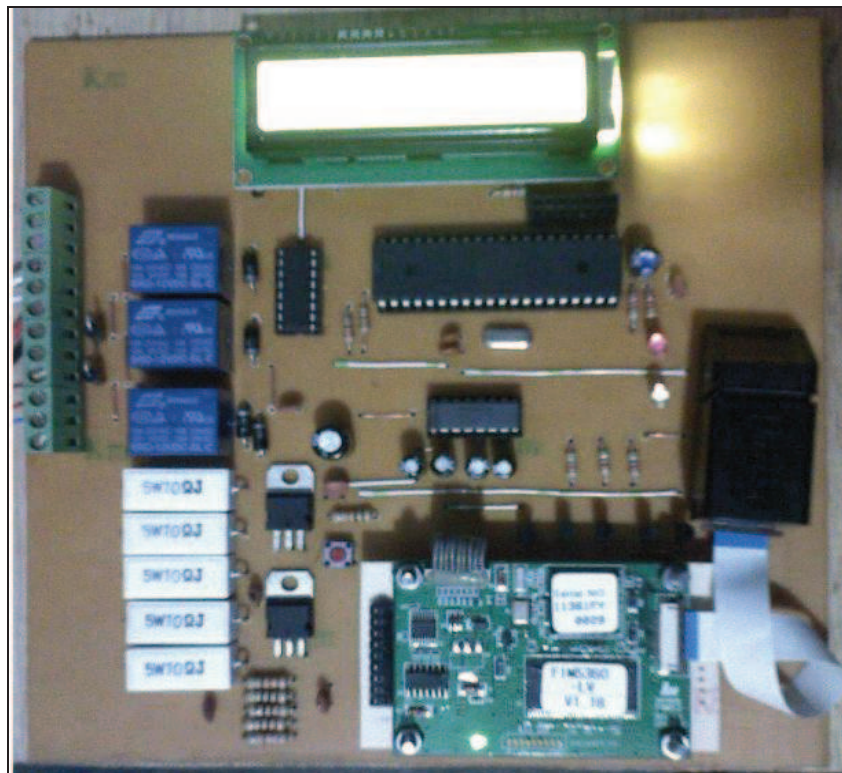
Una vez transferido el circuito impreso en la baquelita, se debe limpiar con una estopa metálica para tener un acabado nítido de las pistas tal como se muestra en la figura No 3.12, y por último se debe verificar la continuidad en cada una de las pistas con un multímetro, a fin de obtener un correcto funcionamiento del sistema.



**Figura 3.12:** Circuito Impreso

Finalmente se procede a perforar la placa para empezar a soldar los elementos, teniendo en cuenta de no unir pistas que podrían afectar el correcto funcionamiento del sistema.

En la figura 3.13 se muestra ya la placa soldada los elementos, en una vista frontal.



**Figura 3.13:** Elementos soldados en la placa



## **CAPÍTULO IV**

### **4. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, MANUAL Y ANEXOS**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

- El objetivo del presente proyecto de titulación es proteger un área a través de la implementación de un sistema de verificación, empleando la biometría como herramienta para verificar en este caso la huella dactilar. Este objetivo fue cumplido en su totalidad, como se lo demuestra en las pruebas efectuadas.
- Creamos un ambiente más seguro utilizando sensores magnéticos, empleados para cubrir los posibles accesos de intrusos al cuarto de equipos de computación a un bajo costo.
- En el mercado existen diferentes tipos de identificación personal, los que utilizan medios intermedios como tarjetas, códigos, etc., haciendo que estos tengan un nivel de seguridad aceptable, pero que pueden ser transferidos a otros usuarios, mientras que los biométricos son intransferibles, por ende son más seguros.
- Las seguridades biométricas por reconocimiento de huella dactilar son los más implementados, ya que al no presentar variaciones con el paso del tiempo, salvo que alguien sufra un accidente que dañe o altere sus huellas. Es por ello que cada día se hace uso de las huellas dactilares con muchos fines, ya no sólo es cuestión de instituciones del gobierno, sino también de personas y sistemas que hacen uso de la identificación por huellas digitales, con muchas razones justificadas, en accesos físicos de personal, virtual, en el campo de la criminalística, entre otros.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Es importante que la huella dactilar que va a ser registrada se encuentre sin cortes, y libre de sudor para lograr un ingreso rápido y exitoso al cuarto de equipos.
- La limpieza periódica del lente del sensor de huellas dactilares con un paño suave de tela es fundamental.
- El brazo mecánico utilizado para cerrar la puerta de ingreso al cuarto de equipos necesita ser ajustado dos veces al año para evitar que la puerta se cierre con fuerza y dañe la chapa eléctrica.
- El circuito del proyecto debe mantenerse siempre en un lugar con ventilación para evitar sobrecalentar el microcontrolador y los demás componentes del proyecto.
- Para el mantenimiento preventivo que se debe realizar a la placa del circuito debe considerarse que los buses de datos empleados para la conexión del sensor y el módulo FIM 5360 son delicados y deben primero ser desconectados.
- Este proyecto se recomienda emplear en empresas públicas o privadas donde se requiera restringir el acceso de personal a determinadas áreas.

## 4.3. MANUAL DE USUARIO

### 4.3.1. PROCESO DE ENROLAMIENTO

1.- El mensaje de bienvenida que siempre visualiza en la pantalla, se muestra en la figura 4.1:



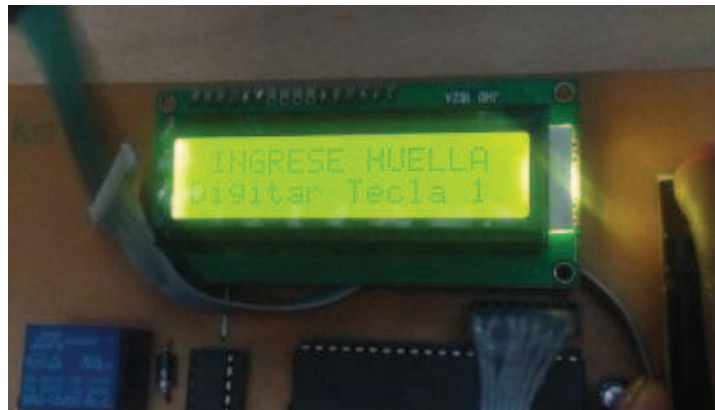
**Figura 4.1:** Mensaje de Bienvenida en el LCD

2.- Con el pulsador de configuración, el administrador después de haber ingresado su contraseña, accederá al menú de opciones, en la se puede Agregar o Borrar un usuario, Borrar Todos los usuarios y Salir de configuración, como se indica en la figura 4.2.



**Figura 4.2:** Mensaje de configuración

3.- Con la opción Agregar usuario (ADD), se registra un usuario nuevo, digitando la tecla 1 para habilitar la lectura de la huella en el sensor como se indica en la figura 4.3.



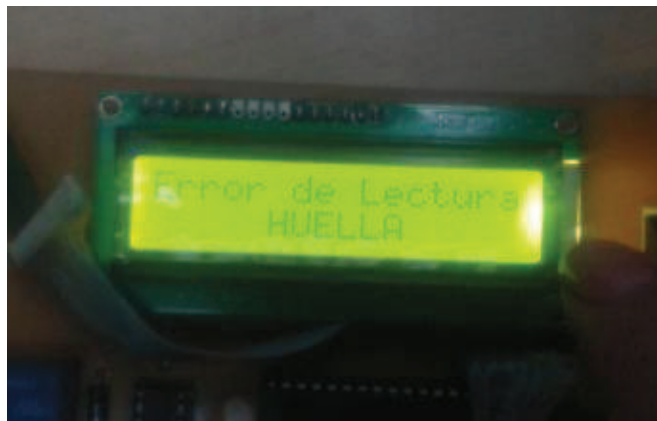
**Figura 4.3:** Mensaje de ingreso de nuevo usuario

4.- Si la toma de la huella fue exitosa, un led de color azul se encenderá y el sistema pedirá el ingreso de una clave al usuario recién registrado, tal como se muestra en la figura 4.4, esta clave debe contener un número de hasta 5 dígitos.



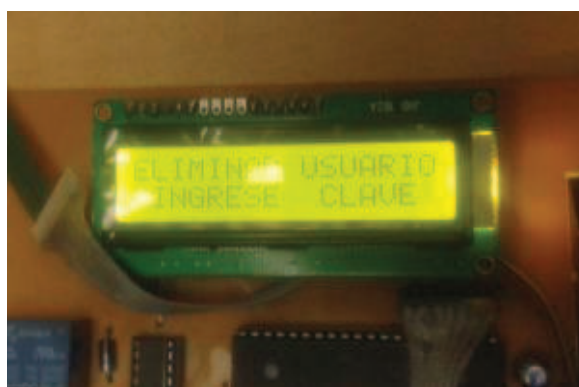
**Figura 4.4:** Mensaje de ingreso de clave

5.- Si la toma de la huella no fue exitosa, se encenderá un led de color rojo y se visualizará en la pantalla un mensaje de “Error de Lectura HUELLA”, lo que nos indica que el sistema no pudo captar de manera correcta la huella digital, tal como se muestra en la figura 4.5, ya el dedo fue colocado en mala posición, o se necesita limpiar el exceso de grasa o humedad que tenga la yema del dedo del usuario a registrar.



**Figura 4.5:** Mensaje de error de lectura

6.- Con la opción BORRAR del menú podemos eliminar un usuario registrado ingresando su clave de usuario, tal como se muestra en la figura 4.6.



**Figura 4.6:** Mensaje de eliminar usuario

7.- Después de ingresar o borrar un usuario de la base de datos, se podrá visualizar el registro total de usuarios almacenados, tal como se muestra en la figura 4.7.



**Figura 4.7:** Mensaje de usuarios registrados

#### **4.3.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS REGISTRADOS**

1.- Para el ingreso el usuario registrado, debe presionar la tecla ENTER, e ingresar su clave de acceso en el teclado. En caso de ingresar incorrectamente la clave el usuario podrá borrar lo digitado con la tecla CLEAR, e ingresar nuevamente la clave, hasta 5 veces, luego de las cuales se visualizará nuevamente el mensaje de Bienvenida en la pantalla, debiendo realizar nuevamente el procedimiento, como se indica en la figura 4.8.



**Figura 4.8:** Mensaje de ingreso de clave

2.- Si el usuario ingresó correctamente la clave en la pantalla, se mostrará el mensaje “PUERTA ABIERTA EMPUJE” se encenderá el led de color azul y la puerta se abrirá, como se muestra en la figura 4.9.



**Figura 4.9:** Mensaje de puerta abierta

3.- Si la puerta es forzada, es decir que fue abierta sin seguir el procedimiento adecuado de ingreso de clave y huella, sonará una alarma, la cual alertará al personal de seguridad inmediatamente, notificando alguna anomalía.

## **4.4 ANEXOS**

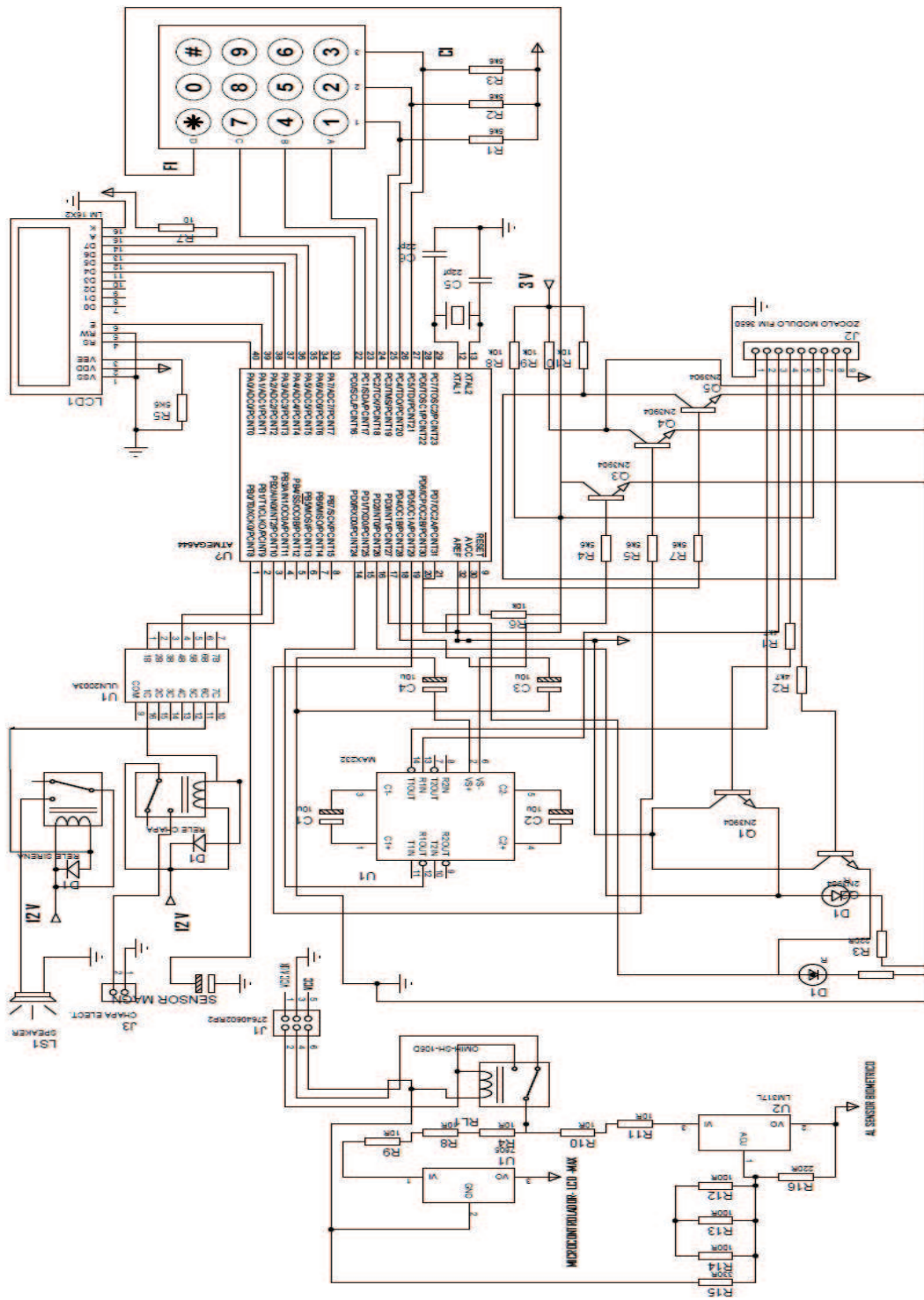


## ANEXO A. CONFIGURACIÓN DE PINES DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P

# Pin		Funcion	Descripcion
1	B0		Sensor magnetico
2	B1		Habilita sirena
3	B2		controla chapa de la puerta cuando se abre con clave
4	B3		PULSADOR de Programacion Agregar un nuevo usuario o eliminar todos
5	B4		Pulsador para abrir la puerta desde adentro
6	B5	MOSI	Pin para Programacion
7	B6	MISO	Pin para Programacion
8	B7	SCK	Pin para Programacion
9	RS	Reset	Pin para Programacion - Conectado a Vcc
10	VCC		Pin de Habilitacion del microcontrolador
11	GND		Pin de Habilitacion del microcontrolador
12	XT1		Oscilador
13	XT2		Oscilador
14	D0	RXD	Receptor de datos seriales
15	D1	TXD	Transmisor de datos seriales
16	D2		
17	D3		
18	D4		
19	D5		
20	D6		
21	D7	Teclado	Fila 1 - Configurado como Salida
22	C0	Teclado	Fila 4 - Configurado como Salida
23	C1	Teclado	Fila 3 - Configurado como Salida
24	C2	Teclado	Fila 2 - Configurado como Salida
25	C3	Teclado	Columna 3 - Configurado como Entrada
26	C4	Teclado	Columna 2 - Configurado como Entrada
27	C5	Teclado	Columna 1 - Configurado como Entrada
28	C6		
29	C7		
30	AVCC		Pin de Habilitacion del microcontrolador
31	GND		Pin de Habilitacion del microcontrolador
32	AREF		Pin de Habilitacion del microcontrolador
33	A7		
34	A6		
35	A5	D7	Conexión para el LCD
36	A4	D6	Conexión para el LCD
37	A3	D5	Conexión para el LCD
38	A2	D4	Conexión para el LCD
39	A1	E	Conexión para el LCD
40	A0	RS	Conexión para el LCD



## ANEXO C. DIAGRAMA COMPLETO DEL CIRCUITO DE CONTROL

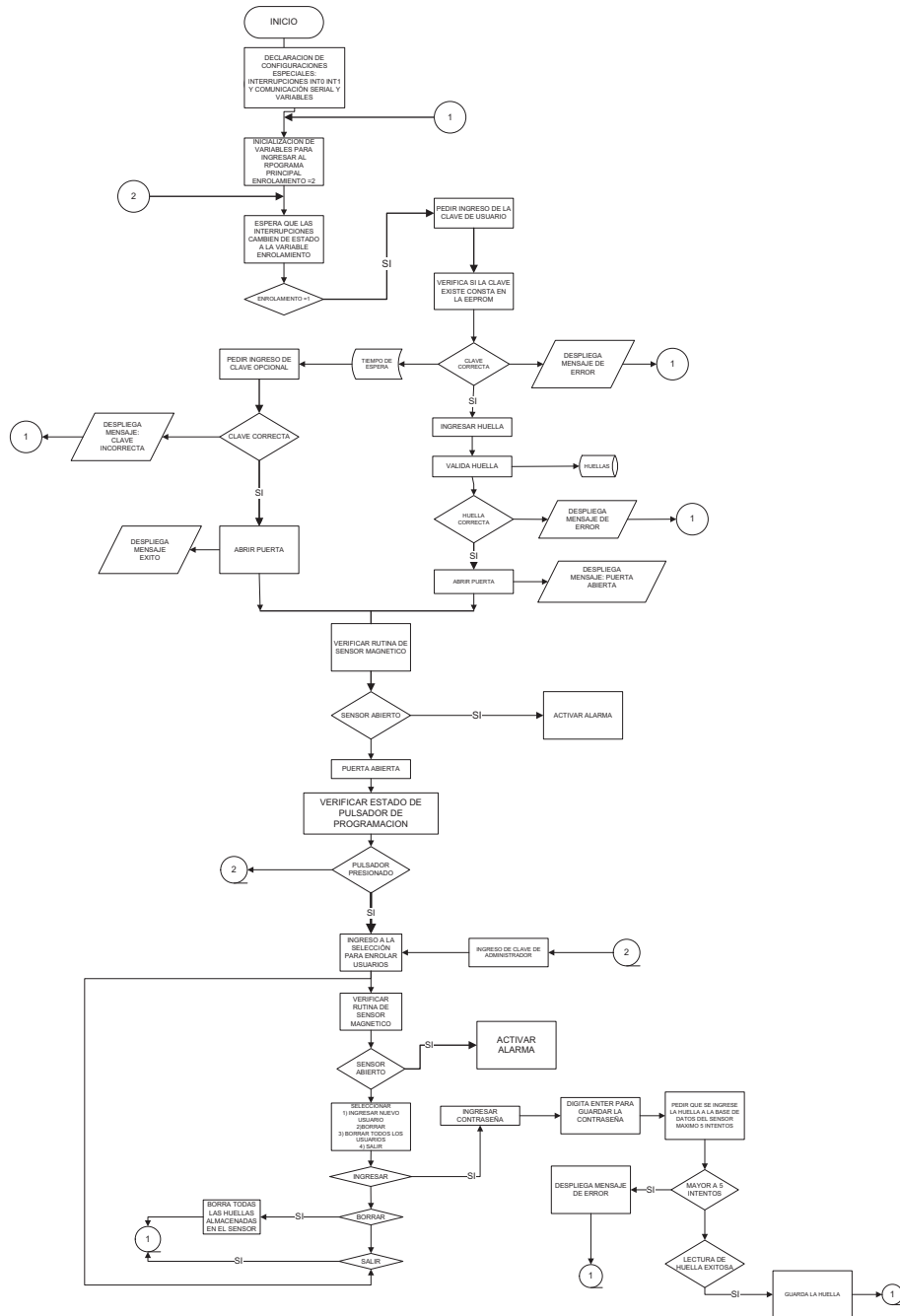


## ANEXO D. PLACA DEL CIRCUITO



## ANEXO E. DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA PARA EL CONTROL DE INGRESO Y SALIDA DEL PERSONAL AUTORIZADO AL CUARTO DE EQUIPOS DE COMPUTACIÓN UBICADO EN EL INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL PETRÓLEO - QUITO



## DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO

### **Inicio del Programa.**

- Para la implementación del programa, como primera instancia se han definido las variables a utilizar, además de las configuraciones necesarias para el buen funcionamiento y comunicación serial con los elementos externos al microcontrolador.
- El funcionamiento del programa se basa en enrolamientos, esta es una variable que se ha definido para diferenciar los estados que puede tomar el proyecto a nivel físico.
- Cuando el biométrico se encuentra en reposo el enrolamiento y las variables auxiliares se encuentran inicializadas, para cargar las variables definidas basta con tocar el teclado para que el enrolamiento cambie de estado.
- Cabe indicar que en esta etapa del flujo del programa el biométrico siempre presentará en su pantalla un saludo de bienvenida “IEP – SEGURIDAD BIOMETRICA”

### **Funcionamiento**

- Una vez que el Enrolamiento cambió de estado se procederá con las validaciones necesarias las cuales permitirán navegar por las opciones de menú.
- Al presionar cualquier número del teclado del biométrico se activará el primer estado del Enrolamiento, el cual permitirá luego de la respectiva validación del Enrolamiento, ingresar mediante el teclado la clave del usuario.

- Si la clave del usuario existe en la base de datos del microprocesador, permite pasar a la siguiente fase que es el ingreso de la huella digital, si la lectura de la huella existe y si pertenece a la clave del usuario ingresado anteriormente, el proceso para abrir la puerta es activado.
- Tras activar el proceso Abrir Puerta se procederá a validar las rutinas creadas en el programa como es la de verificar si el sensor magnético se encuentra abierto o cerrado. Si la rutina detecta que el sensor está abierto la alarma se activará caso contrario se procederá a abrir el sensor magnético y la puerta se abre.
- Proceso de ingreso y borrado de usuarios a la base de datos del microcontrolador.
- Para el ingreso de usuarios es necesario cambiar al segundo estado el enrolamiento mediante el pulsador que se encuentra en la parte frontal del biométrico y después digitar la contraseña de administrador podemos acceder al menú donde se encuentran las opciones de :
  - Ingresar un nuevo usuario ( Tecla 1)
  - Borrar un usuario ( Tecla 2)
  - Borrar todos los usuarios ( Tecla 3)
  - Salir (Tecla 4)
- Al seleccionar la opción de ingreso de un nuevo usuario el programa pedirá ingresar una contraseña para el usuario y se grabará presionando la tecla entre, a continuación se debe digitar la tecla 1, e ingresar la huella digital acercando cualquier dedo de la mano al lector de huella, si la lectura de la huella fue exitosa se guardará y el usuario se habrá guardado satisfactoriamente.

- Si las lecturas son incorrectas y superan los cinco intentos el programa emitirá un mensaje de error y regresamos a la pantalla de bienvenida.
- Se pueden borrar uno o todos los usuarios digitando la tecla 1 o 2 respectivamente.
- Y finalmente con la tecla 4 el usuario regresa a la pantalla de bienvenida y se cierra el ciclo del programa.



## ANEXO F. PROGRAMA

```
$regfile = "m164pdef.dat"
$crystal = 20000000
$baud = 9600
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Porta.2 , Db5 = Porta.3 , Db6 = Porta.4 , Db7 = Porta.5 , E = Porta.1 ,
Rs = Porta.0
Config Lcd = 16 * 2
Config Com1 = Dummy , Synchron = 0 , Parity = None , Stopbits = 1 , Databits = 8 , Clockpol = 0
Initlcd
Cls : Cursor Off Noblink
'Configurar Teclado
  Ddrc.5 = 0 : Portc.5 = 1 : Columna1 Alias Pinc.5      'Configura Entrada, Resistencias Pull up,
Alias
  Ddrc.4 = 0 : Portc.4 = 1 : Columna3 Alias Pinc.4
  Ddrc.3 = 0 : Portc.3 = 1 : Columna2 Alias Pinc.3
  Ddrc.0 = 1 : Portc.0 = 1 : Fila4 Alias Portc.0      'Configura Salida, salida en 1 Logico, Alias
  Ddrc.1 = 1 : Portc.1 = 1 : Fila3 Alias Portc.1
  Ddrc.2 = 1 : Portc.2 = 1 : Fila2 Alias Portc.2
  Ddrd.7 = 1 : Portd.7 = 1 : Fila1 Alias Portd.7
'Entradas
  Ddrb.0 = 0 : Portb.0 = 1 : Sensor_magnetico Alias Pinb.0
  Ddrb.3 = 0 : Portb.3 = 1 : Pulsador_prog Alias Pinb.3
  Ddrb.4 = 0 : Portb.4 = 1 : Open_door Alias Pinb.4
'Salidas
  Ddrb.1 = 1 : Portb.1 = 0 : Sirena Alias Portb.1
  Ddrb.2 = 1 : Portb.2 = 0 : Chapa_puerta Alias Portb.2
'sensor biometrico
Ddrd.4 = 1 : Portd.4 = 0 : Enroll_key Alias Portd.4
Ddrd.5 = 1 : Portd.5 = 0 : Delete_key Alias Portd.5
Ddrd.6 = 1 : Portd.6 = 0 : Identify_key Alias Portd.6
'Variables eeprom
Dim Null_0 As Eram Byte 'La direccion cero de la eeprom no es tocada porque
                        'su valor se resetea aveces cuando inicia el microcontrolador

Dim Clave_1 As Eram String * 5
Dim Clave_2 As Eram String * 5
Dim Clave_3 As Eram String * 5
Dim Clave_4 As Eram String * 5
Dim Clave_5 As Eram String * 5
Dim Clave_6 As Eram String * 5
Dim Clave_7 As Eram String * 5
Dim Clave_8 As Eram String * 5
Dim Clave_9 As Eram String * 5
Dim Clave_10 As Eram String * 5
Dim Clave_11 As Eram String * 5
Dim Clave_12 As Eram String * 5
Dim Clave_13 As Eram String * 5
Dim Clave_14 As Eram String * 5
Dim Clave_15 As Eram String * 5
Dim Clave_16 As Eram String * 5
Dim Clave_17 As Eram String * 5
Dim Clave_18 As Eram String * 5
Dim Clave_19 As Eram String * 5
```

```

Dim Clave_20 As Eram String * 5
Dim Clave_21 As Eram String * 5
Dim Clave_22 As Eram String * 5
Dim Clave_23 As Eram String * 5
Dim Clave_24 As Eram String * 5
Dim Clave_25 As Eram String * 5
Dim Clave_26 As Eram String * 5
Dim Clave_27 As Eram String * 5
Dim Clave_28 As Eram String * 5
Dim Clave_29 As Eram String * 5
Dim Clave_30 As Eram String * 5
Dim Clave_31 As Eram String * 5
Dim Clave_32 As Eram String * 5
Dim Clave_33 As Eram String * 5
Dim Clave_34 As Eram String * 5
Dim Clave_35 As Eram String * 5
Dim Clave_36 As Eram String * 5
Dim Clave_37 As Eram String * 5
Dim Clave_38 As Eram String * 5
Dim Clave_39 As Eram String * 5
Dim Clave_40 As Eram String * 5
Dim Read_write_claves As String * 5
'CONSTANTES
Const Clear_t = 10
Const Enter = 11
Const Valor_nulo = 12
Const Clave_configuracion = "240312"
Const Clave_opcional = "198385"
Const Max_num_user = 40      'ES EL MAXIMO NUMERO DE USUARIOS QUE PUEDEN SER
REGISTRADOS
'variables teclado
Dim Numero_tecla As Byte
Dim Band_teclado As Bit
'variables seriales
Dim Seleccion_menu As Bit      'permite determinar cuando leer o no los datos de entrada
Dim Serial_char As Byte
Dim Con_char_in As Byte
Dim Serial_mat_in(25) As Byte
Dim For_serial As Byte
'variables para enviar comandos al sensor biometrico
Dim Sb_init As String * 1
Dim Cmd_comando As Byte
Dim Cmd_parametro1 As Byte
Dim Cmd_parametro2 As Byte
Dim Cmd_data_size As Byte
Dim Cmd_error_code As Byte
Dim Cmd_checksum As Byte
Dim Sb_comd1 As String * 1
Dim Sb_pa_11 As String * 1
Dim Sb_pa_21 As String * 1
Dim Sb_t_da1 As String * 1
Dim Sb_erro1 As String * 1
Dim Sb_h_ch1 As String * 1
'variables para menu de usuario

```

```

Dim Dato_valido As Byte
Dim Band_enable_key As Bit 'PERMITE QUE SE HABILITE EL TECLADO
PARA INGRESAR LA CLAVE CUANDO LA HUELLA ES CORRECTA
Dim Band_enable_opc As Bit 'PERMITE INGRESAR CLAVE OPCIONAL
Dim Band_sirena As Bit 'determina cuando tiene que sonar la sirena
Dim Band_verf_close As Bit 'determina despues de abierto cuando la puerta
se cierra para iniciar la sirena
Dim Band_delete_all As Byte 'determina si eleiminar toda la base de datos
grabada tanto en el micro como en el sensor
'variables para el menu de registro o eliminacion de usuarios
Dim Cont_clave_conf As Byte 'permite posicionar un dato
Dim Clave_conf As String * 6
Dim Clave_lcd_aux As String * 6
Dim Band_clave_conf As Bit 'permite ingresar al submenu de verificacion de
clave
Dim Band_seleccion_conf As Bit 'permite ingresar al menu de seleccion de
funcion a realizar
Dim Band_delete_user As Bit
Dim Confir_eliminar As Bit
Dim Band_add_user As Bit 'permite ingresar un nuevo usuario
Dim Enrolamiento As Byte 'permite dtectar si el registro de un usuario se
relizo con exito
Dim Cont_detec_erradas As Byte 'es un contador que permite que se salga de la
subrutina de deteccion cuando las huellas no pueden ser detectadas
Dim Numero_usuarios As Byte
Dim Band_clave_user As Bit 'PERMITE QUE se habilite la subrutina para
ingresar la clave del usuario
Dim User_clave As String * 5
Dim Band_tecla_aux As Bit
'variables menu de verificacion de huella
Dim Cont_clave_user As Byte 'posiciona la clave digitada por el usuario en una
string
Dim Cont_restaurar As Long
Dim Band_detec_huella As Bit
'INTERRUPCION PARA DETECTAR EL EXITO AL DETECTAR UNA HUELLA
On Int0 Deteccion_exitosa : Enable Int0
On Int1 Deteccion_fallida : Enable Int1
Config Int0 = Rising : Config Int1 = Rising
'Habilita Interruccion SERIAL
On Urxc Deteccion_huella 'ACTIVAR LA SUBROUTINA DE INTERRUPCION
Enable Urxc
Enable Interrupts 'ACTIVAR TODAS LAS INTERRUPCIONES
Enroll_key = 0 : Delete_key = 0 : Identify_key = 0
Programa_usuario:
Initlcd
Cls : Cursor Off Noblink
'MENU PRINCIPAL
Cls
Locate 1 , 1 : Lcd "IEP - SEGURIDAD "
Locate 2 , 1 : Lcd " BIOMETRICA "
Wait 2
Gosub Clear_buffer_in
Band_clave_conf = 0
Band_seleccion_conf = 0

```

```

Band_delete_user = 0
Band_add_user = 0
Band_clave_user = 0
Seleccion_menu = 1
Enrolamiento = 2
Con_char_in = 0 : Gosub Auto_identify_init : Waitms 300
Con_char_in = 0 : Gosub Auto_identify_init : Waitms 300
Seleccion_menu = 0
Cont_clave_user = 0
Band_enable_key = 0
Band_enable_opc = 0
Band_delete_all = 0
Clave_lcd_aux = "  "
User_clave = "  "
Chapa_puerta = 0
Band_sirena = 1
Band_verf_close = 0
Cont_restaurar = 200000
Numero_tecla = Valor_nulo
Cont_clave_conf = 0
Clave_conf = "  "
If Enrolamiento = 1 Then Goto Programa_usuario
Enrolamiento = 2
Band_tecla_aux = 1
Band_detec_huella = 0
'Band_detec_huella
Do
  If Band_tecla_aux = 1 Then
    Gosub Teclado
    If Numero_tecla <> Valor_nulo Then
      Initlcd
      Cls : Cursor Off Noblink
      Cont_restaurar = 0
      Cls
      Locate 1 , 1 : Lcd " INGRESE CLAVE "
      Wait 1
      Cont_clave_user = 0
      Band_enable_key = 1
      Band_enable_opc = 0
      Enrolamiento = 2
      Cont_restaurar = 0
      Band_tecla_aux = 0
    End If
  End If
  If Cont_restaurar < 200000 Then Incr Cont_restaurar
  If Cont_restaurar = 199998 Then
    Cls
    'Locate 1 , 1 : Lcd "ESFOT SEGURIDAD"
    Locate 1 , 1 : Lcd "I.E.P SEGURIDAD"
    Locate 2 , 1 : Lcd " BIOMETRICA "
    Band_enable_key = 0
    Band_enable_opc = 0
    'HAGÓ QUE LAS VARIABLES VUELVAN A SU ESTADO INICIAL CUANDO A ENTRADO A
    INGRESAR CLAVE DE USUARIO

```

```

Numero_tecla = Valor_nulo
Cont_clave_user = 0
User_clave = " "
Clave_lcd_aux = " "
'HAGÓ QUE LAS VARIABLES VUELVAN A SU ESTADO INICIAL CUANDO A ENTRADO A
INGRESAR CLAVE OPCIONAL
Cont_clave_conf = 0
Clave_conf = " "
Band_tecla_aux = 1
Band_detec_huella = 0
End If
'AQUI NO DEJA DE SONAR LA ALARMA
If Band_sirena = 1 Then
  If Sensor_magnetico = 0 Then
    'Sirena = 0
  Else
    Sirena = 1
  End If
  Band_verf_close = 0
End If
If Band_verf_close = 1 And Sensor_magnetico = 0 Then Band_sirena = 1
If Open_door = 0 Then 'HABRE LA PUERTA DESDE ADENTRO Y
ESPERA 6 SEG
  Band_sirena = 0 : Sirena = 0
  Band_verf_close = 1
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd " PUERTA ABIERTA "
  Locate 2 , 1 : Lcd " EMPUJE "
  Cont_restaurar = 0
  Chapa_puerta = 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Chapa_puerta = 0
End If
If Enrolamiento = 0 And Band_detec_huella = 1 Then
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd "ERROR DE LECTURA"
  Locate 2 , 1 : Lcd " HUELLA "
  Wait 1
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd " CLAVE OPCIONAL "
  Locate 2 , 1 : Lcd " INGRESE "
  Wait 1
  Band_enable_opc = 1
  Band_enable_key = 0
  Enrolamiento = 2
  Cont_clave_conf = 0
  Cont_restaurar = 0
End If
If Enrolamiento = 1 And Band_detec_huella = 1 Then
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd " PUERTA ABIERTA "
  Locate 2 , 1 : Lcd " EMPUJE "
  Band_sirena = 0 : Sirena = 0
  Band_verf_close = 1
  'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
  'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

```

```

'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Chapa_puerta = 1 : Wait 1 : Chapa_puerta = 0
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'HAGO QUE LAS VARIABLES VUELVAN A SU ESTADO INICIAL
Cont_restaurar = 0
Numero_tecla = Valor_nulo
Cont_clave_user = 0
User_clave = " "
Clave_lcd_aux = " "
Enrolamiento = 2
Band_detec_huella = 0
End If
If Band_enable_key = 1 Then Gosub Ingreso_clave
If Band_enable_opc = 1 Then Gosub Ingreso_opcional
Loop Until Pulsador_prog = 0
Seleccion_menu = 1
Con_char_in = 0 : Gosub Auto_identify_stop
Waitms 300
Con_char_in = 0 : Gosub Auto_identify_stop
Cls
Locate 1 , 1 : Lcd " CONFIGURACION "
Locate 2 , 1 : Lcd " Ingrese Clave "
Cont_clave_conf = 0
Band_delete_all = 0
Band_clave_conf = 1
Band_seleccion_conf = 0
Band_delete_user = 0
Band_add_user = 0
Clave_lcd_aux = " "
Clave_conf = " "
Enrolamiento = 2
Band_clave_user = 0
Cont_detec_erradas = 0
User_clave = " "
Cont_clave_user = 0
Confir_eliminar = 0
Cont_restaurar = 0
'INICIO CONTADOR DE PREVENCION
Do
If Cont_restaurar < 200000 Then Incr Cont_restaurar
If Cont_restaurar = 199998 Then
Goto Programa_usuario
End If
If Sensor_magnetico = 0 Then : Sirena = 0 : Else : Sirena = 1 : End If
Gosub Teclado
If Band_clave_conf = 1 Then Gosub Verificacion_clave
If Band_seleccion_conf = 1 Then Gosub Verificar_funcion
If Band_delete_all = 1 Then Gosub Del_all_usuarios
If Band_delete_user = 1 Then Gosub Eliminar_usuario
If Band_add_user = 1 Then Gosub Agregar_usuario
If Band_clave_user = 1 Then Gosub Ingresar_clave
If Con_char_in > 0 Then
Waitms 200

```

```

    Con_char_in = 0
End If
Loop
Ingreso_clave:
Gosub Teclado
If Numero_tecla <> Clear_t And Numero_tecla <> Enter And Numero_tecla < Valor_nulo Then
    Cont_restaurar = 0
    Incr Cont_clave_user
    If Cont_clave_user > 5 Then Cont_clave_user = 5
    Numero_tecla = Numero_tecla + 48
    Mid(user_clave , Cont_clave_user , 1 ) = Numero_tecla
    Mid(clave_lcd_aux , Cont_clave_user , 1 ) = "*"
    Numero_tecla = Valor_nulo
    Locate 2 , 1 : Lcd "          "
    Locate 2 , 6 : Lcd Clave_lcd_aux
End If
If Numero_tecla = Enter Then
    Dato_valido = 0
    Read_write_claves = Clave_1 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_2 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_3 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_4 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_5 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_6 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_7 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_8 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_9 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_10 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_11 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_12 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_13 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_14 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_15 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_16 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_17 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_18 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_19 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_20 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_21 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_22 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_23 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_24 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_25 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_26 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_27 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_28 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_29 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_30 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_31 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_32 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_33 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_34 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_35 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
    Read_write_claves = Clave_36 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1

```

```

Read_write_claves = Clave_37 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
Read_write_claves = Clave_38 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
Read_write_claves = Clave_39 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
Read_write_claves = Clave_40 : If User_clave = Read_write_claves Then Dato_valido = 1
Cont_clave_user = 0 : User_clave = " " : Clave_lcd_aux = " "
Band_enable_key = 0
If Dato_valido = 1 Then
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd "VERIFICACION DE"
  Locate 2 , 1 : Lcd " HUELLA "
  Wait 1
  Cont_restaurar = 200005
  Band_detec_huella = 1
  Band_enable_key = 0
Else
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd " CLAVE "
  Locate 2 , 1 : Lcd " INCORRECTA "
  Band_detec_huella = 0
  Wait 1
  Goto Programa_usuario
End If
End If
If Numero_tecla = Clear_t Then
  Cont_restaurar = 0
  Numero_tecla = Valor_nulo
  Cont_clave_user = 0
  User_clave = " "
  Clave_lcd_aux = " "
  Locate 2 , 1 : Lcd " "
End If
Return
Ingreso_opcional:
Gosub Teclado
If Numero_tecla <> Clear_t And Numero_tecla <> Enter And Numero_tecla < Valor_nulo Then
  Cont_restaurar = 0
  Incr Cont_clave_conf
  If Cont_clave_conf > 6 Then Cont_clave_conf = 6
  Numero_tecla = Numero_tecla + 48
  Mid(clave_conf , Cont_clave_conf , 1 ) = Numero_tecla
  Mid(clave_lcd_aux , Cont_clave_conf , 1 ) = "*"
  Numero_tecla = Valor_nulo
  Locate 2 , 1 : Lcd " "
  Locate 2 , 6 : Lcd Clave_lcd_aux
End If
If Numero_tecla = Enter Then
  Cont_restaurar = 0
  If Clave_conf = Clave_opcional Then
    Cls
    Locate 1 , 1 : Lcd " PUERTA ABIERTA "
    Locate 2 , 1 : Lcd " EMPUJE "
    Band_verf_close = 1
    Band_sirena = 0 : Sirena = 0
    Chapa_puerta = 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Chapa_puerta = 0
  
```



```

'HAGO QUE LAS VARIABLES VUELVAN A SU ESTADO INICIAL
Cont_clave_conf = 0
Clave_lcd_aux = "  "
Clave_conf = "  "
Else
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd "  CLAVE  "
  Locate 2 , 1 : Lcd "  INCORRECTA  "
  Wait 1
  Goto Programa_usuario
End If
Band_enable_opc = 0
End If
If Numero_tecla = Clear_t Then
  Cont_restaurar = 0
  Cont_clave_conf = 0
  Clave_lcd_aux = "  "
  Clave_conf = "  "
  Locate 2 , 1 : Lcd "  "
End If
Return
Verificacion_clave:
If Numero_tecla <> Clear_t And Numero_tecla <> Enter And Numero_tecla < Valor_nulo Then
  Cont_restaurar = 0
  Incr Cont_clave_conf
  If Cont_clave_conf > 6 Then Cont_clave_conf = 6
  Numero_tecla = Numero_tecla + 48
  Mid(clave_conf , Cont_clave_conf , 1 ) = Numero_tecla
  Mid(clave_lcd_aux , Cont_clave_conf , 1 ) = "*"
  Numero_tecla = Valor_nulo
  Locate 2 , 1 : Lcd "  "
  Locate 2 , 6 : Lcd Clave_lcd_aux
End If
If Numero_tecla = Enter Then
  Cont_restaurar = 0
  If Clave_conf = Clave_configuracion Then
    Cls
    Locate 1 , 1 : Lcd "1 ADD  2 BORRAR"
    Locate 2 , 1 : Lcd "3 B.TOD 4 SALIR "
    '1 ADICIONAR
    '2 BORRAR UN SOLO USUARIO
    '3 BORRAR TODOS LOS USUARIOS
    '4 SALIR
    Band_clave_conf = 0
    Band_seleccion_conf = 1
    Cont_clave_conf = 0
    Clave_lcd_aux = "  "
    Clave_conf = "  "
    Wait 1
  Else
    Cls
    Locate 1 , 1 : Lcd "  CLAVE  "
    Locate 2 , 1 : Lcd "  INCORRECTA  "
    Band_clave_conf = 0

```

```

    Wait 1
    Goto Programa_usuario
End If
End If
If Numero_tecla = Clear_t Then
    Cont_restaurar = 0
    Cont_clave_conf = 0
    Clave_lcd_aux = " "
    Clave_conf = " "
    Locate 2 , 1 : Lcd " "
    Locate 2 , 6 : Lcd Clave_lcd_aux
End If
Return
Verificar_funcion:
If Numero_tecla = 1 Then
    Cont_restaurar = 200005
    Gosub Request_connection
    Waitms 400
    'Serial_mat_in(9) = 1 exito de lectura
    'Serial_mat_in(13) contiene el numero de usuarios enrolados
    If Serial_mat_in(9) = 1 And Serial_mat_in(13) <= Max_num_user Then
        Nop : Nop
    Else
        If Serial_mat_in(9) <> 1 Then
            Cls
            Locate 1 , 1 : Lcd " Sensor Error "
            Locate 2 , 1 : Lcd " Comunicacion "
            Wait 1
        End If
        If Serial_mat_in(9) <> 1 Then Goto Saltar_error_user
        If Serial_mat_in(13) > Max_num_user Then
            Cls
            Locate 1 , 1 : Lcd " Usuarios Error "
            Locate 2 , 1 : Lcd " Numero "
            Wait 1 : Wait 1
            Cls
            Locate 1 , 1 : Lcd "Existen = " : Lcd Serial_mat_in(13)
            Locate 2 , 1 : Lcd "Max. Admitido " : Lcd Max_num_user
            Wait 1 : Wait 1
        End If
        Saltar_error_user:
        Band_seleccion_conf = 0
        Goto Programa_usuario
    End If
    Cls
    Locate 1 , 1 : Lcd " REGISTRADOS "
    Locate 2 , 1 : Lcd "Usuarios : " : Lcd Serial_mat_in(13)
    Wait 1
    Gosub Clear_buffer_in
    Band_seleccion_conf = 0
    Band_add_user = 1
    Numero_tecla = Valor_nulo
    Cls
    Locate 1 , 1 : Lcd " INGRESE HUELLA "

```

```

Locate 2 , 1 : Lcd "Digitar Tecla 1 "
End If
If Numero_tecla = 2 Then
  Cont_restaurar = 0
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd "ELIMINAR USUARIO"
  Locate 2 , 1 : Lcd " INGRESE CLAVE "
  Wait 1
  Numero_tecla = Valor_nulo
  Band_delete_user = 1
  Cont_clave_user = 0
  Band_seleccion_conf = 0
End If
If Numero_tecla = 3 Then
  Cont_restaurar = 0
  Band_delete_all = 1
  'elimina todos los usuarios
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd " DESEA BORRAR "
  Locate 2 , 1 : Lcd "TODO: 1 SI 2 NO"
  Band_seleccion_conf = 0
End If
If Numero_tecla = 4 Then
  Band_seleccion_conf = 0
  Goto Programa_usuario
End If
Return
Del_all_usuarios:
If Numero_tecla = 1 Then
  Cont_restaurar = 0
  'elimina todos los usuarios
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd "Eliminando Todos"
  Locate 2 , 1 : Lcd " los USUARIOS "
  Clave_1 = "#####"
  Clave_2 = "#####"
  Clave_3 = "#####"
  Clave_4 = "#####"
  Clave_5 = "#####"
  Clave_6 = "#####"
  Clave_7 = "#####"
  Clave_8 = "#####"
  Clave_9 = "#####"
  Clave_10 = "#####"
  Clave_11 = "#####"
  Clave_12 = "#####"
  Clave_13 = "#####"
  Clave_14 = "#####"
  Clave_15 = "#####"
  Clave_16 = "#####"
  Clave_17 = "#####"
  Clave_18 = "#####"
  Clave_19 = "#####"
  Clave_20 = "#####"

```

```

Clave_21 = "#####"
Clave_22 = "#####"
Clave_23 = "#####"
Clave_24 = "#####"
Clave_25 = "#####"
Clave_26 = "#####"
Clave_27 = "#####"
Clave_28 = "#####"
Clave_29 = "#####"
Clave_30 = "#####"
Clave_31 = "#####"
Clave_32 = "#####"
Clave_33 = "#####"
Clave_34 = "#####"
Clave_35 = "#####"
Clave_36 = "#####"
Clave_37 = "#####"
Clave_38 = "#####"
Clave_39 = "#####"
Clave_40 = "#####"
Delete_key = 1 : Wait 1 : Wait 1 : Wait 1 : Waitms 300 : Delete_key = 0
Band_delete_all = 0
Goto Programa_usuario
End If
If Numero_tecla = 2 Then
    Cont_restaurar = 0
    Band_delete_all = 0
    Goto Programa_usuario
End If
Return
Eliminar_usuario:
If Numero_tecla <> Clear_t And Numero_tecla <> Enter And Numero_tecla < Valor_nulo Then
    Cont_restaurar = 0
    Incr Cont_clave_user
    If Cont_clave_user > 5 Then Cont_clave_user = 5
    Numero_tecla = Numero_tecla + 48
    Mid(user_clave , Cont_clave_user , 1 ) = Numero_tecla
    Numero_tecla = Valor_nulo
    Locate 2 , 1 : Lcd "          "
    Locate 2 , 6 : Lcd User_clave
End If
If Numero_tecla = Enter Then
    Confir_eliminar = 0
    Read_write_claves = Clave_1 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_1 = "#####" : End If
    Read_write_claves = Clave_2 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_2 = "#####" : End If
    Read_write_claves = Clave_3 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_3 = "#####" : End If
    Read_write_claves = Clave_4 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_4 = "#####" : End If
    Read_write_claves = Clave_5 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_5 = "#####" : End If

```



```

    Read_write_claves = Clave_33 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_33 = "#####": End If
    Read_write_claves = Clave_34 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_34 = "#####": End If
    Read_write_claves = Clave_35 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_35 = "#####": End If
    Read_write_claves = Clave_36 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_36 = "#####": End If
    Read_write_claves = Clave_37 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_37 = "#####": End If
    Read_write_claves = Clave_38 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_38 = "#####": End If
    Read_write_claves = Clave_39 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_39 = "#####": End If
    Read_write_claves = Clave_40 : If User_clave = Read_write_claves Then : Confir_eliminar = 1 :
Clave_40 = "#####": End If
    Cont_clave_user = 0 : User_clave = "  " : Clave_lcd_aux = "  "
    Band_enable_key = 0
    If Confir_eliminar = 1 Then
        Cls
        Locate 1 , 1 : Lcd "  CLAVE  "
        Locate 2 , 1 : Lcd "  BORRADA  "
        Wait 1
        Goto Programa_usuario
    Else
        Cls
        Locate 1 , 1 : Lcd "  CLAVE  "
        Locate 2 , 1 : Lcd " NO ENCONTRADA "
        Wait 1
        Goto Programa_usuario
    End If
End If
If Numero_tecla = Clear_t Then
    Cont_restaurar = 0
    Cont_clave_user = 0
    User_clave = "  "
    Clave_lcd_aux = "  "
    Locate 2 , 1 : Lcd "  "
End If
Return
Agregar_usuario:
If Numero_tecla = 1 Then
    'registra los usuarios
    Enroll_key = 1 : Waitms 50 : Enroll_key = 0
End If
If Enrolamiento = 1 Then
    Cls :
    Locate 1 , 1 : Lcd "  HUELLA  "
    Locate 2 , 1 : Lcd "Lectura Exitosa"
    Wait 1 : Wait 1
    Enrolamiento = 2
    Cls
    Locate 1 , 1 : Lcd "CLAVE DE ACCESO "
    Locate 2 , 1 : Lcd " Ingrese Clave "

```

```

Wait 1
Gosub Request_connection
Waitms 300
Numero_usuarios = Serial_mat_in(13)
Band_add_user = 0
Band_clave_user = 1
Cont_clave_conf = 0
End If
If Enrolamiento = 0 And Band_add_user = 1 Then
  Cls :
  Locate 1 , 1 : Lcd "Error de Lectura"
  Locate 2 , 1 : Lcd "  HUELLA  "
  Wait 1 : Wait 1
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd " INGRESE HUELLA "
  Locate 2 , 1 : Lcd "Digital Tecla 1 "
  Incr Cont_detec_erradas
  If Cont_detec_erradas > 5 Then
    Band_add_user = 0
    Goto Programa_usuario
  End If
  Enrolamiento = 2
End If
Return
Ingresar_clave:
If Numero_tecla <> Clear_t And Numero_tecla <> Enter And Numero_tecla < Valor_nulo Then
  Incr Cont_clave_conf
  If Cont_clave_conf > 5 Then Cont_clave_conf = 5
  Numero_tecla = Numero_tecla + 48
  Mid(user_clave , Cont_clave_conf , 1 ) = Numero_tecla
  Numero_tecla = Valor_nulo
  Locate 2 , 1 : Lcd "          "
  Locate 2 , 6 : Lcd User_clave
End If
If Numero_tecla = Enter Then
  Read_write_claves = User_clave
  Select Case Numero_usuarios
    Case 1 :
      Clave_1 = Read_write_claves
    Case 2 :
      Clave_2 = Read_write_claves
    Case 3 :
      Clave_3 = Read_write_claves
    Case 4 :
      Clave_4 = Read_write_claves
    Case 5 :
      Clave_5 = Read_write_claves
    Case 6 :
      Clave_6 = Read_write_claves
    Case 7 :
      Clave_7 = Read_write_claves
    Case 8 :
      Clave_8 = Read_write_claves
    Case 9 :

```

```

        Clave_9 = Read_write_claves
    Case 10 :
        Clave_10 = Read_write_claves
End Select
Cls
Locate 1 , 1 : Lcd "  USUARIO  "
Locate 2 , 1 : Lcd "  REGISTRADO  "
Wait 1
Band_clave_user = 0
Goto Programa_usuario
End If
If Numero_tecla = Clear_t Then
    Cont_clave_conf = 0
    User_clave = "  "
    Locate 2 , 1 : Lcd "          "
    Locate 2 , 6 : Lcd User_clave
End If
Return
Deteccion_exitosa:
    Enrolamiento = 1
Return
Deteccion_fallida:
    Enrolamiento = 0
Return
Teclado:
    Numero_tecla = Valor_nulo
        Gosub _delay_1
    Fila1 = 0
        Gosub _delay_1 : If Columna1 = 0 Then Gosub Tecla_1
        Gosub _delay_1 : If Columna2 = 0 Then Gosub Tecla_3
        Gosub _delay_1 : If Columna3 = 0 Then Gosub Tecla_2
    Fila1 = 1
        Gosub _delay_1
    Fila2 = 0
        Gosub _delay_1 : If Columna1 = 0 Then Gosub Tecla_4
        Gosub _delay_1 : If Columna2 = 0 Then Gosub Tecla_6
        Gosub _delay_1 : If Columna3 = 0 Then Gosub Tecla_5
    Fila2 = 1
        Gosub _delay_1
    Fila3 = 0
        Gosub _delay_1 : If Columna1 = 0 Then Gosub Tecla_7
        Gosub _delay_1 : If Columna2 = 0 Then Gosub Tecla_9
        Gosub _delay_1 : If Columna3 = 0 Then Gosub Tecla_8
    Fila3 = 1
        Gosub _delay_1
    Fila4 = 0 :
        Gosub _delay_1 : If Columna1 = 0 Then Gosub Tecla_10
        Gosub _delay_1 : If Columna2 = 0 Then Gosub Tecla_12
        Gosub _delay_1 : If Columna3 = 0 Then Gosub Tecla_11
    Fila4 = 1
Return
Tecla_1:
    Gosub Chequea_tec_1 : If Band_teclado = 0 Then Return
    Numero_tecla = 1

```



```

    Gosub Rebotes
Return
Tecla_2:
    Gosub Chequea_tec_2 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 2
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_3:
    Gosub Chequea_tec_3 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 3
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_4:
    Gosub Chequea_tec_4 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 4
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_5:
    Gosub Chequea_tec_5 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 5
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_6:
    Gosub Chequea_tec_6 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 6
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_7:
    Gosub Chequea_tec_7 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 7
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_8:
    Gosub Chequea_tec_8 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 8
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_9:
    Gosub Chequea_tec_9 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 9
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_10:
    Gosub Chequea_tec_10 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 10
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_11:
    Gosub Chequea_tec_11 : If Band_teclado = 0 Then Return
        Numero_tecla = 0
    Gosub Rebotes
Return
Tecla_12:
    Gosub Chequea_tec_12 : If Band_teclado = 0 Then Return

```

```

    Numero_tecla = 11
    Gosub Rebotos
Return
Auto_identify_init:
    Cmd_comando = &H1A : Cmd_parametro1 = &H01 : Cmd_parametro2 = &H00
    Cmd_data_size = &H00 : Cmd_error_code = &H00 : Cmd_checksum = &H1B
    Gosub Comandos_sensor
Return
Auto_identify_stop:
    Cmd_comando = &H1A : Cmd_parametro1 = &H00 : Cmd_parametro2 = &H00
    Cmd_data_size = &H00 : Cmd_error_code = &H00 : Cmd_checksum = &H1A
    Gosub Comandos_sensor
Return
Request_connection:
    Cmd_comando = &H01 : Cmd_parametro1 = &H00 : Cmd_parametro2 = &H00
    Cmd_data_size = &H00 : Cmd_error_code = &H00 : Cmd_checksum = &H01
    Gosub Comandos_sensor
Return
Comandos_sensor:
    Mid(sb_init , 1 , 1 ) = &H7E
    Mid(sb_comd1 , 1 , 1 ) = Cmd_comando
    Mid(sb_pa_11 , 1 , 1 ) = Cmd_parametro1
    Mid(sb_pa_21 , 1 , 1 ) = Cmd_parametro2
    Mid(sb_t_da1 , 1 , 1 ) = Cmd_data_size
    Mid(sb_erro1 , 1 , 1 ) = Cmd_error_code
    Mid(sb_h_ch1 , 1 , 1 ) = Cmd_checksum
    Printbin Sb_init
    Printbin &H00 ; &H00 ; &H00 ; Sb_comd1
    Printbin &H00 ; &H00 ; &H00 ; Sb_pa_11
    Printbin &H00 ; &H00 ; &H00 ; Sb_pa_21
    Printbin &H00 ; &H00 ; &H00 ; Sb_t_da1
    Printbin &H00 ; &H00 ; &H00 ; Sb_erro1
    Printbin &H00 ; &H00 ; &H00 ; Sb_h_ch1
Return
_delay_1:
    Nop : Nop : Nop : Nop
    Nop : Nop : Nop : Nop
    Nop : Nop : Nop : Nop
    Nop : Nop : Nop : Nop
    Nop : Nop : Nop : Nop
    Nop : Nop : Nop : Nop
    Nop : Nop : Nop : Nop
Return
Chequea_tec_1:
    Gosub Setea_espera : Fila1 = 0 : Waitms 5 : If Columna1 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila1 = 1
Return
Chequea_tec_2:
    Gosub Setea_espera : Fila1 = 0 : Waitms 5 : If Columna3 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila1 = 1
Return
Chequea_tec_3:
    Gosub Setea_espera : Fila1 = 0 : Waitms 5 : If Columna2 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila1 = 1
Return
Chequea_tec_4:
    Gosub Setea_espera : Fila2 = 0 : Waitms 5 : If Columna1 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila2 = 1

```

```

Return
Chequea_tec_5:
  Gosub Setea_espera : Fila2 = 0 : Waitms 5 : If Columna3 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila2 = 1
Return
Chequea_tec_6:
  Gosub Setea_espera : Fila2 = 0 : Waitms 5 : If Columna2 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila2 = 1
Return
Chequea_tec_7:
  Gosub Setea_espera : Fila3 = 0 : Waitms 5 : If Columna1 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila3 = 1
Return
Chequea_tec_8:
  Gosub Setea_espera : Fila3 = 0 : Waitms 5 : If Columna3 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila3 = 1
Return
Chequea_tec_9:
  Gosub Setea_espera : Fila3 = 0 : Waitms 5 : If Columna2 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila3 = 1
Return
Chequea_tec_10:
  Gosub Setea_espera : Fila4 = 0 : Waitms 5 : If Columna1 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila4 = 1
Return
Chequea_tec_11:
  Gosub Setea_espera : Fila4 = 0 : Waitms 5 : If Columna3 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila4 = 1
Return
Chequea_tec_12:
  Gosub Setea_espera : Fila4 = 0 : Waitms 5 : If Columna2 = 0 Then Band_teclado = 1 : Fila4 = 1
Return
Setea_espera:                                'Subrutina de confirmacion de tecla presionada
  Band_teclado = 0 : Fila1 = 1 : Fila2 = 1 : Fila3 = 1 : Fila4 = 1 : Waitms 40
Return
Rebotes:                                     'Subrutina de Suprimir senales de rebotes por uso de
teclado
  Fila1 = 1 : Fila2 = 1 : Fila3 = 1 : Fila4 = 1 : Waitms 250
Return
Deteccion_huella:                            'INTERRUPCION SERIAL
  Incr Con_char_in
  Serial_char = Inkey()                        'SE ESPERA RECIBIR UN CARACTER
  Serial_mat_in(con_char_in) = Serial_char
  If Seleccion_menu = 0 Then Con_char_in = 0
Return
Clear_buffer_in:
  For For_serial = 1 To 25
    Serial_mat_in(for_serial) = 0
  Next For_serial
Return
End

```

## FIM5360



### 1. General Descriptions

Biometric systems are recently used in various authentication systems. They are increasingly used not only in environments that require high level of security but also in many other places because they are convenient and economical. Among various biometric systems, the fingerprint recognition system takes up most of the market because it is easy to use as well as economical and capable of developing various types of applications. NITGEN, a global leader in the fingerprint recognition industry, provides various fingerprint authentication solutions such as PC security, knowledge management, vaulting service, access control, electronic approval, and financial payment. NITGEN actively responds to customer needs through continuous research, development and quality management.

FIM5360 is a stand-alone Fingerprint Identification Device with many excellent features. It provides benefits such as high identification performance, low power consumption and UART serial interfaces with the various commands for easy integration into a wide range of applications. It is a durable and compact device with fingerprint identification module containing NITGEN<sup>®</sup> optics-based fingerprint sensor inside.

- 1 ID multi-Templates mode
- Up to 2,000 Templates
- More than 30,000 logs
- Using New sensor OPP06
- Changeable user's verification security level
- Selectable UART communication Level (RS233 or LVCMOS)
- Selectable rotation angle range (+/- 45 ° or +/- 180 ° )
- Support Auto-Identify mode

- Support ISO197974-2 and ANSI 378 format
- Support Device Master password
- Provide custom data area
- Compatible template format with NITGEN eNBio API

## 2. Target Application

Access Controller  
 Time and attendance management  
 Security application  
 Safety Box  
 ATM, POS and more

## 3. Specification

### 3.1. Basic Feature

Hardware Specification

ITEM		FIM5360
Board Spec.	CPU	8202410 (ARM9 266Mhz)
	DRAM	16MByte SDRAM
	Flash ROM	8MByte
Dimension		43 x 60 [mm <sup>2</sup> ]
Sensor		NITGEN OPP05
Supply Voltage		5 / 3.3 [V]
Current Consumption	Normal	190 [mA]
	Max	220 [mA]
Operating Temperature		-20 ~ 60 [°C]
Humidity		~ 90 [% RH]

## FIM5360



ESD Tolerance	±8 [KV] (Indirect)
Communication Channel	2 UART (RS-232 level, LVCMOS level) Speed: 9600 ~ 115200 [bps] (1 start bit, 8 data bit, no parity, 1 stop bit)
Maximum Template Storage	Up to 2000 templates
Maximum Log Storage	Up to 30,705 Logs

### Operation Specification

ITEM	FIM5360
Capture Speed	0.2 [sec]
Verification Speed	Less than 1 [sec]
Boot Up Time	0.4 [sec] for 100 templates 0.5 [sec] for 1000 templates 0.7 [sec] for 2000 templates
Data Encryption Method	AES for saving data AES for DB communication

Boot-up time is explained in Appendix.

### 3.2. Sensor Feature

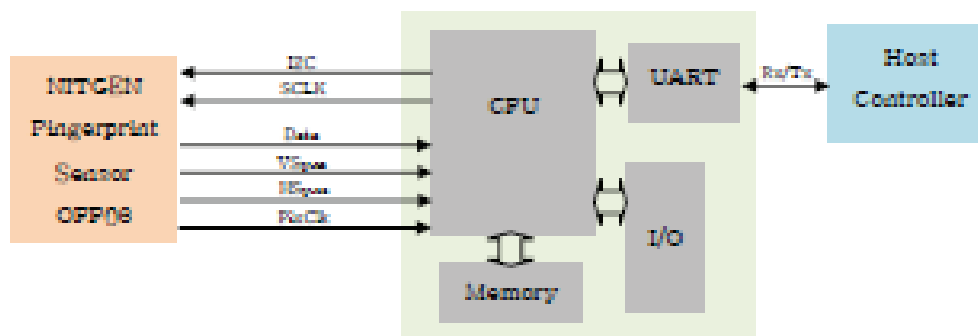
#### OPP-06

Sensor Name	OPP-06
Sensing Type	Optical
Sensing Area	15.0mm x 18.5mm
Image Resolution	500 DPI
Image Size	260 x 300

### 3.3. Interface Feature

Interface	
Communication 0 (LVCMOS Level)	RS-232C Up to 115200bps Baud Rates supported (Default : 9600bps)
Communication 1 (RS232 Level)	LVCMOS Up to 115200bps Baud Rates supported (Default : 9600bps)
I/O	To be defined.

### 4. Block Diagram



RS-232C communication data consist of 8-bit data, no parity, 1-bit start-bit and 1-bit stop-bit.

## 5. Operation

### *Reset*

FIM5360 provides external low-active reset signal port. By setting the reset port low state, FIM5360 could be initialized. The reset port is internally pull-uped to VCC.

### *Communication*

FIM5360 has RS232C UART serial communication port. This port support 6 baudrate modes such as 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, and 115200 bps.

FIM5360 follows NITGEN Serial Communication protocol. For more detail information refer to the document "FIM ComProtocol.pdf".

UART data consists of 1 start bit, 8 data bit, no parity bit and 1 stop bit.

### *Custom Data Area*

FIM5360 provides 64 Kbytes flash memory. Using this memory, host can save private data for specific usage. The caution is needed for the responsibility for reading, writing and erasing because user data area is given to the host.

### *IO Function*

To be defined.



**Board configuration option**

The following table shows board configuration system option. Using NITGEN Serial Communication protocol, these option values can be changed.

Code	System Information	Value Range	Default Value	
0x02	SI_USING_LOG	True/False	False	
0x17	SI_IDENTIFY_TIMEOUT	255 or 10 ~ 250	30	100ms tick
0x18	SI_RELAY_TIME	0 or 1~100	10	100ms ticks
0x19	SI_CAPTURE_TIMEOUT	More than 10	50	100ms ticks
0x20	SI_IMAGE_BRIGHTNESS	0~100	45	100 - brightest
0x21	SI_IMAGE_GAIN	1,2,4,8	2	
0x22	SI_IMAGE_CONTRAST	0~100	20	
0x28	SI_ADAPTIVE_CAPTURE	True/False	False	
0x30	SI_VERIFY_SECURITY_LEVEL	1~9	5	
0x31	SI_IDENTIFY_SECURITY_LEVEL	6~9	8	
0x32	SI_REGISTER_QUALITY	30~100	40	
0x33	SI_VERIFY_QUALITY	10~100	30	
0x49	SI_CHANNEL1_BAUDRATE	0 - 115200 1 - 57600 2 - 38400 3 - 19200 4 - 9600	4	
0x4A	SI_CURR_CHANNEL_BAUDRATE			
0x60	SI_MAX_USER			
0x61	SI_FP_FULL_ROTATION	True/False	False	
0x62	SI_LENGTH_OF_USER_ID	4~15	10	
0x63	SI_NUM_OF_ADAPTIVA_CAP	1~10	5	

True means '1' and False means '0'.

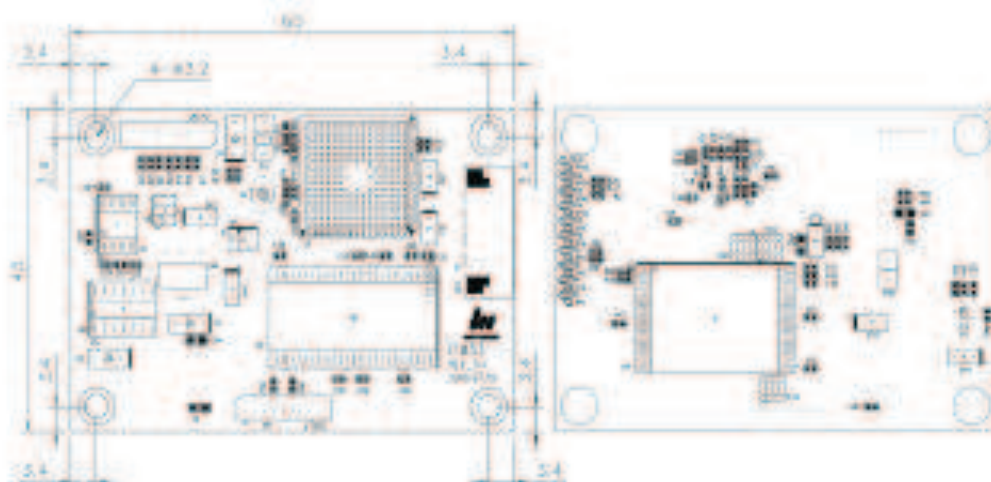
Default value of Relay is a False.

## 6. Technical Data

### 6.1. Physical Characteristics

#### *The Feature of Board*

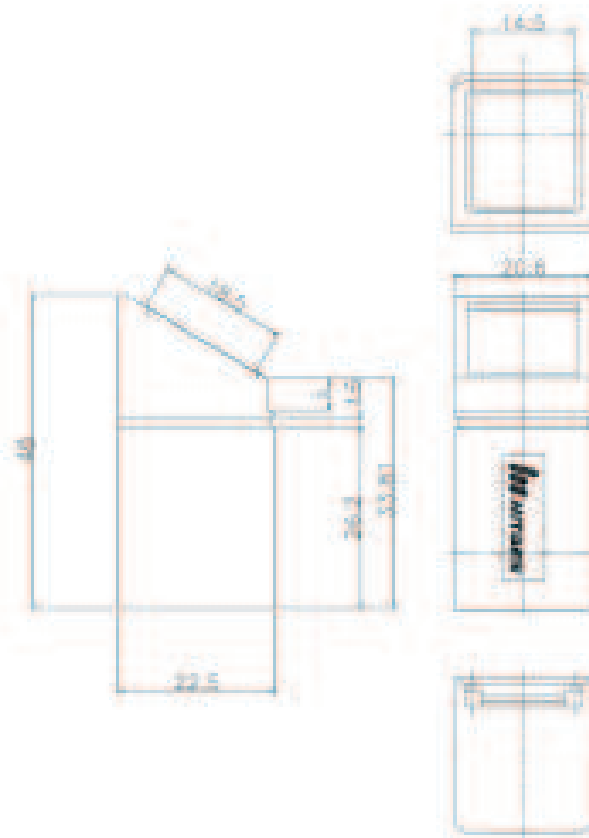
[Unit: mm]



# FIM5360



*The feature of fingerprint sensor*

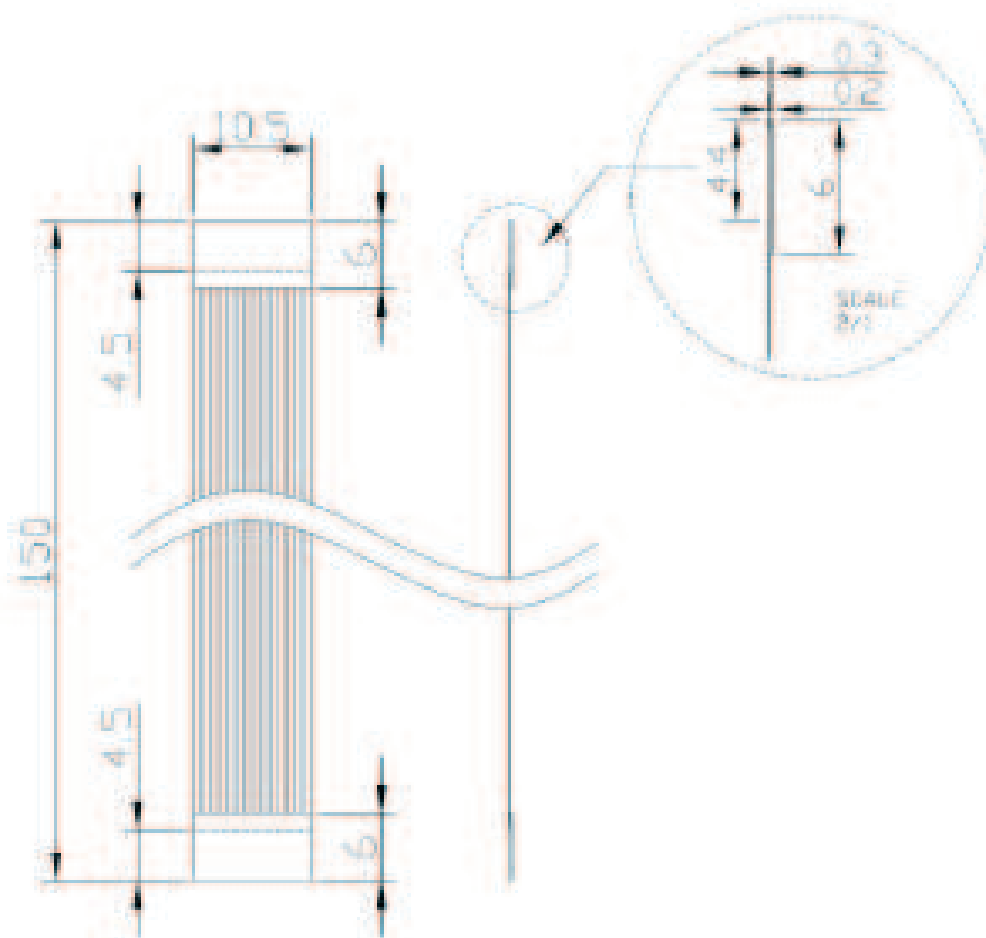


The Dimension of OPPS (Unit : mm)

# FIM5360



*The feature of sensor Cable*



## 6.2. External Port

### • JTAG Connector (JP1)

Pin	Pin Name	Description
1	VCC	3.3 Volt Power
2	N/A	N/A
3	nSRST	JTAG control pin
4	TDO	JTAG control pin
5	TDI	JTAG control pin
6	nTRST	JTAG control pin
7	TCK	JTAG control pin
8	TMS	JTAG control pin
9	GND	Ground

\* JP1 (JTAG connector) is used only for development or emergency recovery.

### • 9-Pin External Connector (JP2)

Pin	Pin Name	Description
1	VCC	Supply Voltage (HV = 5V, LV = 3.3V)
2	EXT_RXD	UART Channel 1 port receiving signal from host (RS232 Level)
3	EXT_TXD	UART Channel 1 port transmitting signal to host (RS232 Level)
4	GPIO0	General Purpose Input / Output 0
5	GPIO1	General Purpose Input / Output 1
6	GPIO2	General Purpose Input / Output 2
7	GPIO3	General Purpose Input / Output 3
8	GPIO4	General Purpose Input / Output 4
9	GND	Ground

■ 20-Pin OPP08 Sensor connector (JP8)

Name	No	Status	Description
GND	1	POWER	Sensor Ground
VCLK	2	OUT	Sensor System Clock
VDD	3	POWER	Sensor VDD (3.3V)
AUTOON	4	IN	Sensor Auto-On
	5		Reserved
VSYNC	6	IN	Vertical Sync
HSYNC	7	IN	Horizontal Sync
SDATA0	8	IN	Sensor Data 0
SDATA1	9	IN	Sensor Data 1
SDATA2	10	IN	Sensor Data 2
SDATA3	11	IN	Sensor Data 3
SDATA4	12	IN	Sensor Data 4
SDATA5	13	IN	Sensor Data 5
SDATA6	14	IN	Sensor Data 6
SDATA7	15	IN	Sensor Data 7
SDA	16	IN/OUT	I2C Data
SCL	17	OUT	I2C Clock
LED_1	18	OUT	Sensor LED 1
PIXCLK	19	IN	Pixel Clock
LED_2	20	OUT	Sensor LED 2

# FIM5360



## 6.3. Connector

### Sensor

#### Material List

NO	DESCRIPTION	VENDOR
1	20-PIN (52746-2090)	MOLEX

### Communication

#### Material List

NO	DESCRIPTION	VENDOR
1	9-pin Male (53047-0910)	MOLEX
2	8-pin Male (53047-0810)	MOLEX

**6.4. Electrical Characteristics**

Parameter	MIN.	TPY.	MAX.	UNITS
<b>Power</b>				
Supply current			300	mA
Supply Voltage (HV Model)	4.5	5.0	5.5	V
Supply Voltage (LV Model)	3.0	3.3	3.6	V
<b>UART (RS-232 Level)</b>				
Output Voltage Swing	±5.0	±5.4		V
Input Voltage Range	-15		+15	V
Input Threshold LOW	0.6	1.2		V
Input Threshold HIGH		1.5	2.4	V
Maximum data rate			115,200	BPS
<b>GPIO</b>				
Output Voltage LOW			0.4	V
Output Voltage HIGH	2.7			V
Input Threshold LOW			0.8	V
Input Threshold HIGH	2.4			V
<b>Etc</b>				
Reset pulse Width	1			ms



# FIM5360



---

## 7. Ordering Information

### FIM5360 (with OPP06) Ordering Guide

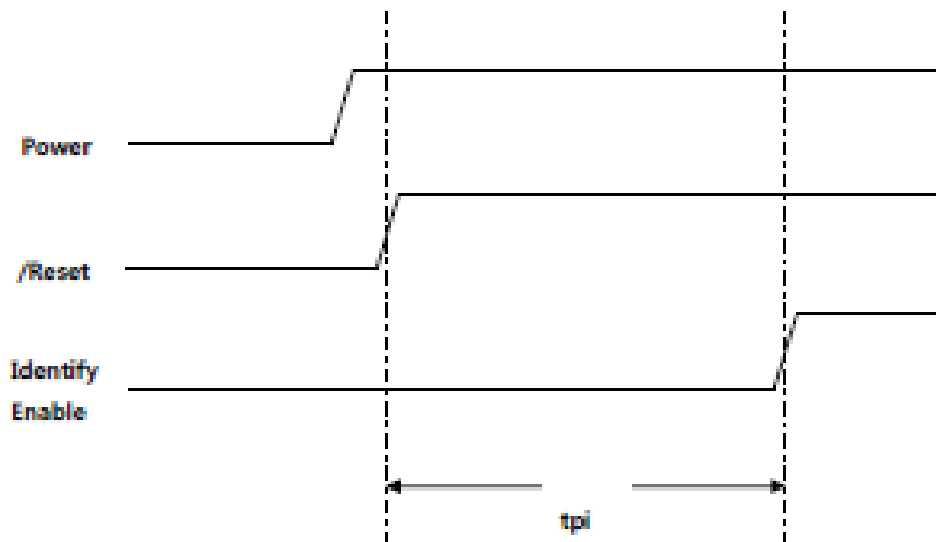
Ordering Number	Supply Voltage [V]	Max. Templates
FIM5360-HV	5	2,000
FIM5360-LV	3.3	2,000

## APPENDIX

### Boot up time

System Boot-up time means the total time consumed by FIM5360 after system power and /Reset are supplied.

System Boot-up time can be measured as the following.



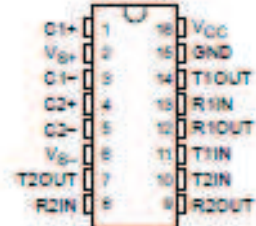
**ANEXO H. FICHA TÉCNICA MAX 232**

## MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLL0947I – FEBRUARY 1992 – REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- $\pm 30$ -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
  - TIA/EIA-232-F
  - Battery-Powered Systems
  - Terminals
  - Modems
  - Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE  
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



### description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept  $\pm 30$ -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

### ORDERING INFORMATION

TA	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDP (N)	Tube	MAX232N	MAX232N
	DIP (D)	Tube	MAX232D	MAX232
		Tape and reel	MAX232DR	
	DW (DW)	Tube	MAX232DW	MAX232
		Tape and reel	MAX232DWR	
SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR	MAX232	
-40°C to 85°C	PDP (N)	Tube	MAX232I N	MAX232I N
	DIP (D)	Tube	MAX232I D	MAX232I
		Tape and reel	MAX232I DR	
	DW (DW)	Tube	MAX232I DW	MAX232I
		Tape and reel	MAX232I DWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at [www.ti.com/package](http://www.ti.com/package).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION QMS information is carried as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processes may not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS  
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655503 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

# MAX232, MAX2321 DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLS504T – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

## Function Tables

### EACH DRIVER

INPUT T <sub>IN</sub>	OUTPUT T <sub>OUT</sub>
L	H
H	L

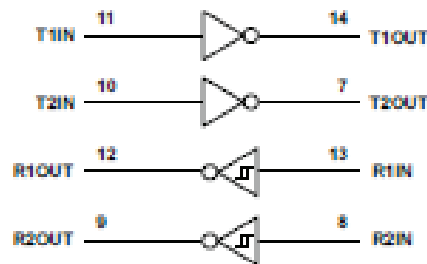
H = high level, L = low level

### EACH RECEIVER

INPUT R <sub>IN</sub>	OUTPUT R <sub>OUT</sub>
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



**MAX232, MAX232I**  
**DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS**

SL130471 – FEBRUARY 1992 – REVISED OCTOBER 2002

**absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†**

Input supply voltage range, $V_{CC}$ (see Note 1)	.....	-0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, $V_{S+}$	.....	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, $V_{S-}$	.....	-0.3 V to -15 V
Input voltage range, $V_i$ : Driver	.....	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	.....	+30 V
Output voltage range, $V_O$ : T1OUT, T2OUT	.....	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	.....	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	.....	Unlimited
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Note 2):		
D package	.....	73°C/W
DW package	.....	57°C/W
N package	.....	67°C/W
ND package	.....	64°C/W
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	.....	260°C
Storage temperature range, $T_{STG}$	.....	-65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2: The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51-7.

**recommended operating conditions**

		MIN	NOM	MAX	UNIT
$V_{CC}$	Supply voltage	4.5	5	5.5	V
$V_{IH}$	High-level input voltage (T1IN, T2IN)	2			V
$V_{IL}$	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)			0.8	V
R1IN, R2IN	Receiver input voltage			±30	V
$T_A$	Operating free-air temperature	MAX232	0	70	°C
		MAX232I	-40	85	

**electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 3 and Figure 4)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
$I_{CC}$	Supply current	$V_{CC} = 5.5$ V, All outputs open, $T_A = 25^\circ\text{C}$		8	mA

‡ All typical values are at  $V_{CC} = 5$  V and  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1  $\mu\text{F}$  at  $V_{CC} = 5$  V  $\pm$  0.5 V.

**MAX232, MAX232I**  
**DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS**

SL5047 - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

**DRIVER SECTION**

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP <sup>†</sup>	MAX	UNIT
V <sub>OH</sub> High-level output voltage	T1OUT, T2OUT R <sub>L</sub> = 3 kΩ to GND	5	7		V
V <sub>OL</sub> Low-level output voltage <sup>‡</sup>	T1OUT, T2OUT R <sub>L</sub> = 3 kΩ to GND		-7	-5	V
r <sub>o</sub> Output resistance	T1OUT, T2OUT V <sub>BI</sub> = V <sub>BO</sub> = 0, V <sub>O</sub> = 0 V	300			Ω
I <sub>OS</sub> <sup>§</sup> Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT V <sub>CC</sub> = 5.5 V, V <sub>O</sub> = 0		±10		mA
I <sub>IS</sub> Short-circuit input current	T1IN, T2IN V <sub>I</sub> = 0			200	μA

<sup>†</sup> All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

<sup>‡</sup> The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

<sup>§</sup> Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at V<sub>CC</sub> = 5 V ± 0.5 V.

switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see Note 3)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SR Driver slew rate	R <sub>L</sub> = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/μs
SR(t) Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/μs
Rate rate	One TOUT switching		120		ns/μs

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at V<sub>CC</sub> = 5 V ± 0.5 V.

**RECEIVER SECTION**

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP <sup>†</sup>	MAX	UNIT
V <sub>OH</sub> High-level output voltage	R1OUT, R2OUT I <sub>OH</sub> = -1 mA	3.5			V
V <sub>OL</sub> Low-level output voltage <sup>‡</sup>	R1OUT, R2OUT I <sub>OL</sub> = 3.2 mA			0.4	V
V <sub>IT+</sub> Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V <sub>CC</sub> = 5 V, T <sub>A</sub> = 25°C		1.7	2.4	V
V <sub>IT-</sub> Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V <sub>CC</sub> = 5 V, T <sub>A</sub> = 25°C	0.8	1.2		V
V <sub>hys</sub> Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN V <sub>CC</sub> = 5 V	0.2	0.5	1	V
r <sub>i</sub> Receiver input resistance	R1IN, R2IN V <sub>CC</sub> = 5, T <sub>A</sub> = 25°C	3	5	7	kΩ

<sup>†</sup> All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

<sup>‡</sup> The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at V<sub>CC</sub> = 5 V ± 0.5 V.

switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see Note 3 and Figure 1)

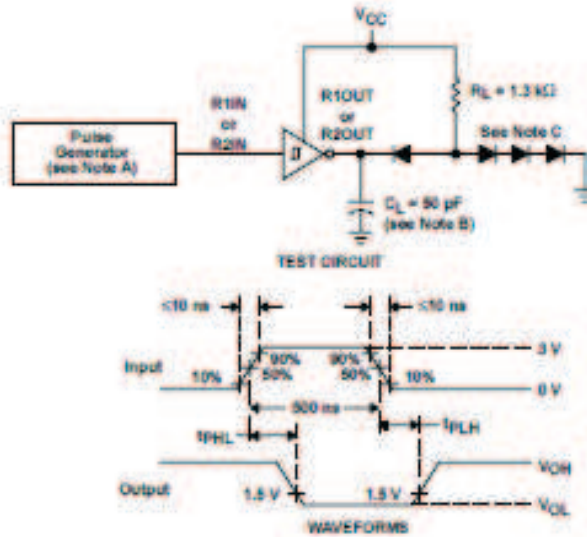
PARAMETER	TYP	UNIT
t <sub>PLH(R)</sub> Receiver propagation delay time, low-to-high-level output	500	ns
t <sub>PHL(R)</sub> Receiver propagation delay time, high-to-low-level output	500	ns

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at V<sub>CC</sub> = 5 V ± 0.5 V.



POST OFFICE BOX 655503 • DALLAS, TEXAS 75265

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



- NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics:  $Z_0 = 50\ \Omega$ , duty cycle  $< 50\%$ .  
 B.  $C_L$  includes probe and jig capacitance.  
 C. All diodes are 1N3054 or equivalent.

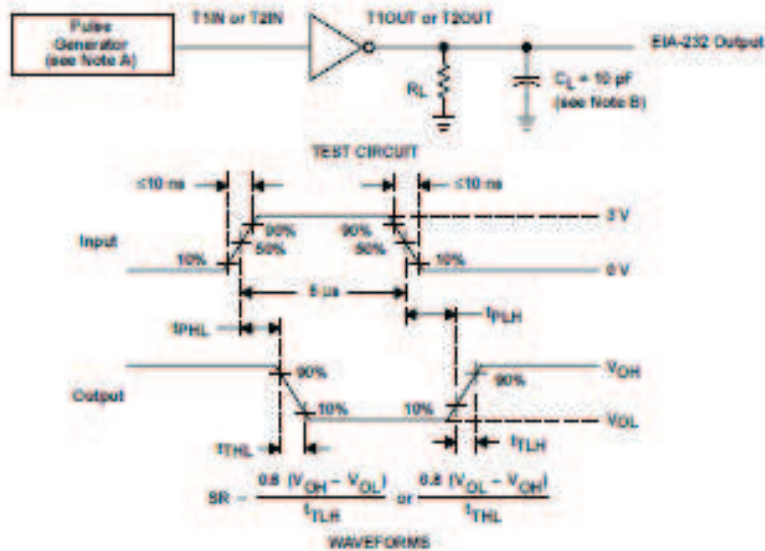
Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for  $t_{PHL}$  and  $t_{PLH}$  Measurements



**MAX232, MAX232I**  
**DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS**

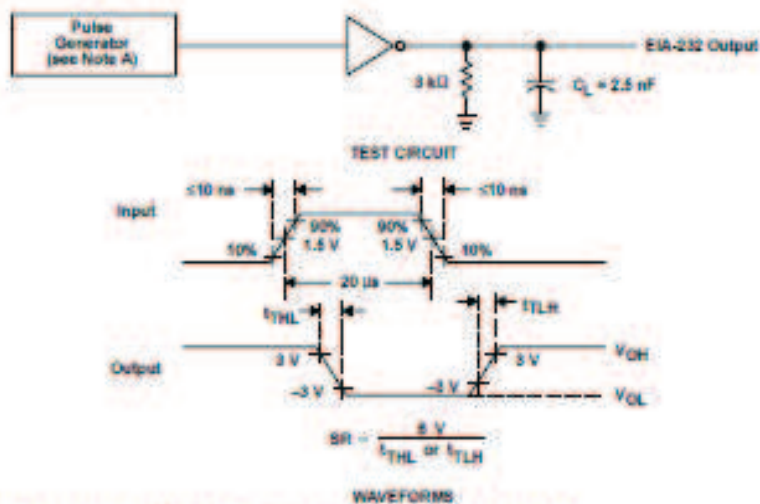
SLDS047 - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

**PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION**



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics:  $Z_O = 50 \Omega$ , duty cycle  $\leq 50\%$ .  
 B.  $C_L$  includes probe and jig capacitance.

Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for  $t_{PHL}$  and  $t_{PLH}$  Measurements (5-µs Input)



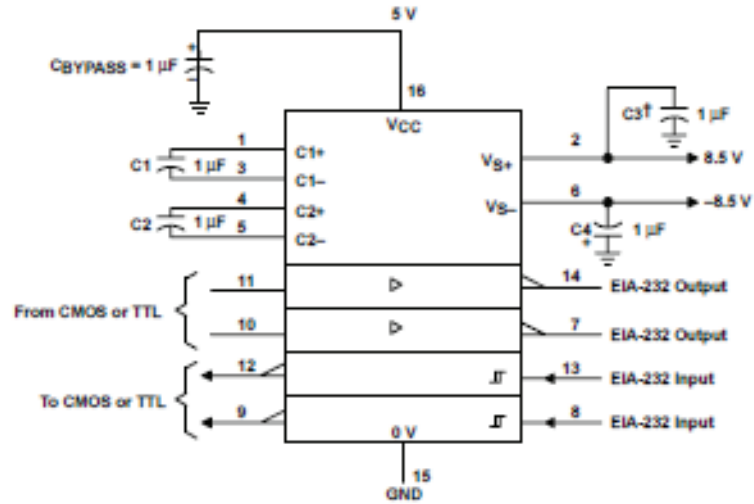
NOTE A. The pulse generator has the following characteristics:  $Z_O = 50 \Omega$ , duty cycle  $\leq 50\%$ .

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for  $t_{THL}$  and  $t_{TLH}$  Measurements (20-µs Input)



POST OFFICE BOX 655323 • DALLAS, TEXAS 75265

APPLICATION INFORMATION



† C3 can be connected to VCC or GND.

Figure 4. Typical Operating Circuit

**ANEXO I. FICHA TÉCNICA ULN2003**



# ULN2001A-ULN2002A ULN2003A-ULN2004A

## SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (500mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT

### DESCRIPTION

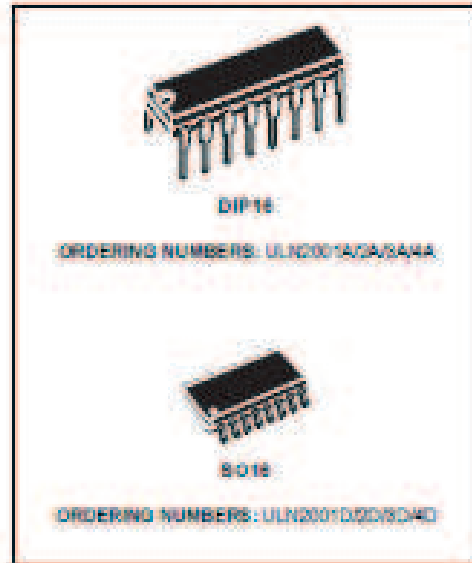
The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 500mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

The four versions interface to all common logic families:

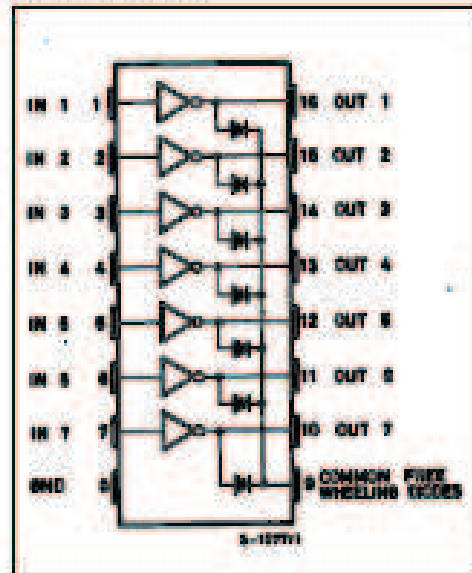
ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	5-15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal print heads and high power buffers.

The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.

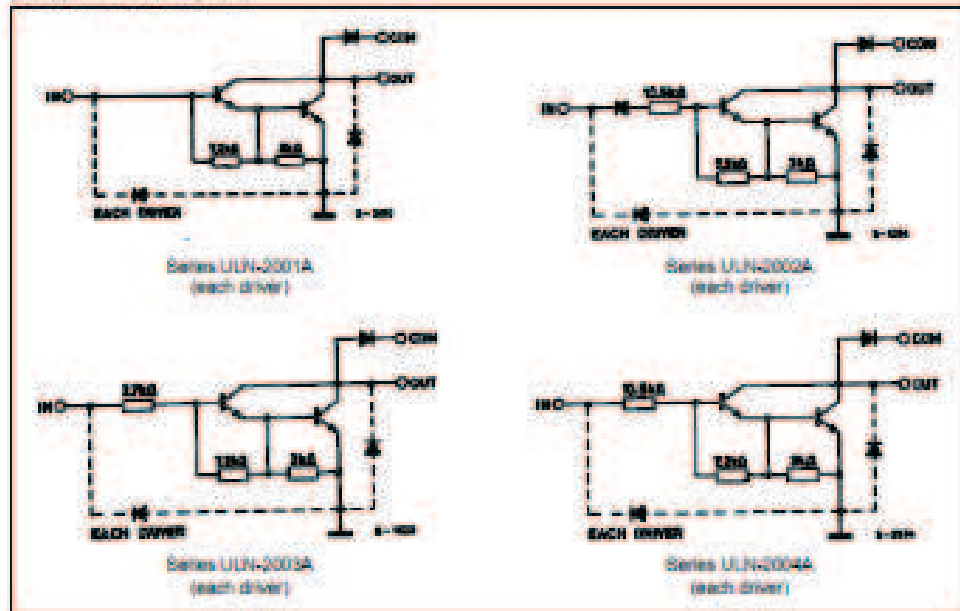


### PIN CONNECTION



ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_o$	Output Voltage	50	V
$V_i$	Input Voltage (for ULN2002A/D - 2003A/D - 2004A/D)	50	V
$I_c$	Continuous Collector Current	500	mA
$I_b$	Continuous Base Current	25	mA
$T_{amb}$	Operating Ambient Temperature Range	-20 to 85	°C
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	-55 to 150	°C
$T_j$	Junction Temperature	150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter		DIP16	SO16	Unit
$R_{\theta(jc)}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	70	120	°C/W

ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T<sub>amb</sub> = 25°C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Fig.
I <sub>oL</sub>	Output Leakage Current	V <sub>CC</sub> = 50V T <sub>amb</sub> = 70°C, V <sub>OL</sub> = 50V			50 100	μA μA	1a 1a
		T <sub>amb</sub> = 70°C for ULN2002A V <sub>CC</sub> = 50V, V <sub>i</sub> = 5V			500	μA	1b
		for ULN2004A V <sub>CC</sub> = 50V, V <sub>i</sub> = 1V			500	μA	1b
V <sub>CE(sat)</sub>	Collector-emitter Saturation Voltage	I <sub>C</sub> = 100mA, I <sub>B</sub> = 250μA		0.9	1.1	V	2
		I <sub>C</sub> = 200mA, I <sub>B</sub> = 350μA		1.1	1.3	V	2
		I <sub>C</sub> = 350mA, I <sub>B</sub> = 500μA		1.3	1.6	V	2
I <sub>oI</sub>	Input Current	for ULN2002A, V <sub>i</sub> = 17V		0.80	1.25	mA	3
		for ULN2003A, V <sub>i</sub> = 8.65V		0.95	1.35	mA	3
		for ULN2004A, V <sub>i</sub> = 5V		0.85	0.5	mA	3
		V <sub>i</sub> = 12V		1	1.45	mA	3
I <sub>oB</sub>	Input Current	T <sub>amb</sub> = 70°C, I <sub>C</sub> = 500μA	50	65		μA	4
V <sub>in</sub>	Input Voltage	V <sub>CC</sub> = 2V for ULN2002A, I <sub>C</sub> = 300mA			13		
		for ULN2003A, I <sub>C</sub> = 200mA			2.4		
		for ULN2003A, I <sub>C</sub> = 250mA			2.7		
		for ULN2003A, I <sub>C</sub> = 300mA			3		
		for ULN2004A, I <sub>C</sub> = 125mA			5		
		for ULN2004A, I <sub>C</sub> = 200mA			6		
I <sub>oC</sub>	DC Forward Current Gain	for ULN2001A V <sub>CC</sub> = 2V, I <sub>C</sub> = 850mA	1000				2
				15	25	μF	
t <sub>on</sub>	Turn-on Delay Time	0.5 V <sub>i</sub> to 0.5 V <sub>OL</sub>		0.25	1	μs	
t <sub>off</sub>	Turn-off Delay Time	0.5 V <sub>i</sub> to 0.5 V <sub>OL</sub>		0.25	1	μs	
I <sub>CL</sub>	Clamp Diode Leakage Current	V <sub>CL</sub> = 50V T <sub>amb</sub> = 70°C, V <sub>OL</sub> = 50V			50 100	μA μA	6 6
				1.7	2	V	7

TEST CIRCUITS

Figure 1a.

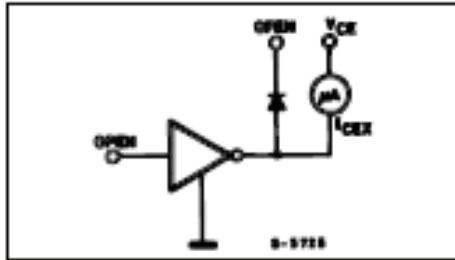


Figure 1b.

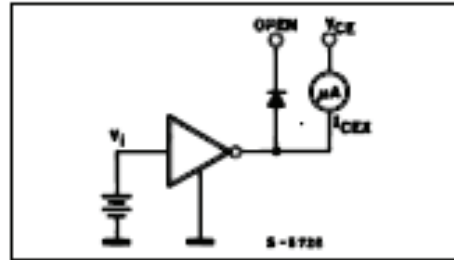


Figure 2.

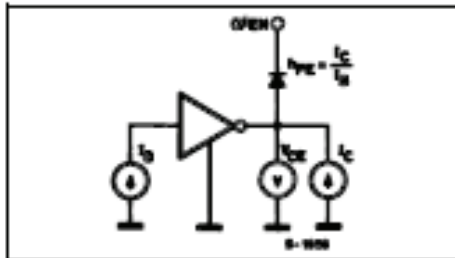


Figure 3.

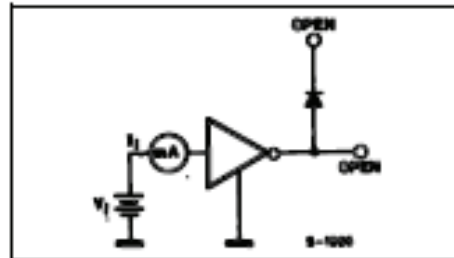


Figure 4.

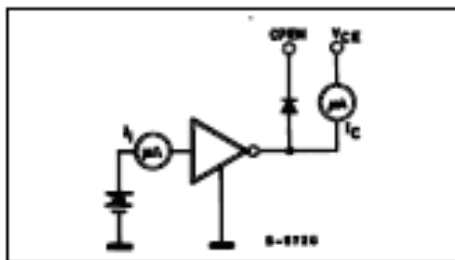


Figure 5.

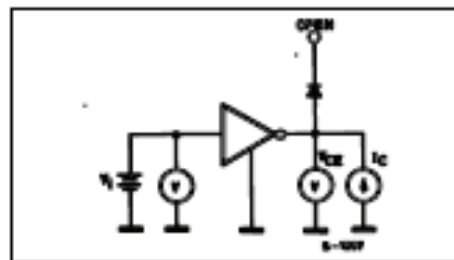


Figure 6.

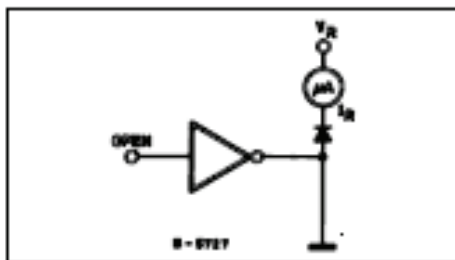


Figure 7.

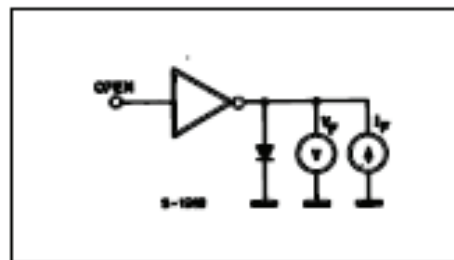


Figure 8: Collector Current versus Input Current

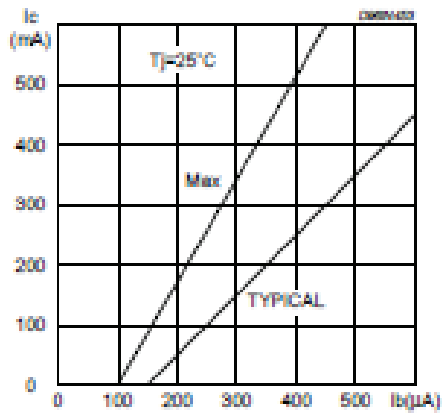


Figure 9: Collector Current versus Saturation Voltage

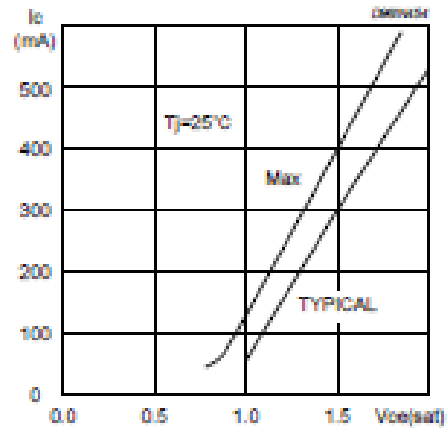


Figure 10: Peak Collector Current versus Duty Cycle

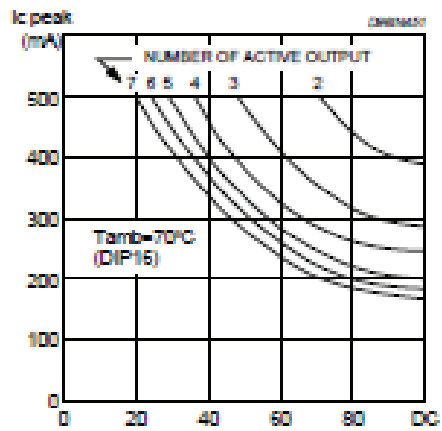
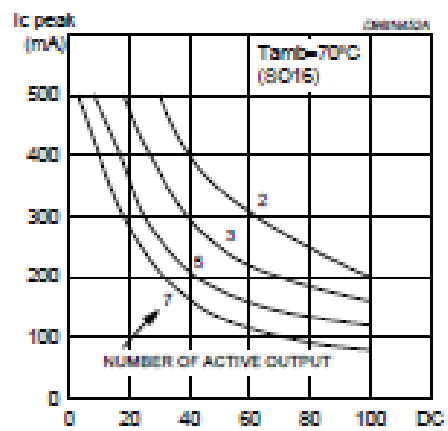


Figure 11: Peak Collector Current versus Duty Cycle

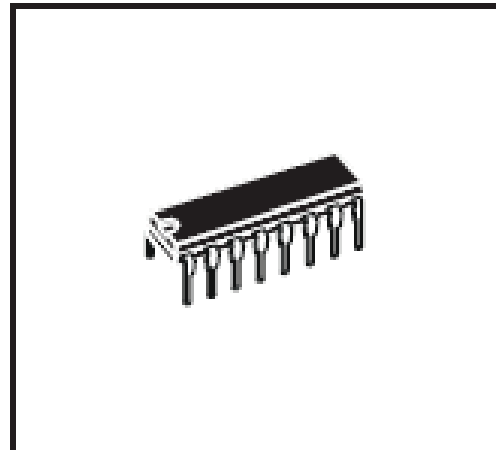




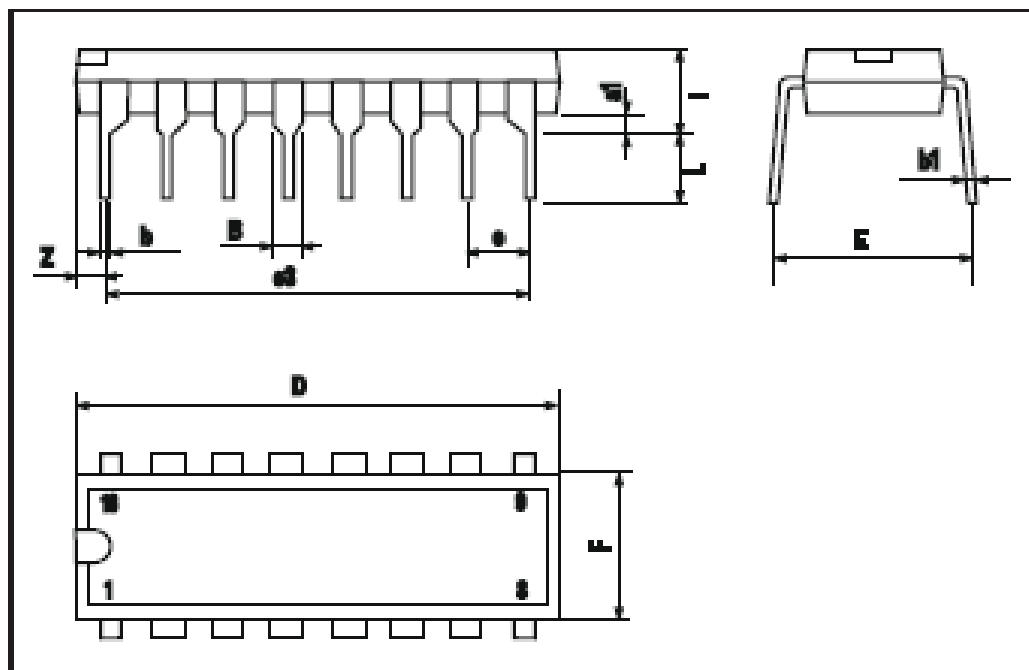
ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.85	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050

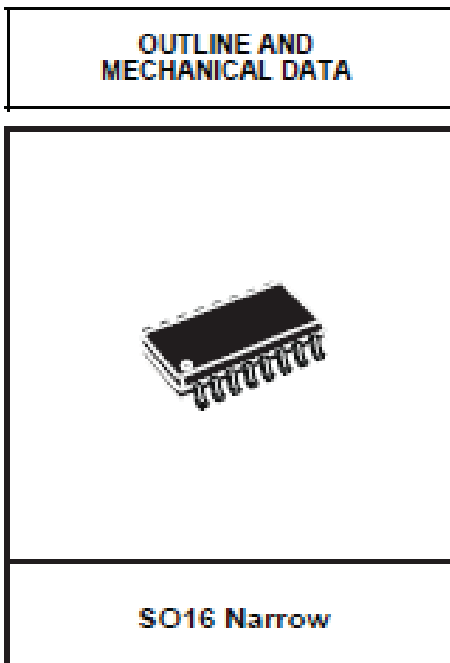
OUTLINE AND MECHANICAL DATA



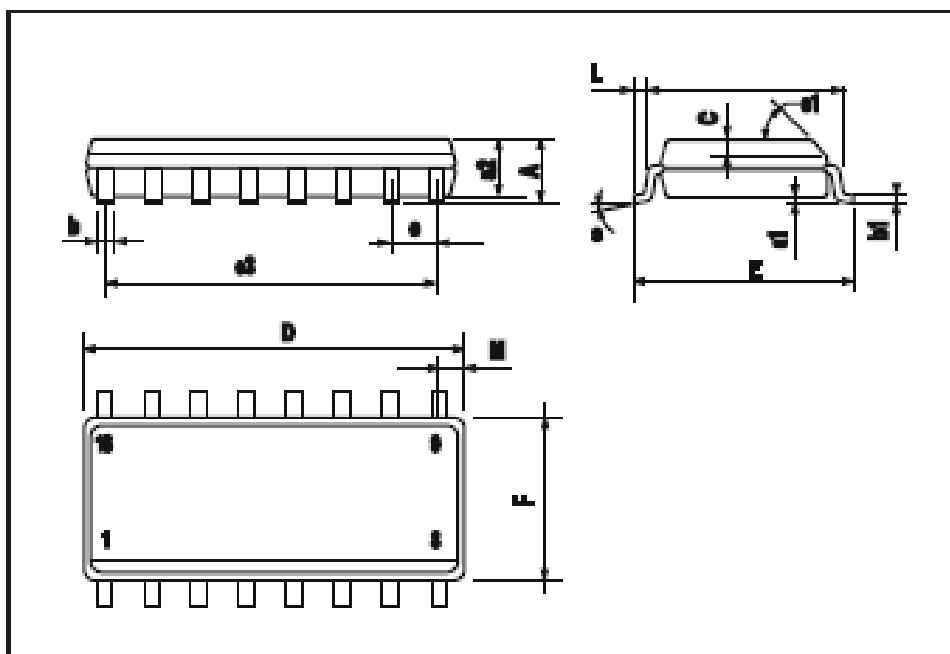
DIP16



DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.25	0.004		0.009
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.48	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45° (typ.)					
D (1)	9.8		10	0.388		0.394
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.89			0.350	
F (1)	3.8		4	0.150		0.157
G	4.8		5.3	0.191		0.209
L	0.4		1.27	0.016		0.050
M			0.62			0.024
S	8° (max.)					



(1) D and F do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm (.006inch).



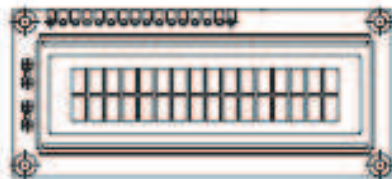
## ANEXO J. FICHA TÉCNICA DISPLAY 16X2 659M10



**LCD-016M002B**

Vishay

### 16 x 2 Character LCD



#### FEATURES

- 5 x 8 dots with cursor
- Built-in controller (KS 0066 or Equivalent)
- + 5V power supply (Also available for + 3V)
- 1/16 duty cycle
- B/L to be driven by pin 1, pin 2 or pin 15, pin 16 or AK (LED)
- N.V. optional for + 3V power supply

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	90.0 x 96.0	mm
Viewing Area	66.0 x 16.0	mm
Dot Size	0.56 x 0.56	mm
Character Size	2.96 x 6.56	mm

ABSOLUTE MAXIMUM RATING					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	VDD-VSS	-0.3	-	7.0	V
Input Voltage	VI	-0.3	-	VDD	V

NOTE: VSS = 0 Volt, VDD = 5.0 Volt

ELECTRICAL SPECIFICATIONS							
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT	
			MIN.	TYP.	MAX.		
Input Voltage	VDD	VDD = + 5V	4.7	5.0	5.3	V	
		VDD = + 3V	2.7	3.0	3.3	V	
Supply Current	IDD	VDD = 5V	-	1.2	3.0	mA	
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temp. Version Module	VDD - VO	- 20 °C	-	-	-	V	
		0 °C	4.2	4.8	5.1		
		25 °C	3.8	4.2	4.6		
		50 °C	3.6	4.0	4.4		
LED Forward Voltage	VF	25 °C	-	4.2	4.6	V	
LED Forward Current	IF	25 °C	Array	-	190	260	mA
			Edge	-	20	40	
EL Power Supply Current	IEL	Vol = 110VAC/400Hz	-	-	5.0	mA	

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE:																
Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DD RAM Address	00	01														0F
DD RAM Address	40	41														4F

# LCD-016M002B

Vishay

16 x 2 Character LCD



PIN NUMBER	SYMBOL	FUNCTION
1	Vss	GND
2	Vdd	+ 5V or + 5V
3	Vc	Contrast Adjustment
4	RS	H/L Register Select Signal
5	R/W	H/L Read/Write Signal
6	E	H → L Enable Signal
7	DB0	H/L Data Bus Line
8	DB1	H/L Data Bus Line
9	DB2	H/L Data Bus Line
10	DB3	H/L Data Bus Line
11	DB4	H/L Data Bus Line
12	DB5	H/L Data Bus Line
13	DB6	H/L Data Bus Line
14	DB7	H/L Data Bus Line
15	A/Vcc	+ 4.2V for LED/Negative Voltage Output
16	K	Power Supply for B/L (CV)

