

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL E HISTORIAL DE CONDUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE ITINERARIOS EN VEHÍCULOS AUTOMOTRICES DE SERVICIO PÚBLICO Y PRIVADO.”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

ALBERTO PÉREZ CORDOVA

VÍCTOR ANDRÉS SALAS SAMPEDRO

LATACUNGA – ECUADOR

2011

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de investigación fue desarrollado por **Andrés Salas Sampedro, Alberto Pérez Córdova**, bajo nuestra supervisión.

ING. LEONIDAS QUIROZ

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. MARCO SINGAÑA

CODIRECTOR DEL PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. LEONIDAS QUIROZ (DIRECTOR)

ING. MARCO SINGAÑA (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el proyecto titulado “**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL E HISTORIAL DE CONDUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE ITINERARIOS EN VEHÍCULOS AUTOMOTRICES DE SERVICIO PÚBLICO Y PRIVADO**”. Realizado por los señores Víctor Andrés Salas Sampedro, Alberto Pérez Córdova, ha sido realizado, guiado y revisado periódicamente y cumple con las normas establecidas por la ESPE, en el reglamento de la Escuela Politécnica Del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo realizado con excelencia, contenido científico que coadyuvara a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado proyecto, consta UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato digital. Autorizan a los señores **Víctor Andrés Salas Sampedro y Alberto Pérez Córdova**, que lo entreguen al ING. JUAN CASTRO CLAVIJO, en calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz.

Latacunga, Abril del 2011

ING. LEONIDAS QUIROZ

DIRECTOR

ING. MARCO SINGAÑA

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros: **VÍCTOR ANDRES SALAS SAMPEDRO**

ALBERTO PÉREZ CÓRDOVA

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado titulado **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL E HISTORIAL DE CONDUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE ITINERARIOS EN VEHÍCULOS AUTOMOTRICES DE SERVICIO PÚBLICO Y PRIVADO”**. Ha sido desarrollado con base a un profundo análisis e investigación exhaustiva, respetando los derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente el presente trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Abril 2011

.....
Víctor Andrés Salas Sampedro

C.I. 1002847935

.....
Alberto Pérez Córdova

C.I. 1716397102

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros **VÍCTOR ANDRÉS SALAS SAMPEDRO**
ALBERTO PÉREZ CÓRDOVA

Autorizamos a la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto de grado titulado **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL E HISTORIAL DE CONDUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE ITINERARIOS EN VEHÍCULOS AUTOMOTRICES DE SERVICIO PÚBLICO Y PRIVADO”**. Cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Abril del 2011

.....
Víctor Andrés Salas Sampedro

C.I. 1002847935

.....
Alberto Pérez Córdova

C.I. 1716397102

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
CERTIFICADO.....	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iv
AUTORIZACIÓN.....	v
ÍNDICE.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	xvii

CAPÍTULO 1.

MARCO TEÓRICO.

1.1.- TECNOLOGÍAS PARA ALMACENAMIENTO PORTÁTIL DE INFORMACIÓN EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	1
1.1.1.- Memorias Secure Digital (SD)	2
1.1.2.- Apertura de estándares	4
1.1.3.- Elección del dispositivo de almacenamiento a usar	5
1.1.4.- Acceso a memorias SD a través de sistemas microcontrolados	6
1.2.- TECNOLOGÍAS PARA RECONOCIMIENTO BIOMÉTRICO DE HUELLA DACTILAR	7
1.2.1.- Procesos de autenticación e identificación biométrica	8
1.2.2.- Funcionamiento de los productos de reconocimiento de huella dactilar	9
1.2.3.- Equipo identificador de huellas digitales a usar	10
1.3.- CONTROLADORES DIGITALES DE SEÑALES	13
1.3.1.- Procesador digital de señales	13
1.3.2.- Microcontrolador	14
1.3.2.1.- Microcontrolador 18F452	15
1.3.3.- Controlador digital de señales DSPIC	16
1.3.4.- Familia de controladores DSPIC 30F4011/4012	17
1.3.5.- Aplicaciones del DSPIC 30F4011	18
1.4.- RELOJ DE TIEMPO REAL RTC	19
1.4.1.- Características del DS 1307	19
1.5.- PRINCIPIOS PARA SELECCIÓN DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DE PROCESADORES DIGITALES DE SEÑALES	20
1.5.1.- El lenguaje de programación C	20
1.5.2.- Introducción al lenguaje de programación MIKROC_DSPIC	21
1.6.- VISUALIZADORES GRAFICOS GLCD	24
1.6.1.- Pantalla gráfica GLCD KS0108B	24

1.7.- INTERFACES ANALÓGICAS Y DIGITALES PARA ADQUISICIÓN DE DATOS	26
1.7.1.- Adquisición de datos	26
1.7.2.- Proceso de adquisición de datos	27
1.7.3.- Método de adquisición de datos	29
1.7.4.- Tiempo de conversión	30
1.7.5.- Ventajas de usar interfaces analógicas y digitales para la adquisición de datos	35
1.8.- INTERFACES ELECTRÓNICAS DE POTENCIA	35
1.8.1.- El transistor de potencia	35
1.8.2.- Transistor Darlington	38
1.8.3.- Arreglo de Darlington ULN2003	39
CAPÍTULO 2.	
DELIMITACIÓN DE REQUISITOS DEL DISPOSITIVO	
2.1.- JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER	41
2.2.- OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	42
2.3.- DESCRIPCIÓN GENERAL	42
2.4.- REQUISITOS DEL SISTEMA	43
2.4.1.- Requisitos en base al ambiente de trabajo	43
2.4.2.- Requisitos en base a especificaciones de potencia	43
2.4.3.- Requisitos en base al desempeño solicitado	44
2.5.- CONCEPCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO	45
2.5.1.- Mecanismo de autenticación	45
2.5.2.- Mecanismo de sensado	47
2.5.3.- Mecanismo de procesamiento y configuración	47
2.5.3.1.- Función de procesamiento	48
2.5.3.2.- Función de configuración	48

2.5.3.3.- Función de visualización	49
2.5.4.- Mecanismo de almacenamiento de datos	49

CAPITULO 3

DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1.- CARACTERIZACIÓN DEL HARDWARE	51
3.1.1.- Subsistema de autenticación	51
3.1.1.1.- Lector biométrico de huella dactilar	51
3.1.1.2.- Relevador de estado sólido para DC	52
3.1.2.- Subsistema de sensado	54
3.1.2.1.- Sensor de velocidad angular	54
3.1.2.2.- Sensor de velocidad lineal	55
3.1.3.- Subsistema de procesamiento y configuración	56
3.1.3.1.- Microcontrolador PIC18F452	56
3.1.3.1.1.- Conexión del Microcontrolador PIC18F452	57
3.1.3.2.- Controlador digital de señales DSPIC 30F4011	58
3.1.3.2.1.- Conexión del DSPIC	59
3.1.3.3.- Módulo GLCD KS108	60
3.1.3.4.- Reloj en tiempo real DS1307	61
3.1.3.5.- Interfaz UART/RS232	62
3.1.3.6.- Teclado	63
3.1.4.- Subsistema de almacenamiento y transferencia de datos	64
3.1.4.1.- Memoria SD	64
3.1.5.- Alimentación del sistema	65
3.2 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL	67
3.3.- DISEÑO DE LAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO	67
3.4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FIRMWARE	67

3.4.1.- Microcontrolador	67
3.4.1.1.- Subrutinas especiales	69
3.4.1.1.1.- Acceso al lector biométrico	69
a. Trama de inicialización	70
b. Trama Match 1:N	72
3.4.1.1.2.- Acceso al DS1307	76
a. Reloj y calendario	76
b. Subrutinas	77
3.4.1.1.3.- Acceso a la memoria SD	77
a. Operaciones de escritura y lectura	77
b. Realizando escritura en un sector	78
c. Realizando lectura de un sector	79
3.4.1.1.4.- Acceso a la GLCD KS108	79
3.4.2.- Controlador digital de señales	80
3.4.2.1.- Subrutinas especial	82
3.4.2.1.1.- Entrada y captura de pulsos (IC1 e IC2) con flanco activo ascendente	82
3.4.2.1.2.- Velocidad Desbordamiento del Timer 4 y Timer 2	82
3.4.2.1.3.- Velocidad lineal del vehículo	83
3.4.2.1.4.- Velocidad angular del motor del vehículo	85
3.4.2.1.5.- Distancia recorrida	85
3.5 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE	86
3.5.1.- Hyperterminal	86
3.5.1.1.- Configuración	87
3.5.2.- Aratek Fingerprint Module Test	89
3.5.2.1.- Configuración	90

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO	
4.1.- MONTAJE FÍSICO DEL SISTEMA	93
4.1.1.- Instalación del cableado	93
4.1.2.- Conexión de los cables de señales	95
4.1.3.- Protección y aislamiento del cableado	98
4.2.- PRUEBAS	99
4.2.1.- Medición de la velocidad angular del motor	100
4.2.2.- Medición de la velocidad lineal del vehículo	101
4.2.3.- Prueba de fiabilidad en lectura de huellas	103
4.2.4.- Prueba de recorrido	105
4.3.- DESEMPEÑO GENERAL DEL SISTEMA	105
4.4.- PRESUPUESTO	106
4.5.- ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO	108
CAPITULO 5	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1.-CONCLUSIONES	109
5.2.- RECOMENDACIONES	111
6.-BIBLIOGRAFÍA	113

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1: Imagen de Secure Digital.....	3
Figura 1.2: Variantes de la memoria SD.....	3
Figura 1.3: Las tarjetas MMC también funcionan en ranuras SD.....	5
Figura 1.4: Imagen del escáner de Huella digital ARA-ME-01.....	11
Figura 1.5: Pines del equipo biométrico	11
Figura 1.6: Secuencia de trabajo de un DSP.....	14
Figura 1.7: Imagen de un microcontrolador.....	15
Figura 1.8: Microcontrolador18F452.....	16
Figura 1.9: Diagrama de Pines DSPIC30F4011.....	18
Figura1.10: Diagrama de pines DS1307 8-Pin DIP.....	19
Figura 1.11: Imagen de la pantalla mikroC_dsPIC.....	23
Figura 1.12: Imagen de laGLCDKS0108.....	24
Figura 1.13: Diagrama de Pines GLCDKS0108.....	26
Figura 1.14: Bloques que componen sistema de adquisición de datos.....	33
Figura 1.15: Transistor NPN y PNP.....	36
Figura 1.16: Corrientes del transistor.....	37
Figura 1.17: Curva característica del transistor NPN.....	37
Figura 1.18: Estructura del Transistor Darlington.....	38
Figura 1.19: Imagen del chip ULN2003A.....	40
Figura 1.20: Esquema interno del chip ULN2003A.....	40

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Diagrama de bloques del módulo para encendido temporizado de motores.....	45
Figura 2.2: Lector Óptico.....	46
Figura 2.3: Placa maestra controlador.....	46
Figura 2.4: Pantalla gráfica.....	49
Figura 2.5: Placa maestra.....	49

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Conexión lector biométrico.....	51
Figura 3.2: Conexión del Relevador de estado sólido.....	52
Figura 3.3: Conexión del sensor de velocidad angular.....	54
Figura 3.4: Conexión del sensor de velocidad lineal.....	55
Figura 3.5: Conexión del optoacoplador.....	56
Figura 3.6: Conexión del microcontrolador.....	56
Figura 3.7: Conexión del DSPIC.....	59
Figura 3.8: Conexión de la pantalla GLCD.....	61
Figura 3.9: Conexión del RTC.....	62
Figura 3.10: Conexión del UART/RS232.....	63
Figura 3.11: Conexión del teclado.....	64
Figura 3.12: Conexión del Memoria SD.....	65
Figura 3.13: Fuente de Alimentación.....	66
Figura 3.14: Diagrama de Flujo del microcontrolado.....	68
Figura 3.15: Registros de calendario y hora.....	76
Figura 3.16: Mapa de direcciones.....	77
Figura 3.17: Operaciones de lectura y escritura.....	78
Figura 3.18: Escritura en un bloque.....	78
Figura 3.19: Respuesta a la escritura.....	79
Figura 3.20: Lectura en un bloque.....	79
Figura 3.21: Distribución de píxeles de la GLCDKS108.....	80
Figura 3.22: Programa del Controlador Digital de Señales	81
Figura 3.23: Curva de los datos obtenidos en el sensor VSS.....	84
Figura 3.24: Modelo matemático de los datos obtenidos en el VSS.....	85
Figura 3.25: Descripción de la conexión.....	87
Figura 3.26: Elección del puerto Com a usar.....	87
Figura 3.27: Configuración del puerto Com.....	88

Figura 3.28: Pantalla de escritura.....	89
Figura 3.29: AratekFingerprint module test.....	90
Figura 3.30: Selección del puerto y velocidad de transferencia.....	91
Figura 3.31: Zona de Autenticación.....	91
Figura 3.32: Pantalla Messages.....	92

CAPÍTULO IV

Figura 4.1: Cableado bajo la tapicería.....	93
Figura 4.2: Cableado bajo la consola	94
Figura 4.3: Cableado sobre el tablero	94
Figura 4.4: Conexión de cables a la PCM	95
Figura 4.5: Conectores de la PCM	98
Figura 4.6: Protección del cableado	98
Figura 4.7: Dispersión de mediciones de la velocidad angular del motor.....	101
Figura 4.8: Dispersión de mediciones de la velocidad lineal del vehículo.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1.1. Comparativa entre las memorias SD, Mini SD y Micro SD.....	4
Tabla 1.2. Comparativa de sistemas biométricos.....	8
Tabla 1.3. Especificaciones del Hardware.....	12
Tabla 1.4. Especificaciones de operación.....	12
Tabla 1.5. Características DSPIC30F4011/4012.....	17
Tabla 1.6. Funcionamiento de pines del DS1307.....	20
Tabla 1.7. Definición de los pines GLCDKS0108.....	25
Tabla 1.8. Comparación entre los transistores MOS y Bipolar.....	36

CAPÍTULO III

Tabla 3.1. Configuración de puertos del microcontrolador.....	57
---	----

Tabla 3.2. Configuración de puertos del controlador de procesamiento.....	59
Tabla 3.3. Codificación del lector biométrico.....	69
Tabla 3.4. Interpretación trama de inicialización.....	71
Tabla 3.5. Interpretación respuesta trama de inicialización.....	71
Tabla 3.6. Interpretación comando de lectura.....	72
Tabla 3.7. Interpretación del comando lectura errónea.....	72
Tabla 3.8. Interpretación del comando lectura correcta.....	73
Tabla 3.9. Interpretación del comando de archivo temporal.....	73
Tabla 3.10. Interpretación del comando de archivo exitoso.....	74
Tabla 3.11. Interpretación del comando de búsqueda.....	74
Tabla 3.12. Interpretación del comando de comparación exitosa.....	75
Tabla 3.13. Interpretación del comando de comparación errónea.....	75
Tabla 3.14. Datos obtenidos del sensor VSS.....	83

CAPÍTULO IV

Tabla 4.1. Pines y cables de la PCM	95
Tabla 4.2. Mediciones de la velocidad angular del motor.....	100
Tabla 4.3. Mediciones de la velocidad lineal del vehículo.....	101
Tabla 4.4. Muestras de lectura de huellas dactilares.....	103
Tabla 4.5. Comparación de recorridos en Kilómetros.....	105
Tabla 4.6. Error máximo de cada prueba ejecutada.....	106
Tabla 4.7. Costo de los componentes electrónicos del sistema digital.....	106

ÍNDICE DE ECUACIONES

CAPÍTULO I

Ecuación 1.1. Ecuación del transistor 1	38
Ecuación 1.2. Ecuación del transistor 2.....	38
Ecuación 1.3. Ecuación de transistores con similar corriente	38
Ecuación 1.4 Ecuación al igualar la corriente de los transistores similares	38

Ecuación 1.5. Ecuación de ganancia del transistor Darlington38

CAPÍTULO III

Ecuación 3.1. Voltaje obtenido en la compuerta del MOSFET53

Ecuación 3.2. Voltaje de salida obtenido en IC2 con la configuración de resistencias R2 y VR1
...66

Ecuación 3.3. Ecuación para obtener el Período de la señal de revoluciones.....82

Ecuación 3.4. Ecuación para obtener el Período de la señal de velocidades.....83

Ecuación 3.5. Ecuación para obtener frecuencias máximas y mínimas83

Ecuación 3.6. Ecuación para obtención de la frecuencia angular para motores de “#” cilindros a
partir de la frecuencia.....85

Ecuación 3.7. Ecuación para encontrar la distancia recorrida mediante los pulsos
obtenidos.....86

INTRODUCCION

Hoy en día es muy usual el uso e implementación de sistemas de control vehicular para los vehículos que son de propiedad del estado, sean patrulleros o autos que prestan servicios a dependencias como el Municipio, Gobiernos Provinciales, Empresas de servicios básicos o también vehículos que son alquilados por sus propietarios a choferes.

Por esta razón se ha desarrollado este proyecto, en el que se busca tener un mejor control de dichos automotores.

Este sistema ayudará a tener un control de cómo el vehículo fue conducido por el chofer, creándonos un historial de los rangos máximos de velocidad lineal, velocidad angular y la distancia total recorrida en el tiempo que el chofer designado dio uso al vehículo. Y para las instituciones públicas cuenta también con un sistema de bloqueo el cuál impedirá que se use el vehículo en fechas festivas o fines de semana.

Con esto se busca dar un mejor trato a los vehículos al mismo tiempo que de una u otra manera contribuirá para la disminución de la velocidad ya que al ser controlado, el chofer cuidará su modo de manejo evitando los accidentes de tránsito.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.- TECNOLOGÍAS PARA ALMACENAMIENTO PORTÁTIL DE INFORMACIÓN EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Debido a la cantidad de información que se maneja actualmente, los dispositivos de almacenamiento se han vuelto casi tan importantes como el mismísimo computador.

Aunque actualmente existen dispositivos para almacenar que superan las 650 MB de memoria, aún existen quejas por la falta de capacidad para transportar nuestros documentos y para hacer backups de la información más importante. Todo esto sucede debido al aumento de software utilitario que permite, por dar un pequeño ejemplo, convertir los Cds en archivos de Mp3.

El espacio en los Discos duros ya no es suficiente para guardar tal cantidad de información; por lo que es urgente conseguir un medio alternativo de almacenamiento para guardar Cds en Mp3 o los programas descargados de Internet.

Los dispositivos o unidades de almacenamiento de datos son dispositivos que leen o escriben datos en medios o soportes de almacenamiento, y juntos conforman la memoria secundaria o almacenamiento secundario de la computadora.

Estos dispositivos realizan las operaciones de lectura y/o escritura de los medios o soportes donde se almacenan o guardan, lógicamente y físicamente, los archivos de un sistema informático.

En los inicios de la creación de los dispositivos de almacenamiento aparecen los disquetes magnéticos de 1,44 MB de capacidad. Un tiempo después, dada la gran demanda de la transferencia de datos más grandes y con una transferencia de información más veloz se innovó en la tecnología óptica, apareciendo el Disco Compacto (CD) y el Disco de Video Digital (DVD) que usan la misma tecnología,

sólo ha cambiado la longitud de onda del láser, reducido el tamaño de los agujeros y apretado los surcos para que quepa más información en el mismo espacio.

Hoy en día la tecnología avanza a pasos gigantescos teniendo unidades de almacenamiento como los USB flash drive o las Secure Digital que permiten almacenar 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 y hasta 256 GB.

Para las USB flash drive, los sistemas operativos actuales pueden leer y escribir en las memorias sin más que enchufarlas a un conector USB del equipo encendido, recibiendo la energía de alimentación a través del propio conector que cuenta con 5 voltios y 2,5 Vatios como máximo. La flash Ram es un tipo de almacenamiento portátil y está constituida por chips en estado sólido sin partes móviles, que tienen la propiedad de conservar los datos cuando se les quita la fuente de alimentación, o sea cuando se apaga el dispositivo que la usa.

1.1.1.- MEMORIAS SECURE DIGITAL (SD)¹

Secure Digital (SD) es un formato de tarjeta de memoria tal como se observa en la Figura 1.1. Se utiliza en dispositivos portátiles tales como cámaras fotográficas digitales, PDAs, teléfonos móviles e incluso videoconsolas (tanto de sobremesa como la Wii, portátiles, y la Nintendo DSi), entre muchos otros.

Estas tarjetas tienen unas dimensiones de 32 mm x 24 mm x 2.1 mm. Existen dos tipos: unos que funcionan a velocidades normales, y otros de alta velocidad que tienen tasas de transferencia de datos más altas.

¹ Secure Digital, Wikipedia,
[Http://es.wikipedia.org/wiki/Secure_Digital#Descripci.C3.B3n_e_introducci.C3.B3n_en_el_mercad](http://es.wikipedia.org/wiki/Secure_Digital#Descripci.C3.B3n_e_introducci.C3.B3n_en_el_mercad)



Figura 1.1: Imagen de Secure Digital

Los dispositivos con ranuras SD pueden utilizar tarjetas MMC, que son más finas, pero las tarjetas SD no caben en las ranuras MMC. Asimismo, se pueden utilizar directamente en las ranuras de CompactFlash o de PC Card con un adaptador. Sus variantes MiniSD y MicroSD como se observa en la Figura 1.2, se pueden utilizar, también directamente en ranuras SD mediante un adaptador. Las normales tienen forma de D.

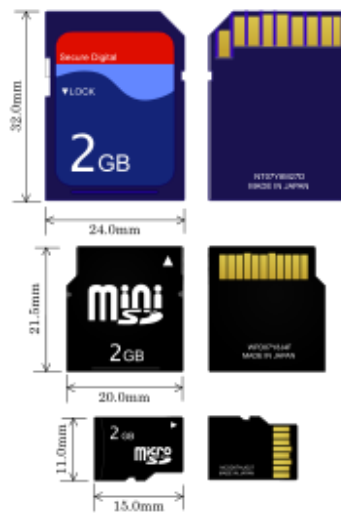


Figura 1.2: Variantes de la memoria SD

A continuación se presenta una tabla comparativa (Tabla 1.1) entre estas tres variantes de memoria SD, recalcando las principales características que las diferencian entre sí.

Tabla 1.1. Comparativa entre las memorias SD, Mini SD y Micro SD

	Tarjeta SD	Tarjeta MiniSD	Tarjeta MicroSD
Ancho	24 mm	20 mm	15 mm
Largo	32 mm	21,5 mm	11 mm
Grosor	2,1 mm	1,4 mm	1 mm
Volumen de la tarjeta	1.596 mm ³	589 mm ³	165 mm ³
Peso	2 g aprox.	1 g aprox.	<1 g aprox.
Voltaje de funcionamiento	2,7 - 3,6V	2,7 - 3,6V	2,7 - 3,6V
Interruptor de protección contra escritura	Sí	No	No
Protectores de terminal	Sí	No	No
Número de pines	9 pines	11 pines	8 pines

1.1.2.- APERTURA DE ESTÁNDARES

Como la mayoría de los formatos de tarjeta de memoria, el SD está cubierto por numerosas patentes y marcas registradas, y sólo se puede licenciar a través de la Secure Digital Card Association (Asociación de la Tarjeta Secure Digital). El acuerdo de licencia actual de esta organización no permite controladores de código abierto para lectores de tarjetas SD, un hecho que genera consternación en las comunidades de código abierto y software libre. Generalmente, se desarrolla una capa de código abierto para un controlador SD de código cerrado disponible en una plataforma particular, pero esto está lejos de ser lo ideal. Otro

método común consiste en utilizar el antiguo modo MMC observado en la Figura 1.3, donde se requiere que todas las tarjetas SD soporten el estándar SD.



Figura 1.3: Las tarjetas MMC también funcionan en ranuras SD.

Esto significa que SD es menos abierto que CompactFlash o los llaveros USB, que pueden ser implementados libremente (aunque requieren costes de licencia por las marcas registradas y logotipos asociados), pero aun así resulta mucho más abierto que XD o Memory Stick, donde no hay disponible ni documentación pública, ni implementación documentada.

1.1.3.- ELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE ALMACENAMIENTO A USAR

Para la elaboración del proyecto se ha decidido usar una SD, ya que ésta no requiere la creación de un programa host para la visualización de datos a diferencia de las tecnologías basadas en USB. Además su peso es de 2 gramos y mide 32mm x 24mm x 2.1mm, puede transferir datos mucho más rápido que otros dispositivos de almacenamiento y tiene una gran característica ya que protege los datos contra copia.

1.1.4.- ACCESO A MEMORIAS SD A TRAVÉS DE SISTEMAS MICROCONTROLADOS

Todas las tarjetas de memoria SD y SDIO necesitan soportar el antiguo modo SPI/MMC que soporta la interfaz de serie de cuatro cables ligeramente más lenta (reloj, entrada serial, salida serial y selección de chip) que es compatible con los puertos SPI en muchos microcontroladores.

Muchas cámaras digitales, reproductores de audio digital y otros dispositivos portátiles, probablemente utilicen exclusivamente el modo MMC, la documentación parcial para SDIO es libre y existe documentación libre disponible para tarjetas de memoria como parte de las hojas de especificación de algunos fabricantes.

El modo MMC no proporciona acceso a las características propietarias de cifrado de las tarjetas SD y la documentación libre de SD no describe dichas características. La información del cifrado es utilizada primordialmente por los productores de medios y no es muy utilizada por los consumidores quienes típicamente utilizan tarjetas SD para almacenar datos no protegidos.

Existen 3 modos de transferencia soportados por SD:

- Modo SPI: entrada separada serial y salida serial.
- Modo un-bit SD: separa comandos, canales de datos y un formato propietario de transferencia.
- Modo cuatro-bit SD: utiliza terminales extra, más algunos terminales reasignados para soportar transferencias paralelas de cuatro bits.

Las tarjetas de baja velocidad soportan tasas de transferencia de 0 a 400 Kbps y modo de transferencia un-bit SD, mientras que las tarjetas de alta velocidad soportan tasas de transferencia de 0 a 100 Mbps en el modo de cuatro-bits, y de 0 a 25 Mbps en el modo un-bit SD.

Actualmente las velocidades mínimas garantizadas de transferencia que aseguran las tarjetas han sido estandarizadas con las siguientes nomenclaturas:

- Clase 2: 2 MB/s
- Clase 4: 4 MB/s
- Clase 6: 6 MB/s
- Clase 10: 10 MB/s

La arquitectura de las tarjetas SD está basada en los circuitos de memoria flash de tipo NAND (EEPROM).

El acceso a los datos se realiza mediante un conector lateral de 9 clavijas que alcanza una velocidad de transferencia de 2 Mb/s con la posibilidad de alcanzar hasta 10 MB/s.

El tiempo de acceso de la memoria SD es de 25 μ s aproximadamente para el primer acceso y ciclos de 50 ns para los ciclos subsiguientes.

1.2.- TECNOLOGÍAS PARA RECONOCIMIENTO BIOMÉTRICO DE HUELLA DACTILAR²

La biometría no se puso en práctica en las culturas occidentales hasta finales del siglo XIX, pero era utilizada en China desde al menos el siglo XIV. Un explorador y escritor que respondía al nombre de Joao de Barros escribió que los comerciantes chinos estampaban las impresiones y las huellas de la palma de las manos de los niños en papel con tinta. Los comerciantes hacían esto como método para distinguir entre los niños y jóvenes.

Alphonse Bertillon, jefe del departamento fotográfico de la Policía de París, desarrolló el sistema antropométrico (también conocido más tarde como Bertillonage) en 1883. Éste era el primer sistema preciso, ampliamente utilizado científicamente para identificar a criminales y convirtió a la biométrica en un campo de estudio. Funcionaba midiendo de forma precisa ciertas longitudes y anchuras de la cabeza y del cuerpo, así como registrando marcas individuales como tatuajes y cicatrices.

²Biometría, Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Biometr%C3%ADa#Historia>

El sistema de Bertillon fue adoptado extensamente en occidente hasta que aparecieron defectos en el sistema - principalmente problemas con métodos distintos de medidas y cambios de medida. Después de esto, las fuerzas policiales occidentales comenzaron a usar la huella dactilar - esencialmente el mismo sistema visto en China cientos de años antes.

En estos últimos años la biométrica ha crecido desde usar simplemente la huella dactilar, a emplear muchos métodos distintos teniendo en cuenta varias medidas físicas y de comportamiento, en la Tabla 1.2 se presenta una comparación entre las distintos métodos empleados. Las aplicaciones de la biometría también han aumentado desde sólo identificación hasta sistemas de seguridad y más.

Tabla 1.2. Comparativa de sistemas biométricos

	Ojo (Retina)	Huellas dactilares	Vascular dedo	Escritura y firma	Voz	Cara
Fiabilidad	Muy alta	Muy Alta	Muy alta	Media	Alta	Alta
Facilidad de uso	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Prevención de ataques	Muy alta	Alta	Muy alta	Media	Media	Media
Aceptación	Baja	Alta	Alta	Muy alta	Alta	Muy alta
Estabilidad	Alta	Alta	Alta	Baja	Media	Media

1.2.1.- PROCESOS DE AUTENTIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN BIOMÉTRICA

En el proceso de autenticación (o verificación) los rasgos biométricos se comparan solamente con los de un patrón ya guardado, este proceso se conoce también como uno-para-uno (1:1). El proceso de autenticación implica conocer presuntamente la identidad del individuo a autenticar, por lo tanto, dicho individuo ha presentado algún tipo de credencial, que después del proceso de autenticación biométrica será validada o no.

En el proceso de identificación los rasgos biométricos se comparan con los de un conjunto de patrones ya guardados, el proceso de identificación se conoce también como uno-para-muchos (1:N). El proceso de identificación implica no conocer la identidad presunta del individuo, la nueva muestra de datos biométricos es tomada del usuario y comparada una a una con los patrones ya existentes en el banco de datos registrados. El resultado del proceso de identificación es la identidad del individuo, mientras que en el proceso de autenticación es un valor verdadero o falso.

El proceso de autenticación o verificación biométrica es más rápido que el de identificación biométrica, sobre todo cuando el número de usuarios (N) es elevado. Esto es debido a que la necesidad de procesamiento y comparaciones es más reducida en el proceso de autenticación. Por esta razón, es habitual usar autenticación cuando se quiere validar la identidad de un individuo desde un sistema con capacidad de procesamiento limitada o se quiere un proceso muy rápido.

1.2.2.- FUNCIONAMIENTO DE LOS PRODUCTOS DE RECONOCIMIENTO DE HUELLA DACTILAR

En primer lugar, el usuario debe registrar su huella dactilar para verificaciones futuras (1:1) o identificaciones (1: N).

El usuario puede registrarse colocando su dedo en un aparato de reconocimiento de huella dactilar, tal como un Ratón Óptico con huella dactilar o un aparato de control de acceso. El sensor digitaliza el dedo del usuario y captura la imagen tridimensional de la huella dactilar.

El algoritmo específico entonces extrae puntos particulares de la imagen y convierte la información en un único modelo matemático, comparable a un PASSWORD con 60 dígitos. Este modelo único es entonces encriptado y archivado para representar al usuario. No se guarda ninguna imagen concreta de la huella dactilar.

Después, para la verificación, un usuario registrado determina de quién son las huellas dactilares (introduce una identificación del usuario) y posicionando el dedo en el sensor, una nueva imagen de la huella dactilar del usuario es capturada. Se extraen datos particulares de la huella dactilar y se convierten en una muestra. Esta muestra es entonces comparada a la muestra del usuario pre-registrada para comprobar la correspondencia. Si la muestra corresponde, el usuario es verificado positivamente.

Para la identificación, el usuario posiciona su dedo en el sensor sin informar su identidad (no introduce ninguna identificación del usuario). La reciente muestra extraída es comparada con muestras preexistentes. Si se encuentra correspondencia entonces el usuario es identificado como usuario ya registrado.

1.2.3.- EQUIPO IDENTIFICADOR DE HUELLAS DIGITALES A USAR³

Este es un scanner de huellas dactilares de bajo costo con un sensor de deslizamiento donde el usuario pasa sus huellas sobre el scanner. El sistema ARA-ME-01 cuya imagen se observa en la Figura 1.4 usa una interface serial simple que devuelve la identificación de usuarios por sus huellas, algo simple y rápido. Sólo es necesario pasar la huella por el scanner óptico, se enviara una consulta por el puerto serial y se asignará un ID único. Se puede usar ese ID con sus sistemas embebidos para determinar niveles de acceso, control de horario, cierre de puertas, etc.

³Aratek Biometrics Technolgy Co,
http://www.olimex.cl/product_info.php?cPath=50_84&products_id=481

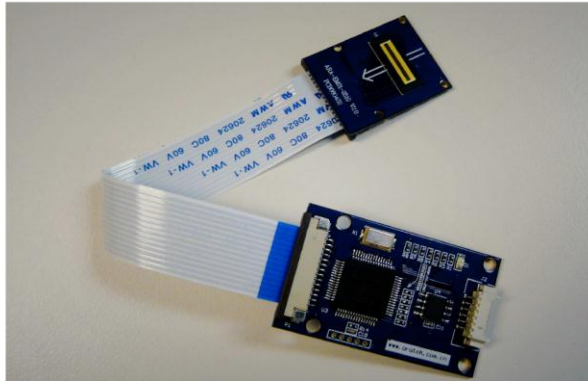


Figura 1.4: Imagen del escáner de Huella digital ARA-ME-01

Características:

- Comunicación serial con velocidad de 9600bps
- Alimentación de 5V y consumo de 60mA
- Resolución del sensor 256x288
- Memoria para 120 huellas digitales

A continuación en la Figura 1.5 se muestra los pines de conexión del lector biométrico.

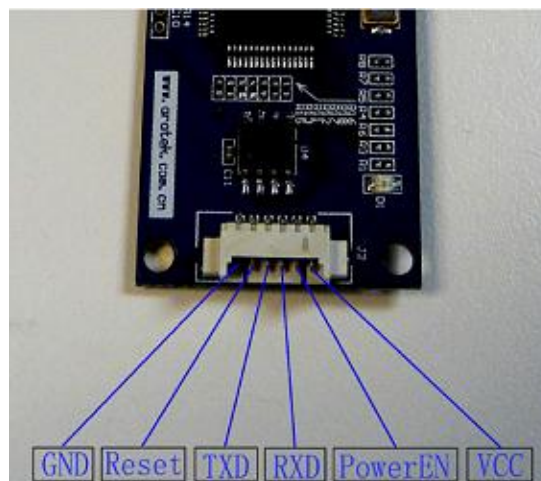


Figura 1.5: Pines del equipo biométrico

En la Tabla 1.3 se detallan todas las especificaciones del equipo biométrico a usar.

Tabla 1.3. Especificaciones del Hardware

pin	Name	spec
1、	GND	Grand
2、	Reset	Module reset control
3	TXD	Serial sender
4	RXD	Serial receiver
5、	PowerEN	Power control
6、	VCC	5V

En la Tabla 1.4 se detallan las especificaciones de operación del equipo biométrico usado.

Tabla 1.4. Especificaciones de operación

item	spec
Sensor	AES2510
Image	256*288
Resolution	500DPI
Register time	<3 秒
Math time (1: 1)	<0.1 秒
Math time (1: N)	<0.5 秒
FRR	<0.1%
FAR	<0.001%
Fingerprints capacity	120 fingerprints (max is 1024 fingerprints)

item	Symbol	min	classic	max	Measure
Work Voltage	Vn	4.5	5	5.5	V
Work Current	In	50	60	80	mA
Sleep current	Is	9	10	12	uA
Work Temperature	Tn	-20		70	°C
Humility	Hn	30		120	°F
Module size	Ln	40mm*25mm 20mm*25mm			cm

1.3.- CONTROLADORES DIGITALES DE SEÑALES

1.3.1.- PROCESADOR DIGITAL DE SEÑALES⁴

Un procesador digital de señales o DSP (sigla en inglés de Digital Signal Processor) es un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un juego de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad. Debido a esto es especialmente útil para el procesamiento y representación de señales analógicas en tiempo real: en un sistema que trabaje de esta forma (tiempo real) se reciben muestras (samples en inglés), normalmente provenientes de un conversor analógico/digital (ADC).

Se ha dicho que puede trabajar con señales analógicas, pero es un sistema digital, por lo tanto necesitará un conversor analógico/digital a su entrada y digital/analógico en la salida. Como todo sistema basado en procesador programable necesita una memoria donde almacenar los datos con los que trabajará y el programa que ejecuta, toda la secuencia de trabajo de un DSP se encuentra resumida en la Figura 1.6.

Si se tiene en cuenta que un DSP puede trabajar con varios datos en paralelo y un diseño e instrucciones específicas para el procesamiento digital, se puede dar una idea de su enorme potencia para este tipo de aplicaciones. Estas características constituyen la principal diferencia de un DSP y otros tipos de procesadores.

⁴ Procesador digital de señal, Wikipedia,
http://www.arrowiberia.com/arrow/arrowd/ad32/pag_18_19.pdf

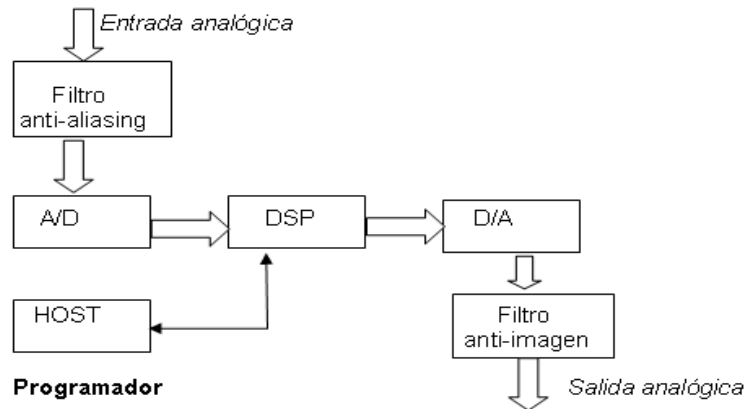


Figura 1.6: Secuencia de trabajo de un DSP

1.3.2.- MICROCONTROLADOR⁵

Un microcontrolador (Figura1.7) es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida).

Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. El control de un electrodoméstico sencillo como una batidora, utilizará un procesador muy pequeño (4 u 8 bit) por que sustituirá a un autómata finito. En cambio un reproductor de música y/o vídeo digital (mp3 o mp4) requerirá de un procesador de 32 bit o de 64 bit y de uno o más Códec de señal digital (audio y/o vídeo). El control de un sistema de frenos ABS (Antilock Brake System) se basa normalmente en un microcontrolador de 16 bit, al igual que el sistema de control electrónico del motor en un automóvil.

⁵ Microcontroladores, Wikipedia,
<http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador#Caracter.C3.ADsticas>

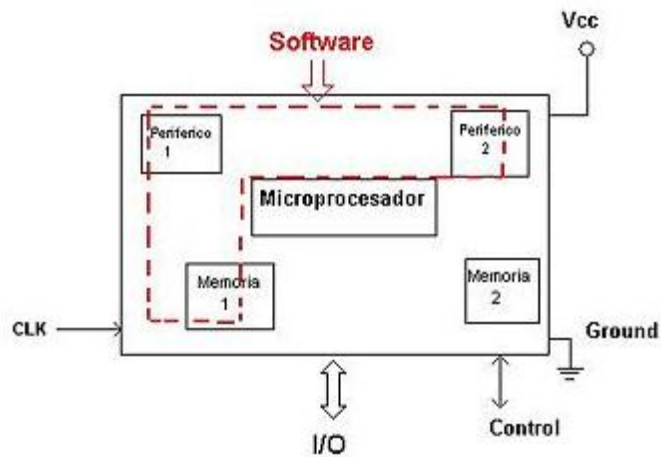


Figura 1.7: Imagen de un microcontrolador

Los microcontroladores representan la inmensa mayoría de los chips de computadoras vendidos, sobre un 50% son controladores "simples" y el restante corresponde a DSPs más especializados. Mientras se pueden tener uno o dos microprocesadores de propósito general en casa, se puede tener distribuidos seguramente entre los electrodomésticos de su hogar una o dos docenas de microcontroladores. Pueden encontrarse en casi cualquier dispositivo electrónico como automóviles, lavadoras, hornos microondas, teléfonos, etc.

1.3.2.1.- Microcontrolador 18F452⁶

La familia 18F452 representa un PIC de la gama alta, el cual tiene como principales características:

- Tecnología CMOS.
- Procesador RISC.
- Memoria Flash de 32k bytes.
- Memoria de instrucciones de 16384.
- Memoria RAM de 1536 bytes.

⁶ PIC 18F452, Data Sheet, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39564c.pdf>

- Memoria EEPROM de 256 bytes.
- Bus de datos de 8 bits, bus de instrucciones de 16 bits.
- Módulo de puerto serie síncrono (3-wire y I2C).
- USART direccionable, soporta RS-485 Y RS-232.
- Módulo de puerto paralelo.
- Módulo conversor A/D de 10 bits.

En la Figura 1.8 se observa el detalle de los pines del microcontrolador 18F452:

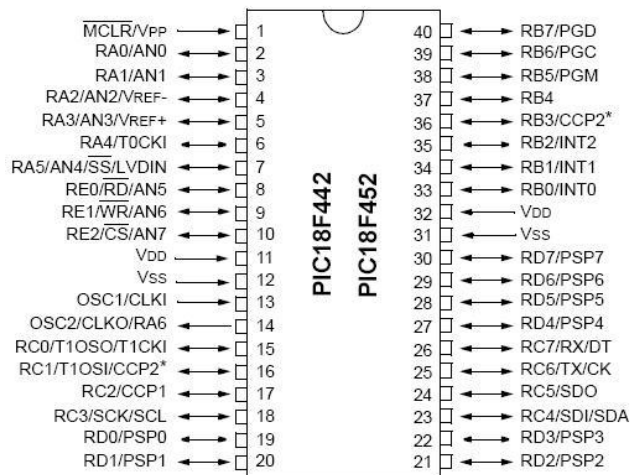


Figura 1.8: Microcontrolador 18F452

1.3.3.- CONTROLADOR DIGITAL DE SEÑALES DSPIC ⁷

Un controlador digital de señal (DSC) es un controlador embebido single-chip que integra de manera compacta las capacidades de control de un microcontrolador (MCU) con las capacidades de computación y rendimiento de un procesador digital de señal (DSP). El controlador digital de señal dsPIC30F de Microchip ofrece todo lo que se puede esperar de un poderoso MCU de 16-bit: gestión de interrupciones rápida, flexible y sofisticada; un amplio array de periféricos analógicos y digitales; gestión del consumo; opciones de reloj flexibles; power-on reset; Brown-out; watchdog; seguridad en código, emulación en tiempo real a plena velocidad; y

⁷ Controlador Digital de Señal dsPIC30F, 16-bit Flash MCU con la potencia de un DSP, Microchip, http://www.arrowiberia.com/arrow/arrowd/ad32/pag_18_19.pdf

soluciones de depuración en circuito a plena velocidad. Añadiendo con destreza la capacidad de un DSP a un poderoso microcontrolador de 16-bit, el controlador digital de señal dsPIC30F de Microchip consigue lo mejor de combinar un DSP y un microcontrolador de 16-bit y de esta manera marca el comienzo de una nueva era en el control embebido.

El dsPIC30F ejecuta la mayor parte de sus instrucciones en un solo ciclo (33ns a 30MIPS). Combinando este alto rendimiento con auténticas capacidades de DSP como “zero overhead looping” y multiplicación de 16-bit en un único ciclo, se consigue tener el MCU de 16-bit más poderoso del momento.

1.3.4.- FAMILIA DE CONTROLADORES DSPIC30F4011/4012⁸

Las características de la familia de controladores DSPIC30F4011/4012 se observa en la Tabla 1.5 y al tomar en cuenta estas características se decidió usar la familia de controladores DSPIC30F4011 para la elaboración del proyecto.

Tabla 1.5. Características DSPIC30F4011/4012

Device	Pins	Program Mem. Bytes/ Instructions	SRAM Bytes	EEPROM Bytes	Timer 16-bit	Input Cap	Output Comp/Std PWM	Moto Control PWM	A/D 10-bit 500 Ksps	Quad Enc	UART	SPI™	I ² C™	CAN
dsPIC30F4012	28	48K/16K	2048	1024	5	4	2	6 ch	6 ch	Yes	1	1	1	1
dsPIC30F4011	40/44	48K/16K	2048	1024	5	4	4	6 ch	9 ch	Yes	2	1	1	1

A continuación en la Figura 1.9 se presenta el diagrama de Pines del DSPIC30F4011 modelo 40-Pin PDIP:

⁸ dsPIC30F4011, dsPIC30F4012 Data Sheet, Microchip, Página 2.

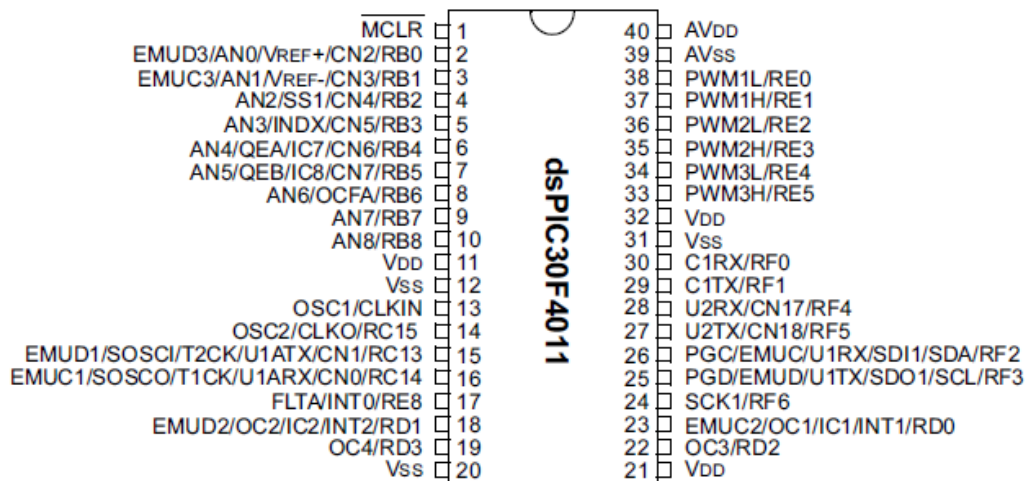


Figura 1.9: Diagrama de Pines DSPIC30F4011

1.3.5.- APLICACIONES DEL DSPIC30F4011

La familia de sensores dsPIC30F tiene características diseñadas para soportar aplicaciones de control embebido de bajo coste y altas prestaciones. Los encapsulados de 18- y 28-pines están diseñados para aplicaciones críticas en espacio.

La familia de propósito general dsPIC30F es idónea para una amplia gama de aplicaciones embebidas que requieren un MCU de 16-bit. Además, las variantes con interfaces para CODEC están especialmente indicadas para aplicaciones de audio.

Esta familia de controladores dsPIC30F está diseñada para soportar variedad de aplicaciones para control de motores, como motores tipo “brushless DC”, motores de inducción monofásicos y trifásicos y motores de reactancia conmutada.

Estos productos están también indicados para fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS), inversores, fuentes de alimentación conmutadas y corrección del factor de potencia y también para controlar el módulo de gestión de potencia en servidores, equipos de telecomunicaciones y otros equipos industriales

1.4.- RELOJ DE TIEMPO REAL RTC

El reloj de tiempo real es capaz de mantener en forma automática un conteo completo de hora y fecha, incluso con compensación de año bisiesto. El reloj de tiempo real modelo DS1307, es fabricado por Dallas semiconductor y tiene la capacidad de comunicación a través del protocolo I²C.

Este dispositivo es el que permite la programación horaria en el controlador horario de carga, de manera tal que el sistema en general pueda activar al relé en intervalos diarios de lunes a domingo

1.4.1.- CARACTERÍSTICAS DEL DS1307

Las características del reloj en tiempo real DS1307 son:

- RAM no volátil de 56 bytes para almacenamiento de datos
- Interface serial de 2 alambres
- Señal de salida programable de onda cuadrada
- Consumo menor a 500 nA en modo de respaldo de batería con el oscilador funcionando
- Rango de temperatura de funcionamiento de -40°C a 85°C.
- El DS1307 está disponible en 8-pin DIP

La disposición de pines del DS1307 se encuentra en la Figura 1.10.

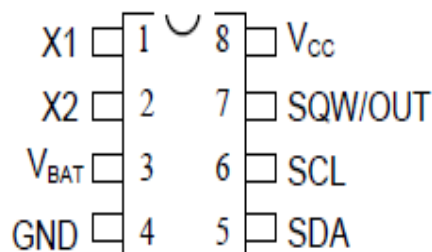


Figura1.10: Diagrama de pines DS1307 8-Pin DIP

El funcionamiento de cada uno de los pines se encuentra detallado en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6. Funcionamiento de pines del DS1307

PIN	FUNCIONAMIENTO
Vcc, GND	Provee la energía de Corriente continua para el elemento.
Vbat	Entrada de la batería de lithium, debe permanecer entre 2 y 3.5 voltios para una correcta operación.
SCL (serial clock input)	Se usa para sincronizar el movimiento de datos en la interface serial.
SDA (Serial Data Input/output)	Es el pin de entrada y salida para interface serial de 2 cables.
SQW/OUT	Cuando está habilitado el bit esta en 1 y el pin emite una de las cuatro frecuencias de onda.
X1,X2	Conexiones para el oscilador de 32.768kHz

1.5.- PRINCIPIOS PARA SELECCIÓN DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DE PROCESADORES DIGITALES DE SEÑALES⁹

1.5.1.- EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C

El lenguaje de programación en C, es un lenguaje conocido como de alto nivel.

Una de las características del lenguaje de programación en C, es que es un lenguaje estructurado, lo que permite generar código claro y sencillo, ya que está basado en la modularidad.

El lenguaje de programación en C, está estructurado en tres partes fundamentales, las cuales son, una librería estándar, un programa compilador y un preprocesador.

La librería estándar en el lenguaje de programación C, no es más que librerías realizadas en código objeto y puede haber sido realizada en otro lenguaje diferente que el C.

⁹Programación en C, Lenguajes de Programación, <http://www.lenguajes-de-programacion.com/programacion-en-c.shtml>

Estas librerías se deben colocar en un programa de lenguaje programación en C, en la instrucción conocida como `INCLUDE`.

El programa compilador en el lenguaje de programación en C, es el que tiene como función traducir las instrucciones del programa fuente en C al lenguaje conocido por las computadoras u ordenadores, el llamado lenguaje máquina. El programa compilador, depura y detecta los posibles errores en el lenguaje fuente, y es capaz de notificar el error ocurrido al programador, mediante un mensaje de texto.

En el lenguaje de programación en C, el preprocesador es un componente perteneciente propiamente al lenguaje C, el cual transforma el programa fuente traduciendo cada instrucción del programa fuente, de la siguiente forma: Elimina los comentarios colocados por el programador, incluye en el programa fuente el contenido de los archivos que se encuentran declarados en el `INCLUDE`, a estos archivos se le suele llamar cabeceras, y por último, sustituye los valores de las constantes declaradas en `define`.

Las ventajas del dispositivo son:

- Lenguaje muy eficiente puesto que es posible utilizar sus características de bajo nivel para realizar implementaciones óptimas.
- A pesar de su bajo nivel es el lenguaje más eficiente en existencia, habiendo compiladores para casi todos los sistemas conocidos.
- Proporciona facilidades para realizar programas modulares y/o utilizar código o bibliotecas existentes.

Por su flexibilidad y ser un lenguaje de alto nivel, es empleado por muchos programadores.

1.5.2.- INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

MIKROC_DSPIC¹⁰

Para el desarrollo del programa de control se utiliza un lenguaje de programación de alto nivel basado en lenguaje C para disminuir la dificultad que representaría

¹⁰Introducción al lenguaje de programación MikroC_dsPIC
<http://dSPACE.epn.edu.ec/bitstream/123456789/1257/3/T%2011137%20CAPITULO%203.pdf>

una programación en lenguaje ensamblador para un dsPIC, llamado mikroC_dsPIC de la compañía mikroElektronika y que es un compilador avanzado y eficiente para los microcontroladores dsPIC30/33 y PIC24 de la Microchip.

Este software de programación es una poderosa herramienta con muchas características útiles en el desarrollo de proyectos con microcontroladores dsPIC30/33 y PIC24, capaz de promover al programador la solución más posible en el desarrollo de aplicaciones para sistemas embebidos sin comprometer el tiempo de ejecución o el control debido a su eficiente algoritmo de compilación y el uso de una amplia gama de librerías para el manejo de periféricos que no aumenta de manera considerable el tamaño del programa de control respecto a una programación en lenguaje ensamblador.

Este programa permite desarrollar y visualizar aplicaciones complejas debido a las siguientes características que brinda:

- Escribir el programa en código fuente tipo lenguaje C usando un editor de código que posee asistentes de parámetros y código, indicador de sintaxis con colores de acuerdo al tipo de instrucción escrita y auto corrección.
- Permite utilizar las librerías incluidas en mikroC para un rápido desarrollo de instrucciones para adquisición de datos, manejo de memorias, displays (como la librería para el manejo del LCD gráfico T6963, a usar en el presente proyecto), conversión de formatos de números y datos, comunicación, entre otras características soportadas por los microcontroladores dsPIC30/33 y PIC24.
- Posee un explorador de código en el cual se puede monitorear la estructura del programa en desarrollo, las variables y funciones utilizadas.
- Inspección del flujo de programa y un depurador de la lógica de ejecución mediante un depurador integrado microICD, un software de simulación para apreciar el cambio de las variables durante la ejecución del programa.
- Permite obtener un reporte gráfico y detallado del mapa de memoria RAM y ROM utilizada, estadísticas del código desarrollando y un listado de todas las

rutinas creadas, tanto por el usuario como las ocupadas por las diferentes librerías.

La Figura 1.11 permite indicar las diferentes opciones presentes en la pantalla del lenguaje mikroC_dsPIC para el desarrollo de aplicaciones.

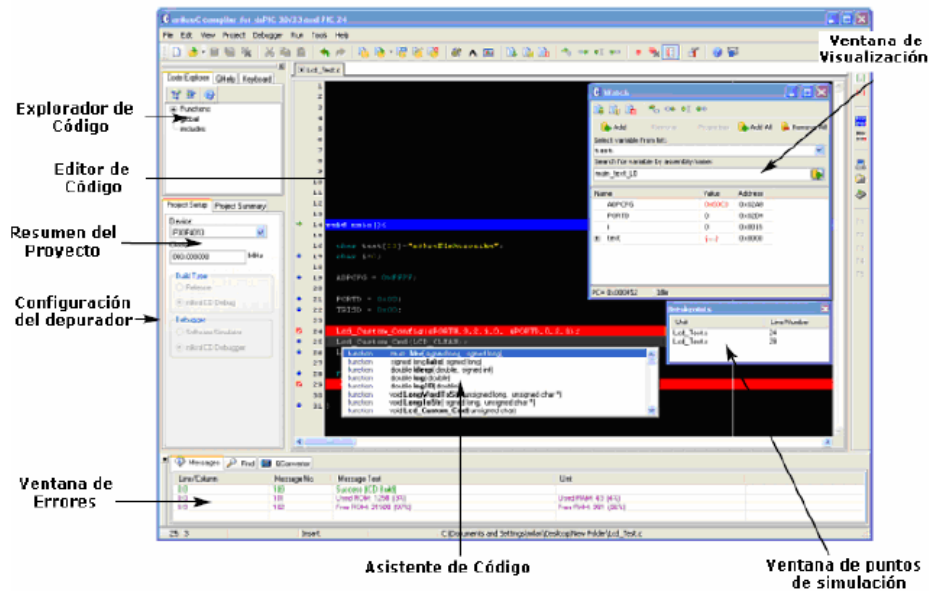


Figura 1.11: Imagen de la pantalla mikroC_dsPIC

El mikroC_dsPIC organiza el desarrollo de aplicaciones en proyectos formados por un archivo de proyecto (extensión .dpc) y uno o más archivos fuente (extensión .c) que son compilados sólo cuando forman parte de un proyecto.

De la misma manera se uso la herramienta mikroC_PRO, que al igual que la herramienta anterior tienen el mismo lenguaje de programación diferenciándose en que el mikroC_dsPIC es usado para la programación de DSC y DSP, mientras que el mikroC_PRO se emplea para la programación de los PIC de todas las gamas

1.6.- VISUALIZADORES GRÁFICOS GLCD

1.6.1.- PANTALLA GRÁFICA GLCD KS0108B ¹¹

Pantalla LCD gráfica monocromo de 128x64 píxeles con interfaz serie. Permite controlar todas las funcionalidades de la pantalla de un modo muy sencillo utilizando comandos serie.

Además de escribir texto, esta pantalla LCD gráfica serie permite dibujar líneas, círculos, rectángulos y establecer los píxeles individuales, borrar bloques específicos de la pantalla, control de la luz de fondo y ajustar la velocidad de transmisión. Incorpora el controlador KS0108B (Figura 1.12).



Figura 1.12: Imagen de la GLCD KS0108

Características:

- Tamaño de matriz: 128x64 píxeles
- Tipo de pantalla: STN – Verde- Transflectiva positiva
- Método de transmisión : 1/64Duty, 1/9th Bias
- Luz de fondo: LED, de retroiluminación verde
- Tipo de módulo COP (Chip on board)
- Controlador: KS108
- Alimentación: 5V @6mA
- Dimensiones: 93.0(W) x 70.0(H) x 13.5(T)
- Peso: 75g aproximadamente

¹¹ Pantalla LCD gráfica, <http://www.bricogeek.com/shop/pantallas-lcd/334-pantalla-serial-lcd-128x64.html>

A continuación en la Tabla 1.7 se presenta la configuración de conexión de los pines para la pantalla LCD gráfica KS0108:

Tabla 1.7. Definición de los pines GLCD KS0108

Pin No.	Symbol	Level	Function
1	VSS	0V	Ground
2	VDD	+5V	Power supply for logic
3	Vo	-	Operating voltage for LCD (contrast adjusting)
4	RS	H/L	Register selection H: Display data L: Instruction code
5	R/W	H/L	Read/Write selection H: Read operation L: Write operation
6	E	H, H→L	Enable signal. Read data when E is "H", write data at the falling edge of E
7	DB0	H/L	Data bit0
8	DB1	H/L	Data bit1
9	DB2	H/L	Data bit2
10	DB3	H/L	Data bit3
11	DB4	H/L	Data bit4
12	DB5	H/L	Data bit5
13	DB6	H/L	Data bit6
14	DB7	H/L	Data bit7
15	CS1	H	Chip selection for IC1, active "H"
16	CS2	H	Chip selection for IC2, active "H"
17	/RST	L	Reset signal, active "L"
18	Vout	-10V	Output voltage for LCD driving
19	LEDA	+5V	Power supply for LED backlight
20	LEDK	0V	Power supply for LED backlight

En la Figura 1.13 se presenta la disposición de pines que pueden ser conectados de una manera muy sencilla, de igual manera su programación resulta muy fácil usando lenguajes como Basic y C++. Una gran ventaja de esta pantalla es que funciona a 5V y permite aplicaciones gráficas que en una pantalla LCD normal no se puede conseguir, pues éstas están limitadas a mostrar caracteres, mientras que la GLCD no tiene limitación para dibujar en 2D.

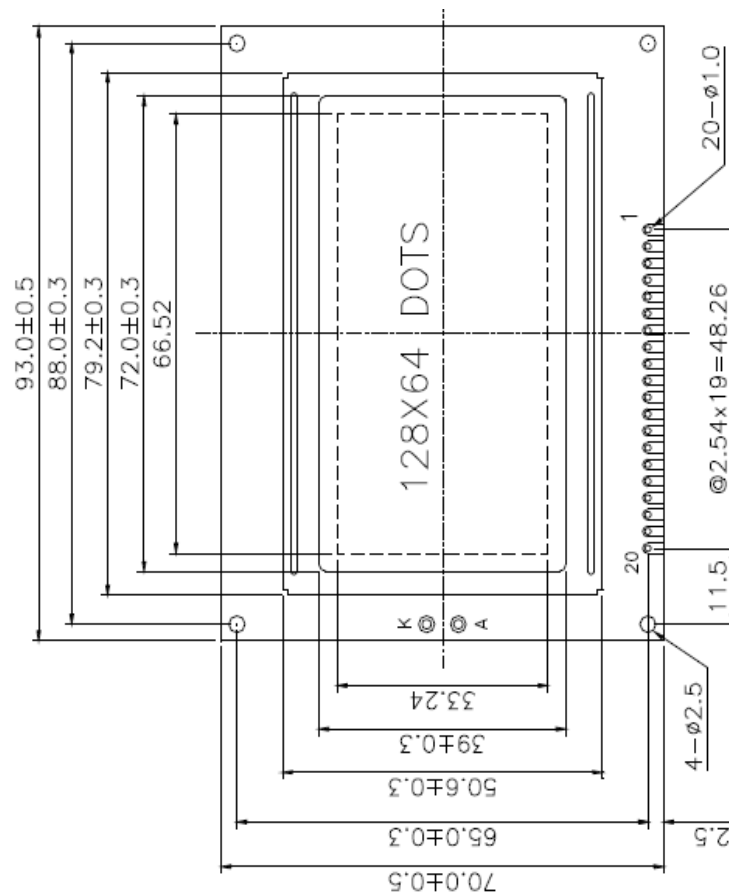


Figura 1.13: Diagrama de Pines GLCD KS0108

1.7.- INTERFACES ANALÓGICAS Y DIGITALES PARA ADQUISICIÓN DE DATOS¹²

1.7.1.- ADQUISICIÓN DE DATOS

La adquisición de datos o adquisición de señales, consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras electrónicas (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora o PAC. Se requiere una etapa

¹² Adquisición de datos, Wikipedia,
http://es.wikipedia.org/wiki/Adquisici%C3%B3n_de_datos

de acondicionamiento, que convierte la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ).

1.7.2.- PROCESO DE ADQUISICIÓN DE DATOS

A continuación se presenta las definiciones más comunes usadas para el proceso de adquisición de datos:

- **Dato:** Representación simbólica (numérica, alfabética...), atributo o característica de un valor. No tiene sentido en sí mismo, pero convenientemente tratado (procesado) se puede utilizar en la relación de cálculos o toma de decisiones.
- **Adquisición:** Recogida de un conjunto de variables físicas, conversión en voltaje y digitalización de manera que se puedan procesar en un ordenador.
- **Sistema:** Conjunto organizado de dispositivos que interactúan entre sí ofreciendo prestaciones más completas y de más alto nivel. Una vez que las señales eléctricas se transformaron en digitales, se envían a través del bus de datos a la memoria del PC. Una vez los datos están en memoria pueden procesarse con una aplicación adecuada, archivarlas en el disco duro, visualizarlas en la pantalla, etc.
- **Bit de resolución:** Número de bits que el convertidor analógico a digital (ADC) utiliza para representar una señal.
- **Rango:** Valores máximo y mínimo entre los que el sensor, instrumento o dispositivo funcionan bajo unas especificaciones.
- **Teorema de Nyquist:** Al muestrear una señal, la frecuencia de muestreo debe ser mayor que dos veces el ancho de banda de la señal de entrada ($f_{\text{muestreo}} \geq 2f_{\text{señal entrada}}$), para poder reconstruir la señal original de forma exacta a partir de sus muestras. En caso contrario, aparecerá el fenómeno del ALIASING que se

produce al infra-muestrear. Si la señal sufre Aliasing, es imposible recuperar el original. Velocidad de muestreo recomendada:

- 2*frecuencia mayor (medida de frecuencia)
- 10*frecuencia mayor (detalle de la forma de onda)

Los componentes de los sistemas de adquisición de datos, poseen sensores adecuados que convierten cualquier parámetro de medición de una señal eléctrica, que se adquiere por el hardware de adquisición de datos. Los datos adquiridos se visualizan, analizan, y almacenan en un ordenador, ya sea utilizando el proveedor de software suministrado u otro software. Los controles y visualizaciones se pueden desarrollar utilizando varios lenguajes de programación de propósito general como Visual Basic, C++, Fortran, Java, Lisp, Pascal. Los lenguajes especializados de programación utilizados para la adquisición de datos incluyen EPICS, utilizada en la construcción de grandes sistemas de adquisición de datos, LabVIEW, que ofrece un entorno gráfico de programación optimizado para la adquisición de datos, y MATLAB. Estos entornos de adquisición proporcionan un lenguaje de programación además de bibliotecas y herramientas para la adquisición de datos y posterior análisis.

De la misma manera que se toma una señal eléctrica y se transforma en una digital para enviarla al ordenador, se puede también tomar una señal digital o binaria y convertirla en una eléctrica. En este caso el elemento que hace la transformación es una tarjeta o módulo de Adquisición de Datos de salida, o tarjeta de control. La señal dentro de la memoria del PC la genera un programa adecuado a las aplicaciones que quiere el usuario y, luego de procesarla, es recibida por mecanismos que ejecutan movimientos mecánicos, a través de servomecanismos, que también son del tipo transductores.

Un sistema típico de adquisición utiliza sensores, transductores, amplificadores, convertidores analógico - digital (A/D) y digital - analógico (D/A), para procesar información acerca de un sistema físico de forma digitalizada.

1.7.3.- MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE DATOS

La adquisición de datos se inicia con el fenómeno físico o la propiedad física de un objeto (objeto de la investigación) que se desea medir. Esta propiedad física o fenómeno podría ser el cambio de temperatura o la temperatura de una habitación, la intensidad o intensidad del cambio de una fuente de luz, la presión dentro de una cámara, la fuerza aplicada a un objeto, o muchas otras cosas. Un eficaz sistema de adquisición de datos puede medir todas estas diferentes propiedades o fenómenos.

Un sensor es un dispositivo que convierte una propiedad física o fenómeno en una señal eléctrica correspondiente medible, tal como tensión, corriente, el cambio en los valores de resistencia o condensador, etc. La capacidad de un sistema de adquisición de datos para medir los distintos fenómenos depende de los transductores para convertir las señales de los fenómenos físicos mensurables en la adquisición de datos por hardware. Transductores son sinónimo de sensores en sistemas de DAQ. Hay transductores específicos para diferentes aplicaciones, como la medición de la temperatura, la presión, o flujo de fluidos. DAQ también despliega diversas técnicas de acondicionamiento de Señales para modificar adecuadamente diferentes señales eléctricas en tensión, que luego pueden ser digitalizados usando CED.

Las señales pueden ser digitales (también llamada señales de la lógica) o analógicas en función del transductor utilizado.

El acondicionamiento de señales suele ser necesario si la señal desde el transductor no es adecuado para la DAQ hardware que se utiliza. La señal puede ser amplificada o atenuada, o puede requerir de filtrado, o un cierre patronal, en el amplificador se incluye para realizar demodulación. Varios otros ejemplos de acondicionamiento de señales podría ser el puente de conclusión, la prestación actual de tensión o excitación al sensor, el aislamiento, linealización, etc. Este pre-tratamiento de la señal normalmente lo realiza un pequeño módulo acoplado al transductor.

DAQ hardware son por lo general las interfaces entre la señal y un PC. Podría ser en forma de módulos que pueden ser conectados a la computadora de los puertos (paralelo, serie, USB, etc.) o ranuras de las tarjetas conectadas a (PCI, ISA) en la

placa madre. Por lo general, el espacio en la parte posterior de una tarjeta PCI es demasiado pequeño para todas las conexiones necesarias, de modo que una ruptura de caja externa es obligatoria. El cable entre este recuadro y el PC es costoso debido a los numerosos alambres y el blindaje necesario, y porque es difícil su adquisición. Las tarjetas DAQ a menudo contienen múltiples componentes (multiplexores, ADC, DAC, TTL-IO, temporizadores de alta velocidad, memoria RAM). Estos son accesibles a través de un bus por un microcontrolador, que puede ejecutar pequeños programas. El controlador es más flexible que una unidad lógica dura cableada, pero más barato que una CPU de modo que es correcto para bloquear con simples bucles de preguntas. Driver software normalmente viene con el hardware DAQ o de otros proveedores, y permite que el sistema operativo pueda reconocer el hardware DAQ y dar así a los programas acceso a las señales de lectura por el hardware DAQ.

Existen algunos sistemas de Adquisición y control:

- DAQ para recoger datos (datalogger) medioambientales (energías renovables e ingeniería verde).
- DAQ para audio y vibraciones (mantenimiento, test).
- DAQ + control de movimiento (corte con laser).
- DAQ + control de movimiento+ visión artificial (robots modernos).

1.7.4.- TIEMPO DE CONVERSIÓN

Es el tiempo que tarda en realizar una medida el convertidor en concreto, y dependerá de la tecnología de medida empleada. Evidentemente el tiempo de conversión da una cota máxima de la frecuencia de la señal a medir.

Este tiempo se mide como el transcurrido desde que el convertidor recibe una señal de inicio de "conversión" (normalmente llamada SOC, Start of Conversión) hasta que en la salida aparece un dato válido. Para que se tenga constancia de un dato válido se tiene dos caminos:

- Esperar el tiempo de conversión máximo que aparece en la hoja de características.
- Esperar a que el convertidor nos envíe una señal de fin de conversión.

Si no se respeta el tiempo de conversión, en la salida se tendrá un valor, que dependiendo de la constitución del convertidor será:

- Un valor aleatorio, como consecuencia de la conversión en curso
- El resultado de la última conversión
- La etapa de acondicionamiento de la señal

Con más detalle, en una etapa de acondicionamiento se puede encontrar estas etapas, aunque no todas están siempre presentes:

- **Amplificación** Es el tipo más común de acondicionamiento. Para conseguir la mayor precisión posible la señal de entrada deber ser amplificada de modo que su máximo nivel coincida con la máxima tensión que el convertidor pueda leer.

- **Aislamiento** - Otra aplicación habitual en el acondicionamiento de la señal es el aislamiento eléctrico entre el transductor y el ordenador, para proteger al mismo de transitorios de alta tensión que puedan dañarlo. Un motivo adicional para usar aislamiento es el garantizar que las lecturas del convertidor no son afectadas por diferencias en el potencial de masa o por tensiones en modo común.

Cuando el sistema de adquisición y la señal a medir están ambas referidas a masa pueden aparecer problemas si hay una diferencia de potencial entre ambas masas, apareciendo un "bucle de masa", que puede devolver resultados erróneos.

- **Multiplexado** - El multiplexado es la conmutación de las entradas del convertidor, de modo que con un sólo convertidor se puede medir los datos de diferentes canales de entrada. Puesto que el mismo convertidor está midiendo diferentes canales, su frecuencia máxima de conversión será la original dividida por el número de canales muestreados. Se aconseja que los multiplexores se utilicen antes del conversor y después del acondicionamiento de la señal, ya que de esta manera no molestará a los aislantes que puede existir.

- **Filtrado** - El fin del filtro es eliminar las señales no deseadas de la señal que se observa. Por ejemplo, en las señales cuasi-continuas, (como la temperatura) se usa un filtro de ruido de unos 4 Hz, que eliminará interferencias, incluidos los 50/60 Hz de la red eléctrica.

Las señales alternas, tales como la vibración, necesitan un tipo distinto de filtro, conocido como filtro antialiasing, que es un filtro pasabajo pero con un corte muy brusco, que elimina totalmente las señales de mayor frecuencia que la máxima a medir, ya que se si no se eliminasen aparecerían superpuestas a la señal medida, con el consiguiente error.

- **Excitación** - La etapa de acondicionamiento de señal a veces genera excitación para algunos transductores, como por ejemplos las galgas "extensométricas", "termistores" o "RTD", que necesitan de la misma, bien por su constitución interna, (como el termistor, que es una resistencia variable con la temperatura) o bien por la configuración en que se conectan (como el caso de las galgas, que se suelen montar en un puente de Wheatstone).

- **Linealización** - Muchos transductores, como los termopares, presentan una respuesta no lineal ante cambios lineales en los parámetros que están siendo medidos. Aunque la linealización puede realizarse mediante métodos numéricos en el sistema de adquisición de datos, suele ser una buena idea el hacer esta corrección mediante circuitería externa.

Por ejemplo, a veces el sistema de adquisición es parte de un sistema de control, y por tanto la información recibida se procesa para obtener una serie de señales de control. En la Figura 1.14 se visualiza los bloques que componen un sistema de adquisición de datos:

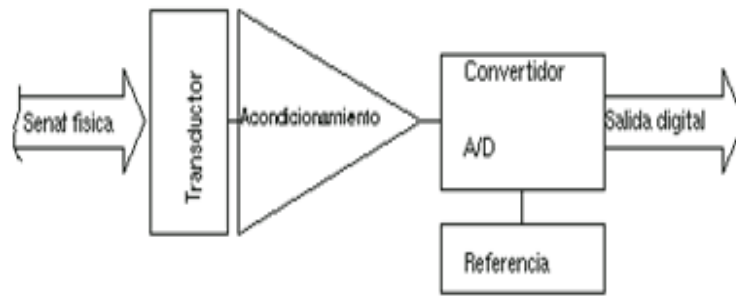


Figura 1.14: Bloques que componen sistema de adquisición de datos

Según la Figura 1.14, los bloques principales son:

- Transductor
- El acondicionamiento de señal
- El convertidor analógico-digital
- La etapa de salida (interfaz con la lógica)
- El transductor es un elemento que convierte la magnitud física que se va a medir en una señal de salida (normalmente tensión o corriente) que puede ser procesada por el sistema. Salvo que la señal de entrada sea eléctrica, se puede decir que el transductor es un elemento que convierte energía de un tipo en otro. Por tanto, el transductor debe tomar poca energía del sistema bajo observación, para no alterar la medida.
- El acondicionamiento de señal es la etapa encargada de filtrar y adaptar la señal proveniente del transductor a la entrada del convertidor analógico / digital. Esta adaptación suele ser doble y se encarga de:
 - Adaptar el rango de salida del transductor al rango de entrada del convertidor. (Normalmente en tensión).
 - Acoplar la impedancia de salida de uno con la impedancia de entrada del otro.

La adaptación entre los rangos de salida del transductor y el de entrada del convertidor tiene como objetivo el aprovechar el margen dinámico del

convertidor, de modo que la máxima señal de entrada debe coincidir con la máxima que el convertidor (pero no con la máxima tensión admisible, ya que para ésta entran en funcionamiento las redes de protección que el convertidor lleva integrada).

Por otro lado, la adaptación de impedancias es imprescindible ya que los transductores presentan una salida de alta impedancia, que normalmente no puede excitar la entrada de un convertidor, cuya impedancia típica suele estar entre 1 y 10 k Ω .

- El convertidor analógico/digital es un sistema que presenta en su salida una señal digital a partir de una señal analógica de entrada, (normalmente de tensión) realizando las funciones de cuantificación y codificación.

La cuantificación implica la división del rango continuo de entrada en una serie de pasos, de modo que para infinitos valores de la entrada la salida sólo puede presentar una serie determinada de valores. Por tanto la cuantificación implica una pérdida de información que no se puede olvidar.

La codificación es el paso por el cual la señal digital se ofrece según un determinado código binario, de modo que las etapas posteriores al convertidor puedan leer estos datos adecuadamente. Este paso hay que tenerlo siempre en cuenta, ya que puede hacer que se obtenga datos erróneos, sobre todo cuando el sistema admite señales positivas y negativas con respecto a masa, momento en el cual la salida binaria del convertidor da tanto la magnitud como el signo de la tensión que ha sido medida.

- La etapa de salida es el conjunto de elementos que permiten conectar el sistema de adquisición de datos con el resto del equipo, y puede ser desde una serie de buffers digitales incluidos en el circuito convertidor, hasta un interfaz RS-232, RS-485 o Ethernet para conectar a un ordenador o estación de trabajo, en el caso de sistemas de adquisición de datos comerciales.

1.7.5.- VENTAJAS DE USAR INTERFACES ANALÓGICAS Y DIGITALES PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS.

Flexibilidad de procesamiento, posibilidad de realizar las tareas en tiempo real o en análisis posteriores (a fin de analizar los posibles errores), gran capacidad de almacenamiento, rápido acceso a la información y toma de decisión, se adquieren gran cantidad de datos para poder analizar, posibilidad de emular una gran cantidad de dispositivos de medición y activar varios instrumentos al mismo tiempo, facilidad de automatización, etc.

Se utiliza en la industria, la investigación científica, el control de máquinas y de producción, la detección de fallas y el control de calidad entre otras aplicaciones.

A continuación se presenta un análisis de un sistema de adquisición de señales:

Se tiene 300 señales a monitorizar. Todas ellas de 4 bytes y se desea guardar la información de todo el proceso cada segundo. ¿Qué capacidad ha de tener el disco duro del PC servidor para tener un histórico de todo un año?

$$300\text{segundos} * 4\text{bytes} = 1200\text{bytes} * \text{segundo}$$

$$3600 * 24 * 365 = 31536000$$

$$1200 * 31536000 = 37,8\text{GB}$$

Se debería tener una capacidad de 37,8 GB. Pero teniendo en cuenta que siempre se tiene que tener una copia de seguridad, esta capacidad se debe multiplicar por dos y el resultado será 75,7 GB.

1.8.- INTERFACES ELECTRÓNICAS DE POTENCIA

1.8.1.- EL TRANSISTOR DE POTENCIA¹³

El funcionamiento y utilización de los transistores de potencia es idéntico al de los transistores normales, teniendo como características especiales las altas tensiones e intensidades que tienen que soportar y, por tanto, las altas potencias a disipar.

¹³ Aguilar Peña Domingo, Transistores de potencia,
<http://www.pablin.com.ar/electron/cursos/trpot/index.htm>

Existen tres tipos de transistores de potencia:

- Bipolar.
- Unipolar o FET (Transistor de Efecto de Campo).
- IGBT.

Las características de estos tipos de transistores de potencia se encuentran detalladas en la Tabla 1.8.

Tabla 1.8. Comparación entre los transistores MOS y Bipolar

Parámetros	MOS	Bipolar
Impedancia de entrada	Alta (1010 ohmios)	Media (104 ohmios)
Ganancia en corriente	Alta (107)	Media (10-100)
Resistencia ON (saturación)	Media / alta	Baja
Resistencia OFF (corte)	Alta	Alta
Voltaje aplicable	Alto (1000 V)	Alto (1200 V)
Máxima temperatura de operación	Alta (200°C)	Media (150°C)
Frecuencia de trabajo	Alta (100-500 Khz)	Baja (10-80 Khz)
Coste	Alto	Medio

El transistor bipolar es el más común de los transistores, y como los diodos, puede ser de germanio o silicio

Existen dos tipos transistores: el NPN y el PNP, y la dirección del flujo de la corriente en cada caso, lo indica la flecha que se ve en la Figura 1.15 de cada tipo de transistor.

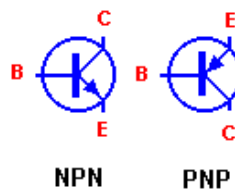


Figura 1.15: Transistor NPN y PNP

El transistor es un dispositivo de 3 patillas con los siguientes nombres: base (B), colector (C) y emisor (E), coincidiendo siempre, el emisor, con la patilla que tiene la flecha en el gráfico de transistor.

El transistor bipolar es un amplificador de corriente, esto quiere decir que si se introduce una cantidad de corriente por una de sus patillas (base), éste entregará por otra (emisor), una cantidad mayor a ésta, en un factor que se llama amplificación.

Este factor se llama β (beta) y es un dato propio de cada transistor.

Entonces:

- I_c (corriente que pasa por la patilla colector) es igual a β (factor de amplificación) por I_b (corriente que pasa por la patilla base).
- $I_c = \beta \times I_b$
- I_e (corriente que pasa por la patilla emisor) es del mismo valor que I_c , sólo que, la corriente en un caso entra al transistor y en el otro caso sale de él, o viceversa.

Según lo indicado anteriormente las corrientes no dependen del voltaje que alimenta el circuito (V_{cc}), pero en la realidad si lo hace y la corriente I_b cambia ligeramente cuando se cambia V_{cc} , como se observa en la Figura 1.16.

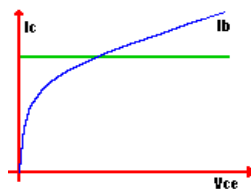


Figura 1.16: Corrientes del transistor

En la Figura 1.17 las corrientes de base (I_b) son ejemplos para poder entender que a más corriente la curva es más alta

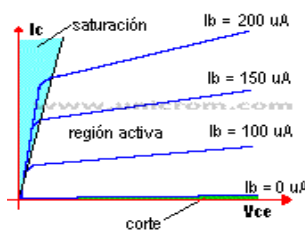


Figura 1.17: Curva característica del transistor NPN

1.8.2.- TRANSISTOR DARLINGTON

El transistor Darlington es un tipo especial de transistor que tiene una alta ganancia de corriente. Está compuesto internamente por dos transistores bipolares que se conectan en cascada. Según la Figura 1.18 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:

- Ecuación del primer transistor es: $IE1 = \beta_1 \times IB1$ Ec. 1.1

- Ecuación del segundo transistor es: $IE2 = \beta_2 \times IB2$ Ec. 1.2

Observando el gráfico, la corriente de emisor del transistor (T1) es la misma que la corriente de base del transistor T2. Entonces:

$$IE1 = IB2 \quad \text{Ec. 1.3}$$

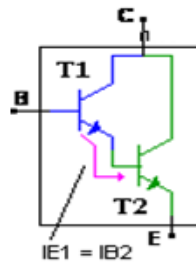


Figura 1.18: Estructura del Transistor Darlington

Entonces utilizando la ecuación (1.2) y la ecuación (1.3) se obtiene:

$$IE2 = \beta_2 \times IB2 = \beta_2 \times IE1 \quad \text{Ec. 1.4}$$

Reemplazando en la ecuación anterior el valor de $IE1$, se obtiene la ecuación final de ganancia del transistor Darlington.

$$IE2 = \beta_2 \times \beta_1 \times IB1 \quad \text{Ec. 1.5}$$

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 ganancias se multiplican).

Si se tuvieran dos transistores con ganancia 100 ($\beta = 100$) conectados como un transistor Darlington y se utilizara la ecuación anterior, la ganancia sería, en teoría: $\beta_2 \times \beta_1 = 100 \times 100 = 10000$. Como se ve es una ganancia muy grande. En la realidad la ganancia es menor.

Se utilizan ampliamente en circuitos en donde es necesario controlar cargas grandes con corrientes muy pequeñas.

Cabe destacar 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).

1.8.3.- ARREGLO DE DARLINGTON ULN2003¹⁴

Debido a la pequeña potencia que suministran los microcontroladores, sólo se puede hacer funcionar directamente unos LED y poco más. Por este motivo es necesario amplificar las salidas en función de las cargas que se vaya a controlar. Un método sencillo y económico es emplear el integrado ULN2003A, que es un conjunto de Darlington (darlington array) montados en un chip con el que se puede controlar cargas de hasta medio amperio. El chip lleva diodos de protección contra las sobretensiones producidas por cargas inductivas. Esto lo hace ideal para gobernar relés.

Las características del integrado ULN2003A son:

- Intensidad por canal = 500mA
- Tensión máxima de alimentación = 50 v
- Protección interna contra sobretensiones producidas por cargas inductivas
- Señal mínima de entrada = 2 v

¹⁴Amplificador de salidas con *ULN2003*
www.tecnologiaseso.es/.../AMPLIFICADOR%20DE%20SALIDAS.pdf

Los pares Darlington pueden colocarse en paralelo para gobernar cargas que consumen intensidades elevadas, como por ejemplo, pequeños motores.

Para la conexión del chip ULN2003A es necesario tener en cuenta que los terminales de salida de este chip conectan las cargas a masa cuando llega una señal positiva a las entradas adecuadas. Por este motivo, el terminal de la carga que no está conectado al chip ha de estar unido al borne positivo del generador. En la Figura 1.19 se observa cómo se conectaría un motor al canal superior (1, 16). También se puede observar que pueden existir dos alimentaciones unidas por masa. En este ejemplo, el pulsador es el encargado de dar la señal de control al pin 1, para que el pin 16 se ponga a 0 voltios y quede conectado el motor.

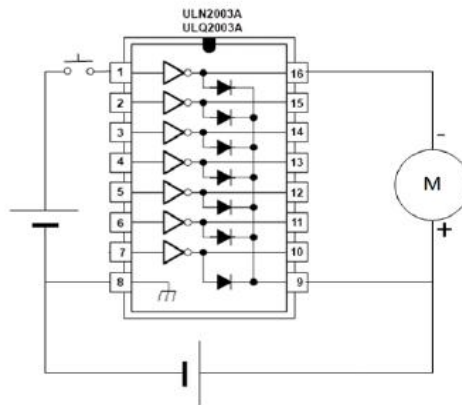


Figura 1.19: Imagen del chip ULN2003A

A continuación en la Figura 1.20 se presenta el esquema interno del chip ULN2003A.

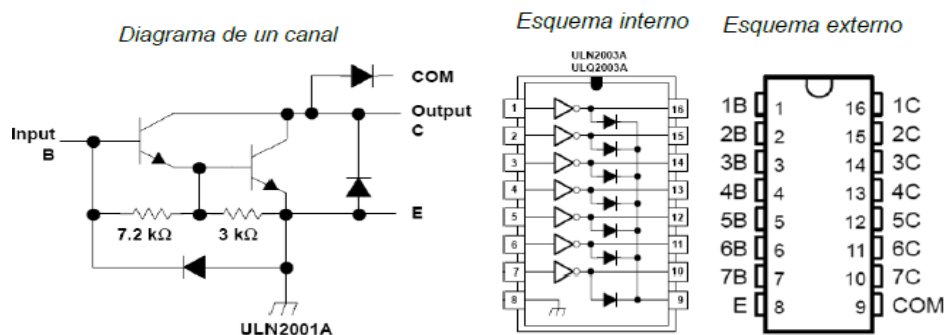


Figura 1.20: Esquema interno del chip ULN2003A

CAPÍTULO II

DELIMITACIÓN DE REQUISITOS DEL DISPOSITIVO

2.1.- JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER

En el campo de las tecnologías de autenticación biométrica, la lectura de huellas dactilares se consolida como un medio seguro, rápido y práctico para la acreditación de usuarios, eliminando los sistemas tradicionales de acceso como las llaves.

Con la utilización de los medios portátiles para almacenamiento de información como las memorias SMART MEDIA, MMC, COMPACT FLASH, MS, PRO, DUO Y SECURE DIGITAL; combinando estas dos tecnologías, y en base a la problemática citada, resulta indispensable el diseño de un sistema orientado al control de vehículos mediante la grabación de historiales de conducción y la administración de itinerarios.

El sistema propuesto poseerá horómetro, tacómetro, reloj calendario configurable, autenticador biométrico, lector de memorias SD, visualizador en pantalla gráfica, entre otras características.

El dispositivo se proyectará a grabar historiales de conducción, basados en valores peligrosos adquiridos por las variables del motor. Permitirá además la descarga de mencionados historiales en memorias SD, así como también la identificación de los usuarios y la administración de su acceso en función de la hora y fecha. Una característica adicional será la de bloquear al vehículo en días de descanso y feriados (orientado para automotores estatales).

El diseño y construcción de este sistema se basa en conocimientos, habilidades, capacidades, destrezas y aptitudes, vinculadas a nuestra competencia profesional.

Se desea realizar un equipo con índice costo – beneficio aceptable, vida útil larga y mantenimiento barato.

2.2.- OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Diseñar un sistema de control e historial de conducción y administración de itinerarios en vehículos automotrices de servicio público y privado

2.3.- DESCRIPCIÓN GENERAL

El dispositivo es un sistema digital para grabación de historiales de conducción y administración de itinerarios de funcionamiento en vehículos.

El sistema posee varios mecanismos que le permiten:

- Sensar de manera precisa las variables implicadas en el funcionamiento seguro del motor.
- Grabar en memoria interna (memoria de los controladores) y externa (Secure Digital) el historial de datos obtenidos en las mediciones.
- Visualizar localmente y en tiempo real el valor de las variables sensadas.
- Manejar un reloj en tiempo real con margen de error mínimo.
- Administrar la alimentación del sistema de encendido y / o de alimentación de combustible (bloqueo).
- Proveer acceso al vehículo en función de la identificación biométrica de los usuarios y de la autorización de uso del automotor en determinadas horas y fechas.

- Calibrar las constantes de referencia mediante una interfaz amigable con el usuario.

2.4.- REQUISITOS DEL SISTEMA

Los requisitos que cumple el sistema se detallan teniendo en cuenta las condiciones del ambiente de trabajo, las especificaciones de potencia y las actividades que realiza.

2.4.1.- REQUISITOS EN BASE AL AMBIENTE DE TRABAJO

Los requisitos que cumple el proyecto desarrollado en base al ambiente de trabajo al que será sometido son:

- Impacto mínimo en los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo y motor.
- Capacidad de trabajo en severas temperaturas ambiente.
- Tolerancia a la vibración.
- Inmunidad a la interferencia electromagnética (EMI) producida por elementos del motor y vehículo.

2.4.2.- REQUISITOS EN BASE A ESPECIFICACIONES DE POTENCIA

Los requisitos que cumple el proyecto desarrollado en base a las especificaciones de potencia son:

- Protección contra conexión invertida y sobrevoltajes.
- Consumo de corriente reducido para disminuir la descarga del acumulador, al funcionar durante períodos largos de tiempo.
- Entrega suficiente de potencia por parte de los reguladores de voltaje, para permitir el funcionamiento de varios dispositivos electrónicos asociados al sistema.

- Manejo de potencia suficiente para asegurar fiabilidad en la administración del sistema de encendido y / o alimentación de combustible.

2.4.3.- REQUISITOS EN BASE AL DESEMPEÑO SOLICITADO

Los requisitos que cumple el proyecto desarrollado en base al desempeño óptimo que debe cumplir son:

- Vida útil larga con mantenimiento mínimo.
- Versatilidad en interfaces analógicas y digitales para permitir la medición de señales desde sensores del sistema o provenientes del tablero de instrumentos del vehículo, con ajustes mínimos en el hardware y firmware.
- Alta velocidad de adquisición, procesamiento y ejecución.
- Interfaz gráfica de tamaño adecuado que permita fácil interpretación del usuario.
- Margen de error mínimo en la lectura e interpretación de señales continuas y discretas.
- Exactitud en la base de tiempo utilizada para el reloj en tiempo real.
- Cantidad de memoria interna suficiente, para permitir la grabación de información de gran densidad correspondiente a los historiales de conducción.

2.5.- CONCEPCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

En el diagrama mostrado en la Figura 2.1 se puede observar la concepción básica del hardware, con bloques agrupados en subsistemas de acuerdo a las funciones generales: autenticación, sensado, procesamiento y configuración, almacenamiento de datos.

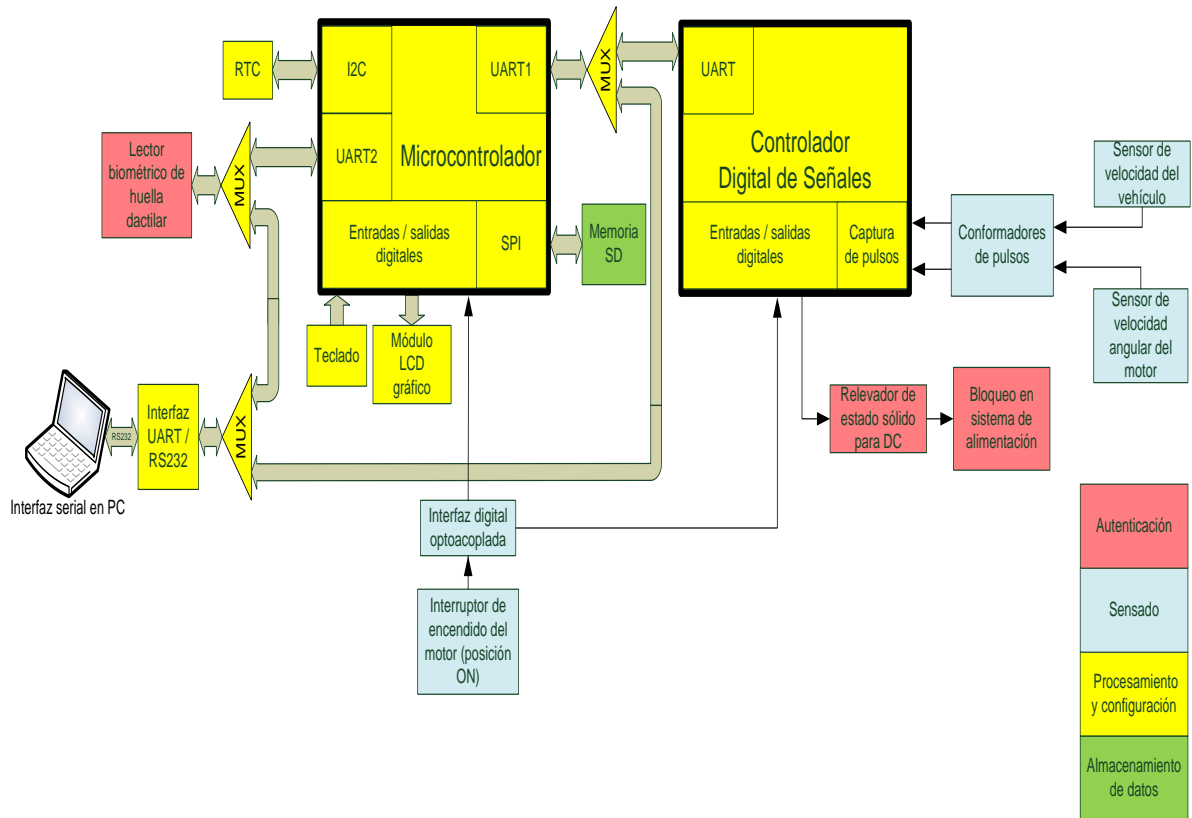


Figura 2.1: Diagrama de bloques del módulo para encendido temporizado de motores

2.5.1.- MECANISMO DE AUTENTICACIÓN

Consta básicamente de un lector biométrico de huella dactilar, con procesador incorporado y comunicación RS232. El acceso a este dispositivo se hace a través de comunicación serial, mediante el envío y recepción de mensajes en ASCII (comandos AT). Este lector biométrico de huella dactilar, es capaz de recolectar y guardar las particulares impresiones del dedo. Simplemente se debe sostener el dedo en el escáner óptico, y el dispositivo emitirá un único ID para cada persona. La unidad incluye lector óptico, placa maestra controlador, y cable de cinta para conectar al controlador como se indica en la Figura 2.2 y Figura 2.3 respectivamente:

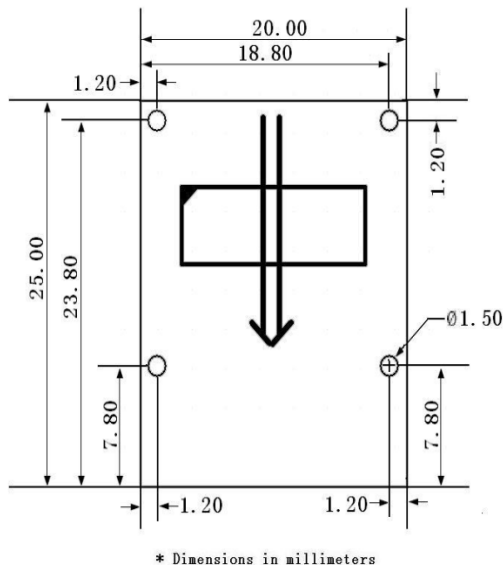


Figura 2.2: Lector Óptico

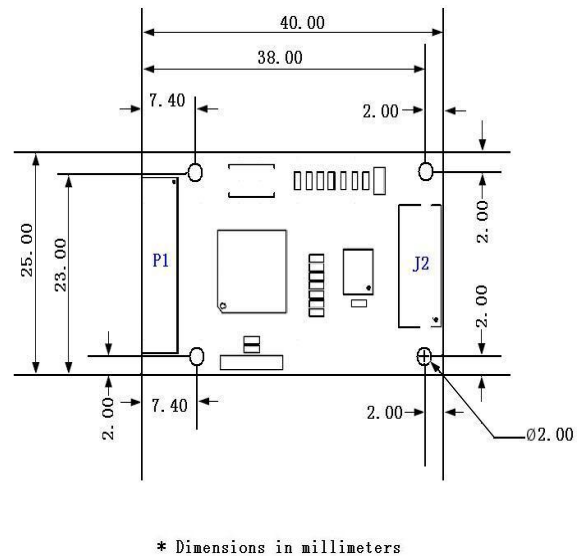


Figura 2.3: Placa maestra controlador

Según lo anterior, se puede indicar que los algoritmos de autenticación y la grabación y remoción de usuarios, son procesos realizados localmente por el lector. El sistema electrónico se limita a enviar órdenes hacia el módulo de lectura biométrica y recibir datos desde éste.

Como parte de la seguridad, el módulo posee un transistor de potencia con su correspondiente interfaz. Su función es transformar la salida digital proveniente del microcontrolador de configuración, en un suministro de corriente considerable.

Ésta permite realizar las siguientes funciones:

- Alimentar el sistema de encendido.
- Activar el relevador de la bomba de combustible.

2.5.2.- MECANISMO DE SENSADO

Para la adquisición de velocidad angular del motor que es el número de vueltas que el volante del motor gira en un minuto, el sistema posee una interfaz que puede omitir picos altos.

Además realiza la conformación de pulsos al transformar señales sinusoidales e impulsos, en señales digitales de amplitud 5V. Conjuntamente, posee alta impedancia de entrada y filtros pasabanda pasivos que eliminan componentes altas de frecuencia, inducidas por la conmutación de las bobinas.

En lo que respecta a la adquisición de la velocidad del vehículo, se toma señales cuadradas desde la PCM. El tratamiento de la señal se realiza mediante un circuito conformador de pulsos.

Por último, existe una señal lógica correspondiente a la posición de la llave en el arnés de encendido. Se verifica mediante un optoacoplador que transforma señales de 0 ó 12V no regulados, en sus correspondientes niveles TTL, con la ventaja de aislar eléctricamente los dos tipos de voltajes.

2.5.3.- MECANISMO DE PROCESAMIENTO Y CONFIGURACIÓN

Aquí, dos controladores realizan funciones diferenciadas. Utilizan comunicación UART para compartir datos necesarios en el funcionamiento del sistema. Existen multiplexores para intercambiar comunicación entre los distintos sistemas cuando se requiera.

2.5.3.1.- Función de procesamiento

El controlador digital de señales, digitaliza la información proveniente del motor y del vehículo, y la envía hacia el microcontrolador de configuración. Posee el hardware y firmware necesarios para realizar las siguientes funciones:

- Medir la frecuencia de señales pulsantes por el método de ancho de pulso
- Enviar las variables medidas hacia el controlador de configuración, mediante comunicación serial.

2.5.3.2.- Función de configuración

El microcontrolador, se convierte en el eslabón que permite al usuario configurar parámetros de seguridad y hora del sistema. Entre sus funciones se encuentran:

- Generar el RTC (reloj en tiempo real) mediante programa, tomando la base de tiempo de 32.768Khz para su contador asincrónico.
- Manejar el teclado de configuración.
- Emular un menú de configuración para facilitar al usuario la calibración de parámetros.
- Enviar las constantes ajustadas por el usuario hacia el controlador de procesamiento, vía UART.
- Recibir las variables medidas por el controlador de procesamiento.
- Convertir los valores numéricos en caracteres ASCII y representaciones gráficas, para enviarlos al visualizador gráfico.
- Guardar las variables recibidas en memoria interna, luego de compararlas con constantes previamente calibradas por el usuario.
- Establecer comunicación serial con la memoria SD, para leer y guardar la información obtenida en el muestreo de variables.

2.5.3.3.- Función de visualización

Esta función se realiza por un módulo GLCD, el cual permite visualizar (en caracteres alfanuméricos y de manera gráfica), los valores de todas las variables que han sido digitalizadas. Aquí, el usuario observa el resultado del proceso de monitoreo digital.

La unidad incluye una pantalla gráfica tal como se observa en la Figura 2.4, y una placa maestra mostrada en la Figura 2.5.

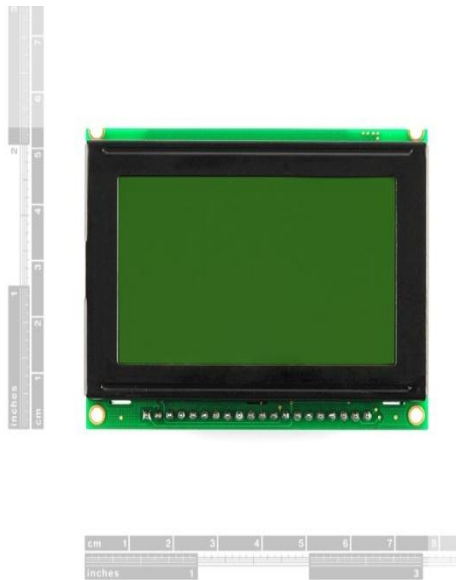


Figura 2.4: Pantalla gráfica

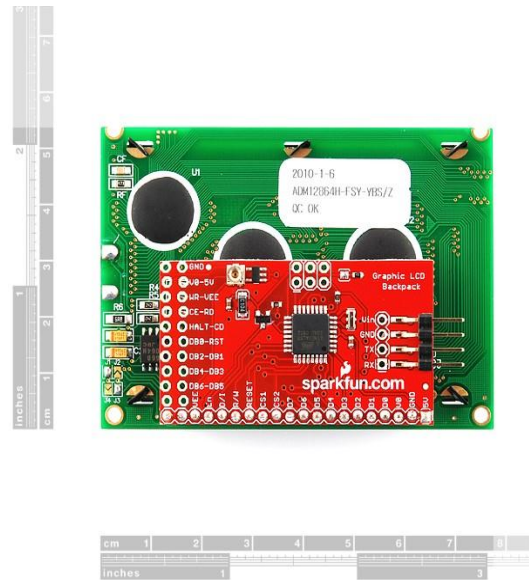


Figura 2.5: Placa maestra

2.5.4.- MECANISMO DE ALMACENAMIENTO DE DATOS

El mecanismo comprende la memoria externa SD y la interfaz utilizada para enviar y recibir datos vía protocolo de comunicación SPI. El hardware de esta

interfaz se basa en divisores de voltaje, y ofrece compatibilidad entre el sistema electrónico que funciona con 5V y la memoria SD que utiliza 3.3V.

La interfaz SPI (Serial Peripheral Interface Bus o bus serial de interfaz de periféricos), consta de cuatro señales básicas: MOSI (Master Output/Slave Input), MISO (Master Input/Slave Output), SCLK (Serial Clock), SS (Slave Selector). Los datos se transfieren en forma serial y están sincronizados por la señal de reloj (SCLK) proporcionada por el microcontrolador. Siempre se transmite el bit más significativo primero.

Una comunicación se establece cuando el microcontrolador advierte al controlador digital de señales activando la señal SS que le corresponde. Luego de hacer esto la información puede ser enviada hacia el controlador digital de señales a través de la señal MOSI. A su vez el controlador digital de señales puede enviarle información al microcontrolador por la señal MISO, pero solo cuando el anterior desee hacer una transferencia.

Se puede elegir la fase y el flanco activo de la señal de reloj que sincroniza las transferencias.

Entonces, se cierra el circuito del divisor de voltaje formado por la resistencia de $10K\Omega$ y la de 100Ω . La constante del divisor es de 0.0099, lo que se traduce en un voltaje tendiente a cero en la compuerta del MOSFET, sin importar el voltaje de alimentación. Esto provoca que el transistor de potencia conduzca.

Con la ecuación 3.1 se calcula el voltaje obtenido en la compuerta del MOSFET, para una alimentación de 12V y una caída de voltaje nominal de 0.7V entre emisor y colector de cada transistor del ULN2003 (V_{CE}).

$$V_{GS} = (V_{entrada} - V_{CE}) \cdot \frac{R_{13}}{R_{13} + R_{14}} \quad \text{Ec. 3.1}$$

$$V_{GS} = (12 - 0.7)V \cdot \frac{100\Omega}{100\Omega + 10K\Omega} = 0.111V$$

Cuando la salida del microcontrolador se pone en bajo, el transistor NPN no conduce y por lo tanto, la resistencia de 100Ω se pone en circuito abierto. Así, la resistencia de $10K\Omega$ asegura un voltaje igual al de la fuente, lo que provoca que el MOSFET no conduzca.

Es importante aclarar que el MOSFET canal P normalmente se maneja con circuitos integrados que proporcionan voltaje negativo. La interfaz descrita tiene un desempeño aceptable, ya que en la práctica logra obtener 4A en el drenaje de este semiconductor.

Si bien las interfaces proporcionan corriente aceptable, se usan únicamente para activar las bobinas de los relevadores electromecánicos. Esto se debe a que no es aconsejable que un semiconductor permanezca largos períodos de tiempo suministrando potencia considerable. La corriente nominal de consumo de un relé es de 150mA versus los 4A que podría suministrar cada IRF9530.

3.1.2.- SUBSISTEMA DE SENSADO

3.1.2.1.- Sensor de Velocidad angular

Para este motor en particular, con encendido DIS de chispa desperdiciada, se toma la señal desde la salida para tacómetro del PCM. En la Figura 3.3 se muestra la conexión del sensor de velocidad angular.

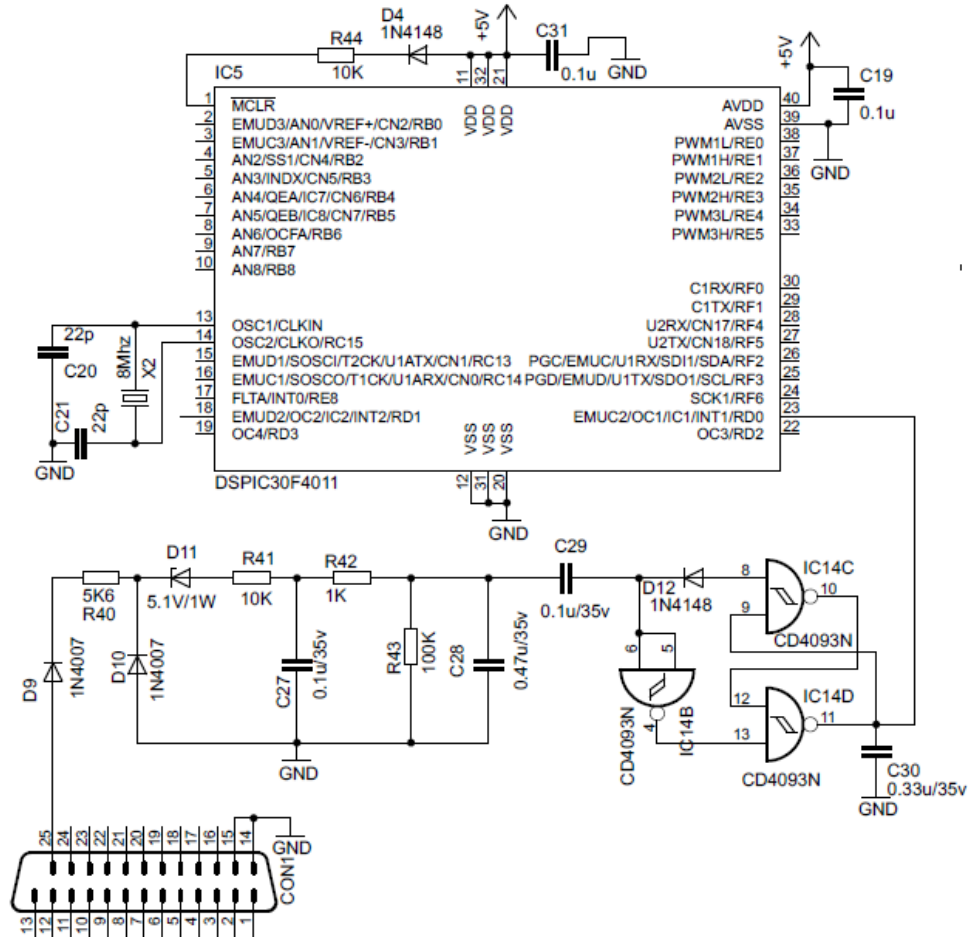


Figura 3.3: Conexión del sensor de velocidad angular

En la señal que emite el sensor de revoluciones existen 2 consideraciones: La primera es que a mayor distancia entre el sensor y la rueda dentada la frecuencia de la onda aumentará, y el circuito está diseñado para que se coloque primero el sensor a una distancia determinada y luego se configure la señal de entrada al sistema. Y la segunda es que a más revoluciones del motor, la frecuencia de la señal aumentará; para lo cual existe el módulo CCP dentro del DSC (Controlador digital de señales) para medir el ancho de pulso; esto se logra después de que la señal sea tratada y convertida en una señal cuadrada.

3.1.2.2.- Sensor de velocidad lineal

Para la determinación de esta variable se utiliza el mismo circuito diseñado para la lectura de velocidad angular del motor. La diferencia marcada con el anterior circuito se encuentra en que esta señal es tomada del DSC, mide el ancho de pulso a través del módulo CCP.

En la figura 3.4 se muestra la conexión del sensor de velocidad lineal.

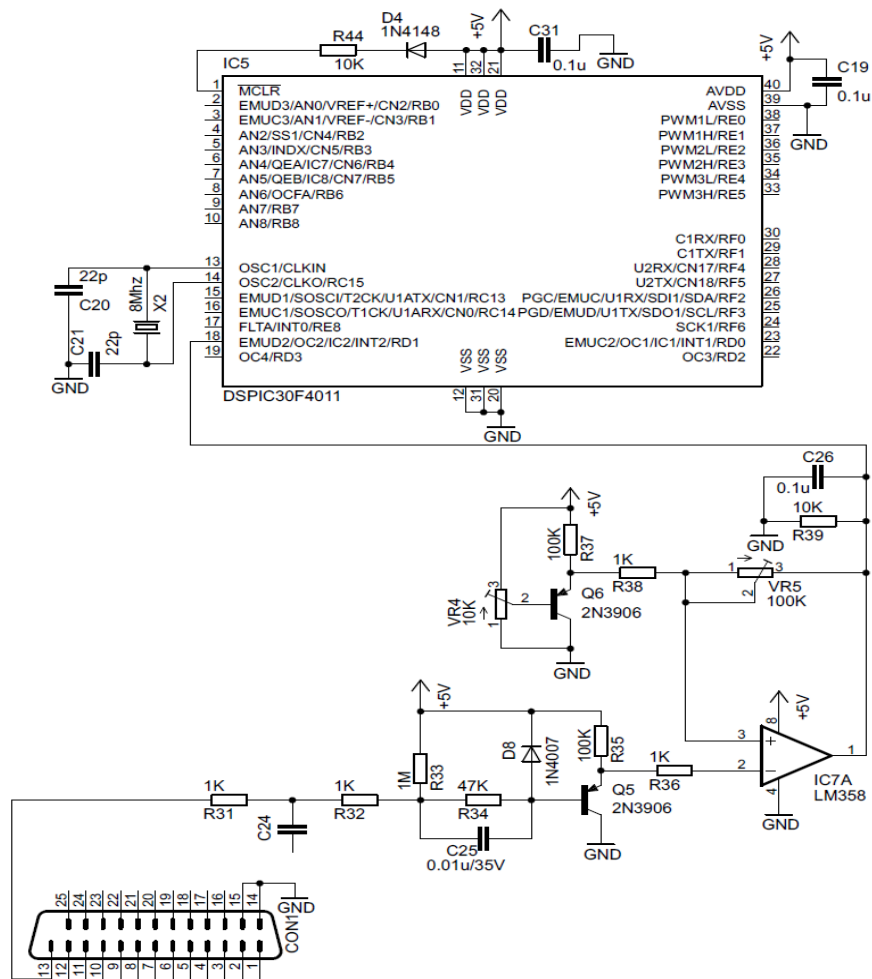


Figura 3.4: Conexión del sensor de velocidad lineal

A continuación en la Figura 3.5 se observa la conexión del optoacoplador usado.

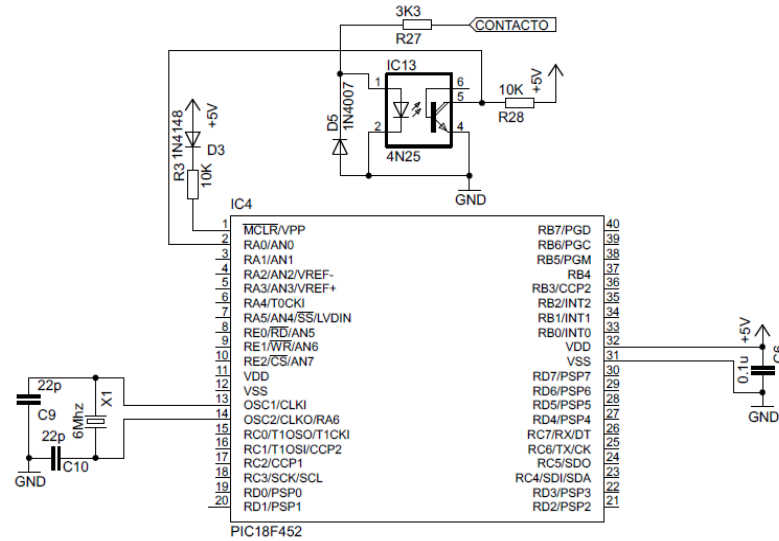


Figura 3.5: Conexión del optoacoplador

3.1.3.- SUBSISTEMA DE PROCESAMIENTO Y CONFIGURACIÓN

3.1.3.1.- Microcontrolador PIC18F452

El PIC18F452 se encarga del procesamiento de la información, al adquirir todos los datos de las variables externas, manipularlos y entregarlos de forma adecuada para la visualización y envío remoto de comandos. En la Figura 3.6 se muestra la conexión del microcontrolador.

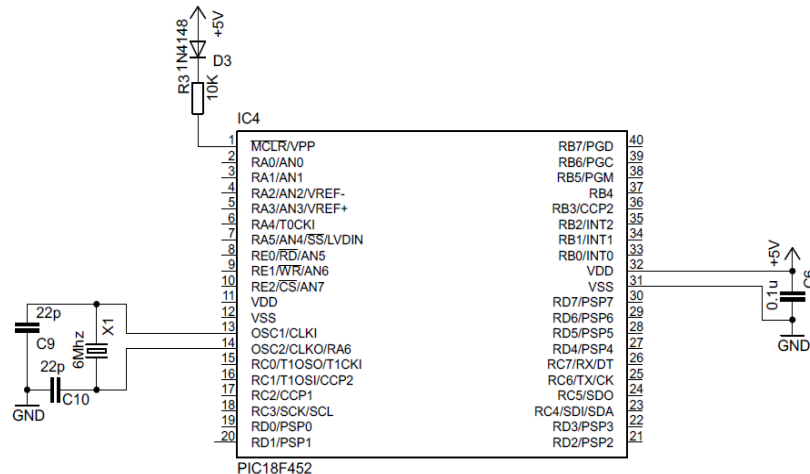


Figura 3.6: Conexión del microcontrolador

3.1.3.1.1.- Conexión del Microcontrolador PIC18F452¹⁶

La Tabla 3.1 resume el destino de conexión de cada uno de los pines del microcontrolador. Define además si son entradas o salidas, y en el caso de ser entradas, si éstas son análogas o digitales.

Tabla 3.1. Configuración de puertos del microcontrolador

	NOMBRE	PIN	E/S	A/D	FUNCIÓN / OBSERVACIÓN
PORTA	RA0/AN0	2	E	D	CONTACTO
	RA1/AN1	3	E	D	BOTON 1 DE CONFIGURACION
	RA2/AN2	4	E	D	BOTON 2 DE CONFIGURACION
	RA3/AN3	5	S	D	CONTROL RELE 1
	RA4/T0CKI	6	S	D	CONTROL RELE 2
	RA5/AN4	7	S	D	CONTROL 1 MULTIPLEXOR
PORTB	RB0/INT0	33	S	D	TRANSMISOR UART SOFTWARE
	RB1/INT1	34	E	D	RECEPTOR UART SOFTWARE
	RB2/INT2	35	S	D	RS DE GLCD
	RB3/CCP2	36	S	D	RW DE GLCD
	RB4	37	S	D	E DE GLCD
	RB5/PGM	38	S	D	CS1 DE GLCD
	RB6/PGC	39	S	D	CS2 DE GLCD
	RB7/PGD	40	S	D	RESET DE GLCD
PORTC	RC0/T1OSO	15	E/S	D	LINEA DE DATOS RTC
	RC1/T1OSI/CCP2	16	S	D	LINEA DE RELOJ
	RC2/CCP1	17	S	D	CS DE MEMORIA SD
	RC3/SCK/SCL	18	S	D	SCK MEMORIA SD
	RC4/SDI/SDA	23	E	D	DOUT DE MEMORIA SD

¹⁶ PIC 18F452, Datasheet, <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en010296>

	RC5/SDO	24	S	D	DIN DE MEMORIA SD
	RC6/TX/CK	25	S	D	TRANSMISOR UART HARDWARE
	RC7/RX/DT	26	E	D	RECEPTOR UART HARDWARE
PORTD	RD0/PSP0	19	S	D	DB0 DE GLCD
	RD1/PSP1	20	S	D	DB1 DE GLCD
	RD2/PSP2	21	S	D	DB2 DE GLCD
	RD3/PSP3	22	S	D	DB3 DE GLCD
	RD4/PSP4	27	S	D	DB4 DE GLCD
	RD5/PSP5	28	S	D	DB5 DE GLCD
	RD6/PSP6	29	S	D	DB6 DE GLCD
	RD7/PSP7	30	S	D	DB7 DE GLCD
PORTE	RE0/AN5	8	S	D	CONTROL BACKLIGHT DE GLCD
	RE1/AN6	9	S	D	CONTROL RELE DE BOMBA
	RE2/AN7	10	S	D	ALIMENTACIÓN BIOMETRICO

3.1.3.2.- Controlador Digital de Señales (DSC) DSPIC30F4011

El controlador digital de señales es el encargado de captar las señales provenientes de los sensores y procesarlas para que puedan ser integradas al sistema y luego interpretadas. Dentro del DSC existen varios módulos: CCP, Conversor análogo digital y UART. El módulo Captador y comparador de pulsos (CCP) mide el tiempo de un pulso, el módulo conversor análogo digital convierte una señal análoga en digital y el módulo UART es un módulo de comunicación (receptor – transmisor). En la Figura 3.7 se muestra la conexión del DSC.

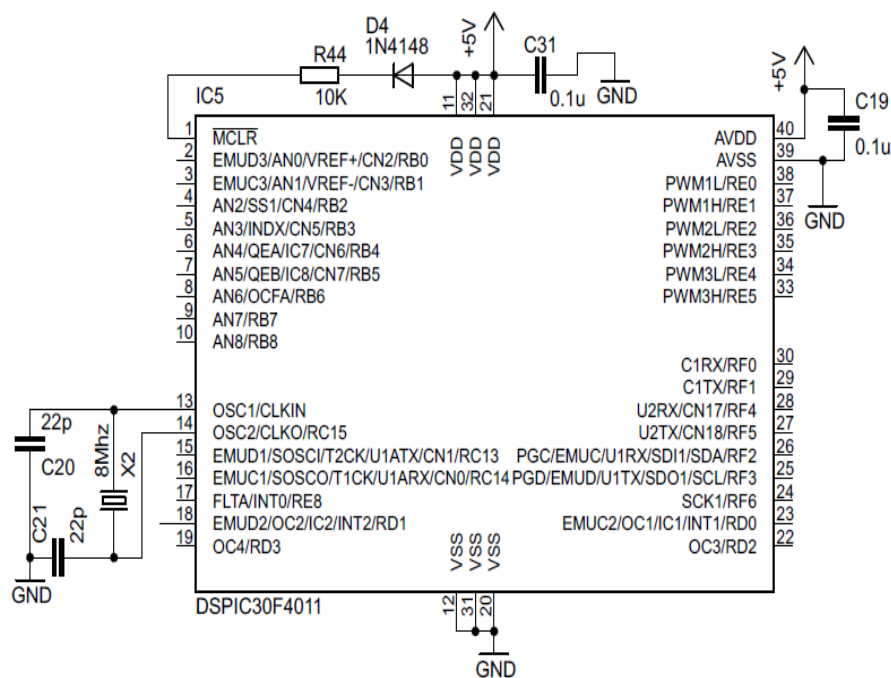


Figura 3.7: Conexión del DSPIC.

3.1.3.2.1.- Conexión del DSPIC

La Tabla 3.2 resume el destino de conexión de cada uno de los pines del DSPIC. Define además si son entradas o salidas, y en el caso de ser entradas, si éstas son análogas o digitales.

Tabla 3.2. Configuración de puertos del controlador de procesamiento

CONFIGURACIÓN DE PUERTOS DEL DSPIC30F4011					
	NOMBRE	PIN	E/S	A/D	FUNCIÓN / OBSERVACIÓN
PORTB	RB0/AN0	2	E	A	-
	RB1/AN1	3	-	-	-
	RB2/AN2	4	-	-	-
	RB3/AN3	5	-	-	-
	RB4/AN4	6	-	-	-
	RB5/AN5	7	-	-	-
	RB6/AN6	8	-	-	-
	RB7/AN7	9	-	-	-
	RB8/AN8	10	E	D	CONTACTO (LLAVE INSERTADA)

PORTC	RC13/CN1	15	-	-	-
	RC14/CN0	16	-	-	-
	RC15/OSC2	14	-	-	-
PORTD	RD0/IC1	23	E	D	SENSOR RPM
	RD1/OC2	18	E	D	SENSOR KPH
	RD2/OC3	22	-	-	-
	RD3/OC4	19	-	-	-
PORTE	RE0/PWM1L	38	-	-	-
	RE1/PWM1H	37	-	-	-
	RE2/PWM2L	36	-	-	-
	RE3/PWM2H	35	-	-	-
	RE4/PWM3L	34	-	-	-
	RE5/PWM3H	33	-	-	-
	RE8/INT0	17	-	-	-
PORTF	RF0	30	-	-	-
	RF1	29	-	-	-
	RF2	26	E	D	RECEPTOR MODULO UART
	RF3	25	S	D	TRANSMISOR MODULO UART
	RF4	28	-	-	-
	RF5	27	-	-	-
	RF6	24	-	-	-

3.1.3.3.- Módulo LCD Gráfico KS108¹⁷

Es una pantalla gráfica la cual tiene una alimentación de 5V. El contraste no ha sido establecido mediante resistencias debido a que las pantallas a mayor temperatura pierden su capacidad de contraste y solo se las observa de color negro. Como el sistema estará dentro de un vehículo existirá el caso de que al vehículo se lo deje bajo el sol durante mucho tiempo, lo que causaría que la pantalla se ponga negra y no se pueda leer los datos; debido a esto se instaló un potenciómetro para controlar el contraste a cualquier temperatura.

¹⁷ GLCD KS 108, Datasheet, <http://www.datasheetsite.com/datasheet/KS0108>

En la Figura 3.8 se muestra la conexión de la pantalla GLCD.

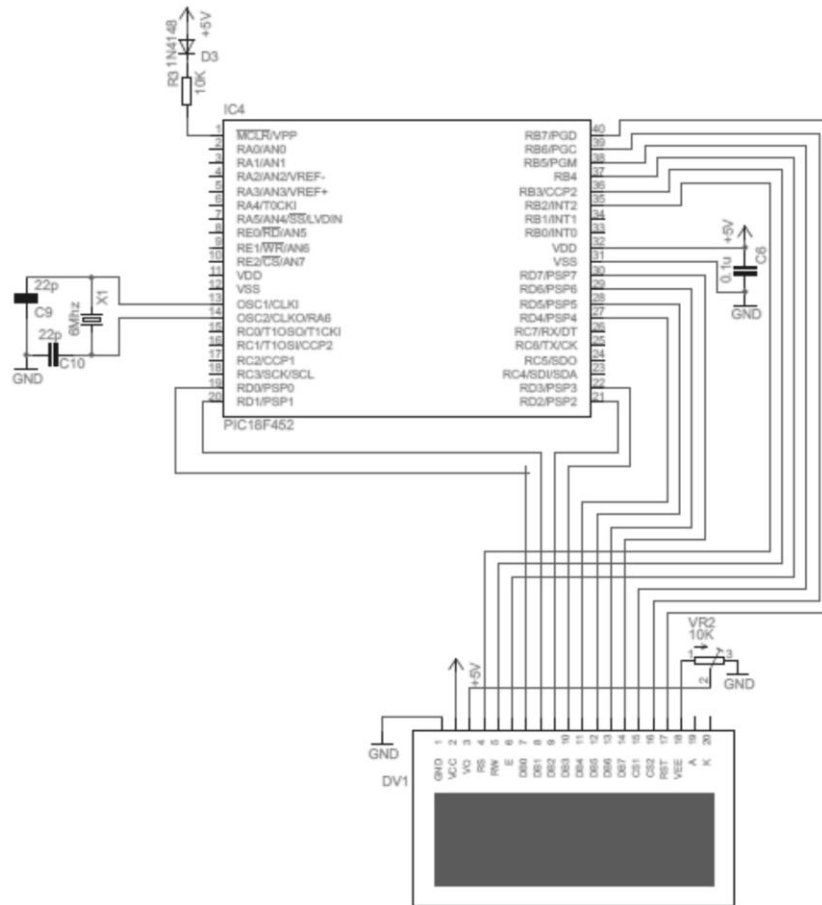


Figura 3.8: Conexión de la pantalla GLCD

3.1.3.4.- Reloj en tiempo real (RTC) DS1307

Es un integrado que simula a un reloj. Tiene una alimentación de 5V. Se ha conectado un oscilador de 32768 KHz ya que con esta frecuencia se obtiene pulsos de 1 segundo. También cuenta con una pila que permite que el reloj continúe en la hora y fecha actual en el caso de que la alimentación por parte del sistema se pierda. En la Figura 3.9 se muestra la conexión del RTC.

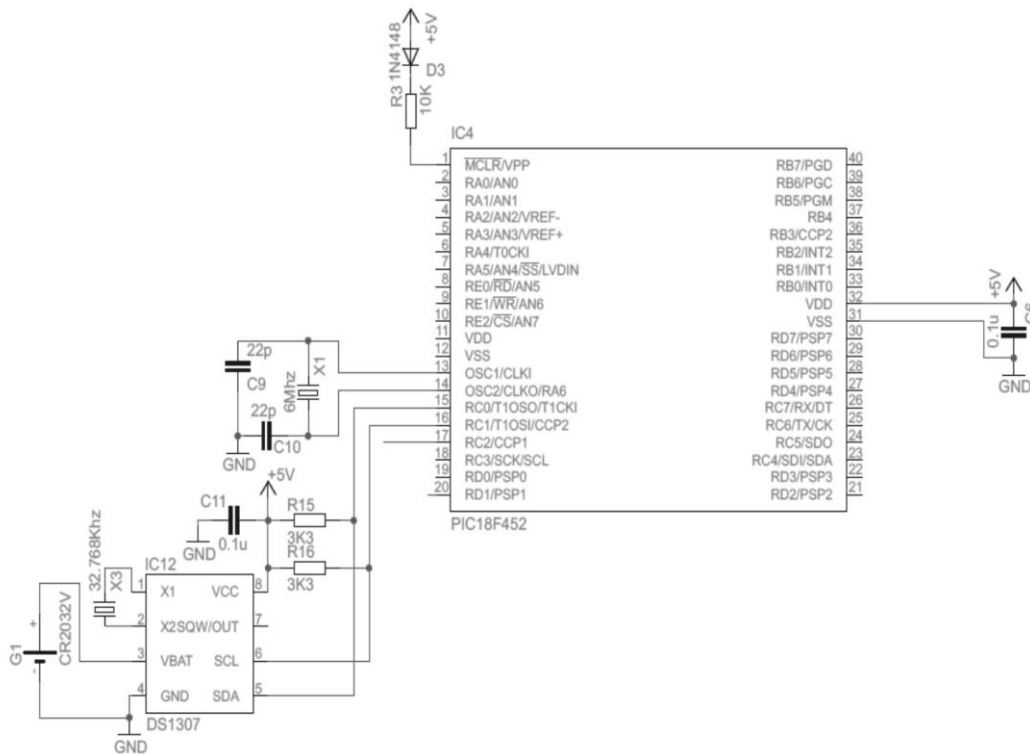


Figura 3.9: Conexión del RTC

3.1.3.5.- Interfaz UART/RS232

El sistema se implementó sobre RS232 debido a la disponibilidad de transceptores en el mercado local. Estos circuitos integrados no hacen más que cambiar la capa física de la comunicación, desde niveles TTL (0 – 5V) hasta niveles bipolares comprendidos entre +12V y -12V, respectivamente. En la Figura 3.10 se muestra la conexión del UART/RS232.

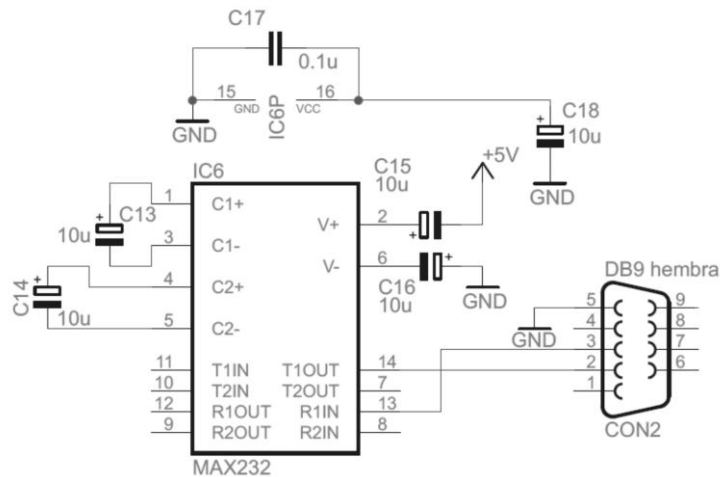


Figura 3.10: Conexión del UART/RS232

Son dos las razones para utilizar esta tecnología:

Al trabajar con voltajes más diferenciados (alrededor de 24V entre los dos niveles lógicos), la comunicación entre los módulos se hace menos susceptible a posibles inserciones de bits errados, provocados por la interferencia electromagnética existente en el automóvil.

Las comunicaciones bajo estándar RS232 son altamente difundidas entre los sistemas computacionales, lo que hace a los dos módulos que conforman el sistema, fácilmente accesibles y compatibles con computadores y asistentes personales. Esta característica aporta a la universalidad de los módulos fabricados.

Como se puede observar en la Figura anterior, el circuito integrado MAX232, IC6, tiene conexión directa con capacitores de 10uF, según lo recomendado por el fabricante. Las líneas del sistema de multiplexado se conectan en los pines 12 y 11 respectivamente. Las mismas líneas corresponden a los pines 13 y 14 pero con niveles de voltaje correspondientes al protocolo RS232. Parte importante de la comunicación son los conectores DB9, como es en este caso, COM2.

3.1.3.6.- Teclado

Consta de dos interruptores los cuales conmutan a tierra. Esto significa que el microcontrolador siempre está recibiendo 5V, es decir un 1 lógico, y cuando se

presiona el interruptor se envían 0 voltios, es decir un 0 lógico. De esta manera el microcontrolador detecta cuando se pulsa uno de los botones. Y se instaló capacitores para absorber las interferencias y evitar que ellas puedan ser interpretadas como un pulso por parte del microcontrolador. En la Figura 3.11 se muestra la conexión del teclado.

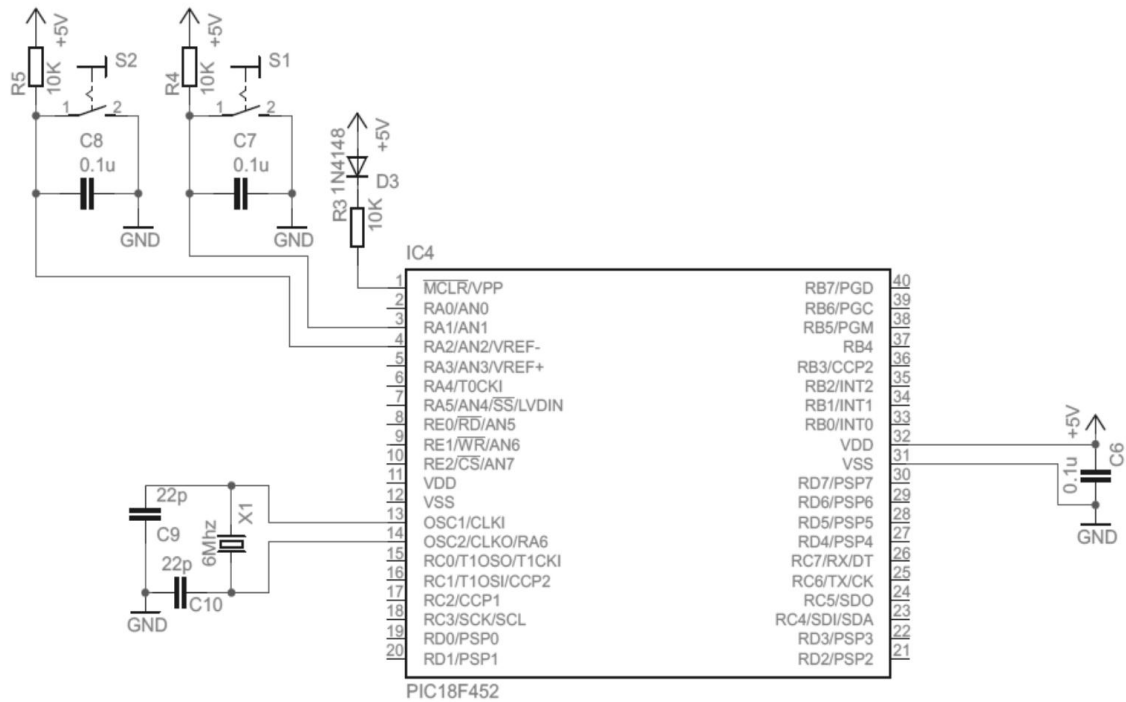


Figura 3.11: Conexión del teclado

3.1.4.- SUBSISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y TRANSFERENCIA DE DATOS

3.1.4.1 Memoria SD

La comunicación entre la memoria SD y el microcontrolador se la realiza con una conexión en paralelo (Figura 3.12), para poder enviar un nibble a la vez y así lograr altas velocidades de transmisión de datos. La memoria trabaja con 3.3V por lo que se ha instalado tres divisores de tensión para reducir los 5V de entrada y no causar daños en la memoria. En el pin 7 de salida de la memoria SD no fue necesario instalar un divisor de tensión debido a que el microcontrolador si logra interpretar los 3.3V como un 1 lógico.

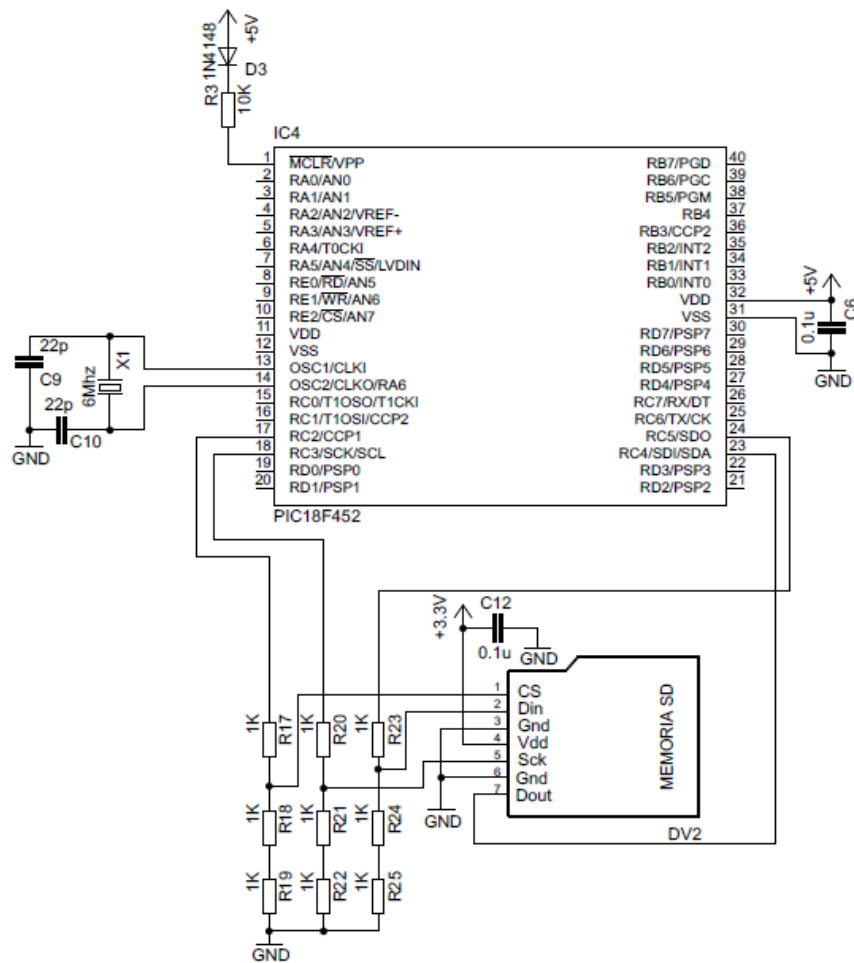


Figura 3.12: Conexión del Memoria SD

3.1.5.- ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA

La tensión de alimentación se obtiene de la batería del automóvil, se filtra y se aplica regulada al resto del circuito. La fuente convierte el voltaje de casi 14V de entrada en dos tensiones constantes de 5V y 3.3V. El primer voltaje alimenta a todos los elementos del circuito, a excepción de la memoria SD que es alimentada con el segundo voltaje.

En la Figura 3.13, la fuente de alimentación consta de un rectificador (D1, D14), una protección por sobretensión (R1, D2), filtros de desacople (C1, C2, C3, C4, C5), un regulador lineal fijo de 9V (IC1), un regulador variable ajustado a 5V (IC2) y un regulador fijo de 3.3V (IC3).

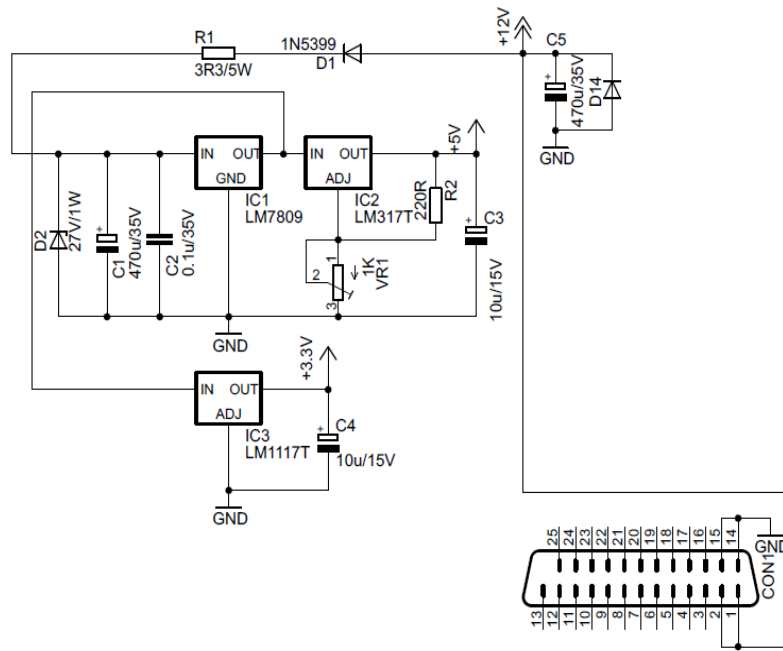


Figura 3.13: Fuente de Alimentación

Para seguridad de todo el sistema, el regulador de tensión cuenta con un diodo Zener que limita la entrada de voltaje a 27 V, también con una resistencia y un capacitor para absorber interferencias y ruidos y lograr una señal más “limpia”. Luego se instaló 3 reguladores de tensión, el primero reduce el voltaje a 9 V, el segundo a 5V para todo el sistema y el tercero a 3.3V para la memoria SD.

La ecuación 3.2 extraída y adaptada desde la hoja de datos del LM317T¹⁸, indica el voltaje de salida obtenido en IC2 con la configuración de resistencias R2 y VR1.

$$V_{regulación} \cong \frac{R_2 + VR_1}{R_2} \cdot (1.25V) \quad \text{Ec. 3.2}$$

$$V_{regulación} = \frac{220\Omega + 660\Omega}{220\Omega} \cdot (1.25V) = 5V$$

La corriente que pueden suministrar los reguladores según las hojas de datos, es de máximo 1A. Este valor es suficiente para satisfacer las necesidades de potencia del circuito.

¹⁸ LM317T, Datasheet, http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/L/M/3/1/LM317T.shtml

No se instaló un solo regulador debido a que todo el voltaje que se disminuye es disipado en forma de calor y si se hubiera instalado solo uno la cantidad de calor hubiera sido muy grande y esto hubiera disminuido la vida del regulador.

3.2.- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL

El diagrama esquemático general agrupa todos los circuitos estudiados, más ciertos componentes de igual importancia como son los condensadores de desacople. Así se evita que corrientes parásitas afecten a microcontroladores, módulos de visualización y módulos de radiofrecuencia. Además se incluyen conectores necesarios en su implementación física.

En el **ANEXO A**, se presenta el diagrama esquemático general del proyecto desarrollado.

3.3.- DISEÑO DE LAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO

El diseño de las placas se realizó cuidando que los circuitos de potencia estén lo suficientemente alejados del microcontrolador. Además, dibujando los condensadores de desacople lo más cercano posible a los integrados. Todo esto para eliminar interferencias.

En el **ANEXO B**, se presenta el diseño de las placas del circuito impreso.

3.4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FIRMWARE

3.4.1.- MICROCONTROLADOR

El programa empieza con la inicialización de puerto, configuración de módulos internos e inicialización de dispositivos externos. Luego permanece en un bucle

infinito esperando a que el usuario presione el botón principal. En este caso se activa el lector biométrico y procede con la autenticación. El siguiente diagrama de flujo (Figura 3.14) muestra en detalle el funcionamiento del sistema:

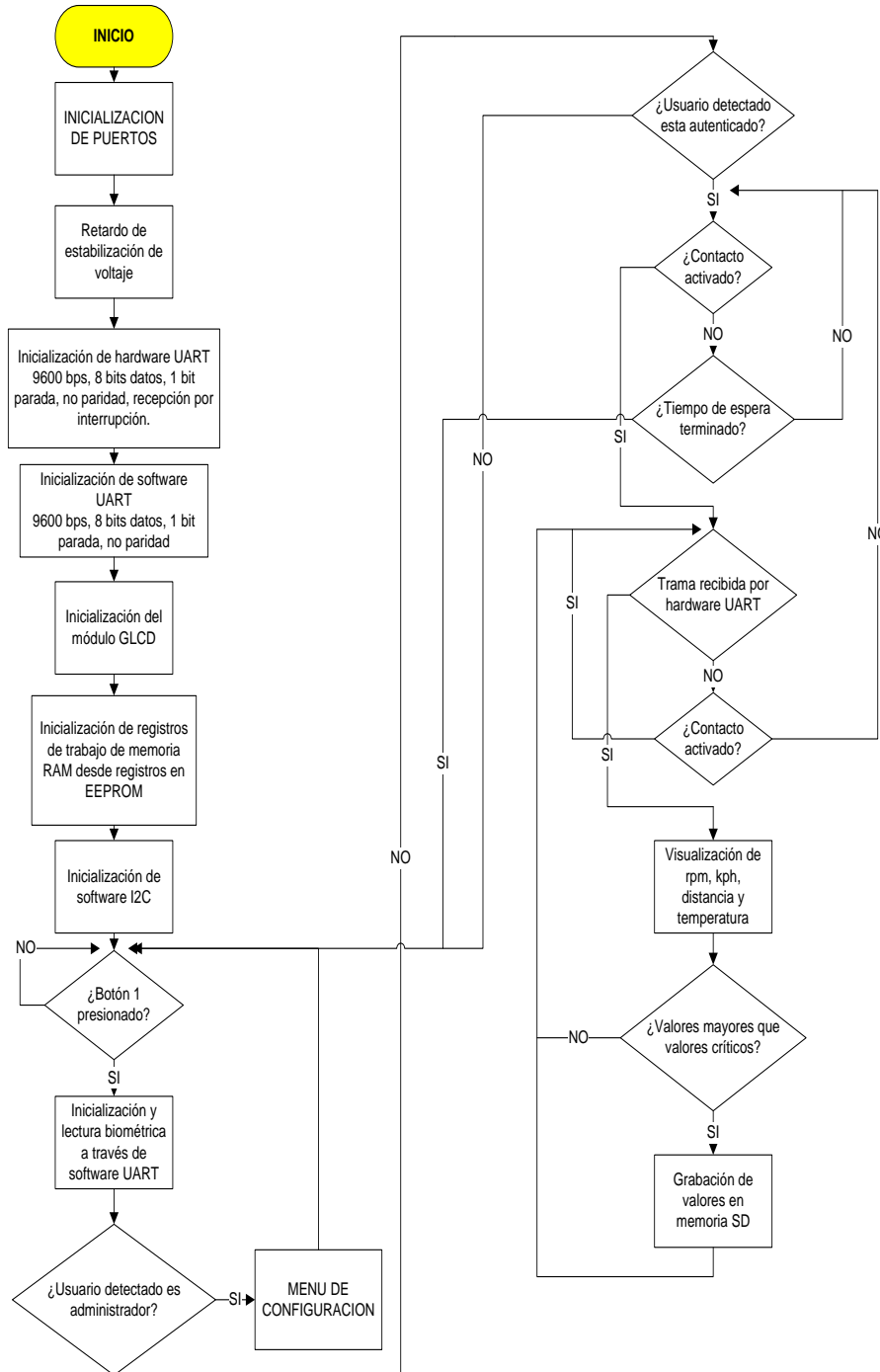


Figura 3.14: Diagrama de Flujo del microcontrolador

3.4.1.1.- SUBROUTINAS ESPECIALES

3.4.1.1.1.- Acceso al lector biométrico

Para acceder al lector biométrico ARA-ME-01 se usó la codificación que se encuentra en la Tabla 3.3, la codificación encontrada en el hoja de datos del producto no fue la necesaria para desarrollar el programa, por lo que se usó ingeniería inversa empleando un Sniffer que es un programa que permite a partir del resultado llegar a los comandos iniciales del lector biométrico.

Tabla 3.3. Codificación del lector biométrico

PS_GetImage	Code: 01H	Función: Leer la imagen desde el sensor y almacenarla en el buffer de imagen.
PS_GenChar	Code: 02H	Función: Crear descripciones de las huellas archivadas a través de la imagen y guardarla en CharBuffer1 o CharBuffer2.
PS_Match	Code: 03H	Función: Comparar las descripciones de los documentos en CharBuffer1 y Charbuffer2.
PS_Search	Code: 04H	Función: Buscar en la memorial las huellas de acuerdo con las descripciones en el CharBuffer1 o CharBuffer2.
PS_RegModel	Code: 05H	Función: Crear la plantilla de la huella de acuerdo a las características en los documentos del CharBuffer1 y CharBuffer2.
PS_StoreChar	Code: 06H	Función: Almacenar la plantilla en la base de datos flash desde el buffer de características.
PS_LoadChar	Code: 07H	Función: Leer la plantilla desde la base de datos de las huellas digitales.
PS_UpChar	Code: 08H	Función: transferir los datos del buffer al PC
PS_DownChar	Code: 09H	Función: Cargar la plantilla desde la PC hacia el buffer.
PS_DeletChar	Code: 0CH	Función: Borrar la plantilla de la memoria flash.
PS_Empty	Code:	Función: limpiar la base de datos de las huellas

	0DH	
PS_WriteReg	Code: 0EH	Función: escribir SSR
PS_ReadSysPara	Code: 0FH	Función: leer los parámetros básicos del sistema.
PS_SetPwd	Code: 12H	Función: Establecer la contraseña del dispositivo
PS_VfyPwd	Code: 13H	Función: Verificar la contraseña del dispositivo
PS_GetRandomCode	Code: 14H	Función: Obtener el código aleatorio
PS_SetChipAddr	Code: 15H	Función: Establecer la dirección del chip.
PS_WriteNotepad	Code: 18H	Función: Escribir el block de notas.
PS_ReadNotepad	Code: 19H	Función: Leer el block de notas.
PS_ValidTemplateNumber	Code: 1dH	Función: Leer el numero de plantilla desde la flash.

Cada proceso realizado por el lector biométrico consta de un conjunto de comandos que a continuación se detalla:

a. Trama de inicialización

El microcontrolador lee los parámetros básicos del sistema biométrico. El código enviado fue el siguiente: 0xEF,0x01, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x01, 0x00, 0x03, 0x0F, 0x00, 0x13

De acuerdo con la Tabla 3.4 se interpreta el código de la siguiente manera:

Tabla 3.4. Interpretación trama de inicialización.

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
01	Paquete de comando
00 03	Usara 3 bytes de largo
0F	Comando: leer parámetros básicos
00 13	Checksum

Checksum es una comprobación que se realiza dentro de la misma instrucción para confirmar que todo se encuentra bien en el software.

El lector responde y envía información acerca de su memoria, del nivel de seguridad, tamaño del paquete y su velocidad de sincronización.

0xEF, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x00, 0x13, 0x00, 0x00, 0x05, 0x00, 0x09, 0x00, 0x78, 0x00, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x04, 0x9E.

Tabla 3.5. Interpretación respuesta trama de inicialización

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
07	Paquete de respuesta
00 13	Usará 19 bytes de largo
00 78	120 localidades de memoria
00 01	Nivel de seguridad 1
FF FF FF FF	Dirección del dispositivo
00 00	Tamaño del paquete de 32 bytes
00 01	Velocidad de transferencia de 9600 bps
04 9E	Checksum

b. Trama Match 1:N

Este proceso se refiere al comando que ordena la lectura de la imagen, si lee la imagen guarda en un buffer temporal para luego comparar esa imagen con las imágenes guardadas en la memoria no volátil.

El microcontrolador envía la orden para leer una imagen.

0xEF, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x01, 0x00, 0x03, 0x01, 0x00, 0x05

Tabla 3.6. Interpretación comando de lectura

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
01	Paquete de comando
00 03	Usará 3 bytes de largo
01	Comando: Leer imagen
00 05	Checksum

- Si no hay lectura

El lector envía una respuesta de que no hay lectura y se vuelve al paso anterior. Este ciclo se repite durante un tiempo determinado hasta que exista una respuesta o cancela todo el proceso.

0xEF, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x00, 0x03, 0x02, 0x00, 0x0C

Tabla 3.7. Interpretación del comando lectura errónea

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
07	Paquete de respuesta
00 03	Usara 3 bytes de largo
02	No hay lectura
00 0C	Checksum

- Si hay lectura

El lector envía una respuesta de que la lectura fue exitosa.

0xEF, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x00, 0x03, 0x00, 0x00, 0x0A

Tabla 3.8. Interpretación del comando lectura correcta

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
07	Paquete de respuesta
00 03	Usará 3 bytes de largo
02	Lectura exitosa
00 0C	Checksum

El microcontrolador ordena crear un documento de la imagen leída y guardarlo en charbuffer 1 (que es un espacio de memoria).

0xEF, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x01, 0x00, 0x04, 0x02, 0x01, 0x00, 0x08

Tabla 3.9. Interpretación del comando de archivo temporal

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
01	Paquete de comando
00 04	Usará 4 bytes de largo
01	Comando: crear documento y guardarlo en charbuffer1
00 08	Checksum

El lector responde y confirma haber guardado la imagen leída.

0xEF, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x00, 0x03, 0x00, 0x00, 0x0A

Tabla 3.10. Interpretación del comando de archivo exitoso

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
07	Paquete de respuesta
00 03	Usará 3 bytes de largo
02	Guardado de imagen exitoso
00 0C	Checksum

El microcontrolador ordena buscar en la base de datos una imagen que coincida con la imagen guardada en charbuffer 1.

0xEF, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x01, 0x00, 0x08, 0x04, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00, 0x79, 0x00, 0x87

Tabla 3.11. Interpretación del comando de búsqueda

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
01	Paquete de comando
00 08	Usará 8 bytes de largo
00 04	Busca en la base de datos una huella que coincida con la huella de charbuffer 1
01 00 00 00 79	Desde 01 hasta 121 huellas disponibles de almacenar
00 87	Checksum

- Si es exitosa la comparación

El lector responde que la comparación fue exitosa y que se identificó a un usuario. Por lo tanto se permite el acceso al sistema.

0xEF, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x00, 0x07, 0x00, 0x00, 0x03, 0x01, 0x08, 0x00, 0x18

Tabla 3.12. Interpretación del comando de comparación exitosa

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
07	Paquete de respuesta
00 07	Usará 7 bytes de largo
00	Si la comparación es exitosa
00 03	Usuario 4
00 18	Checksum

- Si no es exitosa la comparación

El lector responde que la comparación no fue exitosa y no se identificó a ningún usuario. Por lo tanto no se permite el acceso al sistema.

0xEF, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x00, 0x07, 0x09, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x17

Tabla 3.13. Interpretación del comando de comparación errónea

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN
EF 01	Inicio del sistema operativo
FF FF FF FF	Dirección en la memoria
07	Paquete de respuesta
00 07	Usará 7 bytes de largo
09	Usuario no autenticado
00 17	Checksum

3.4.1.1.2.- Acceso al DS1307

a. Reloj y calendario

La información de tiempo y calendario es obtenida leyendo el registro apropiado de bytes. Los registros del RTC están ilustrados en la Figura 3.15. El tiempo y calendario son establecidos o inicializados escribiendo el registro apropiado de bytes. Los contenidos de tiempo y calendario están en el formato BCD. El bit 7 del registro 0 es el bit que detiene al reloj. Cuando el bit se establece a 1, el oscilador es deshabilitado. Cuando se lo pone en 0, el oscilador es habilitado.

Notar que el estado inicial de encendido de todos los registros no está definido. Por tanto, es importante habilitar el oscilador (CH bit = 0) durante la configuración inicial.

El DS1307 puede ser ejecutado en modo 12 horas o 24 horas. El bit 6 del registro de horas está definido como el bit de selección de modo 12/24 Horas. Cuando está en alto, el modo 12 horas es seleccionado, el bit 5 es el bit de AM/PM siendo PM en alto. En el modo 24 horas, el bit 5 es el bit de las decenas de hora (00 – 23 horas).

	BIT7								BIT0
00H	CH	10 SECONDS			SECONDS				00-59
	0	10 MINUTES			MINUTES				00-59
	0	12 24	10 HR A/P	10 HR	HOURS				01-12 00-23
	0	0	0	0	0	DAY			1-7
	0	0	10 DATE		DATE				01-28/29 01-30 01-31
	0	0	0	10 MONTH	MONTH				01-12
	10 YEAR				YEAR				00-99
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	

Figura 3.15: Registros de calendario y hora.

b. Subrutinas

La comunicación entre el microcontrolador y el RTC DS1307 se realiza mediante I²C. Se inicializa el RTC mediante el comando START. Luego el microcontrolador escribe mediante el comando WRITE la dirección del RTC, la ubicación inicial de escritura de acuerdo al mapa de direcciones. A continuación escribe la fecha de inicio del sistema incluyendo segundos, minutos, horas, día de la semana, día del mes y año. Y finalmente se envía una señal de parada mediante el comando STOP.

En la Figura 3.16 se especifica la manera en que se distribuye los espacios de memoria del DS1307

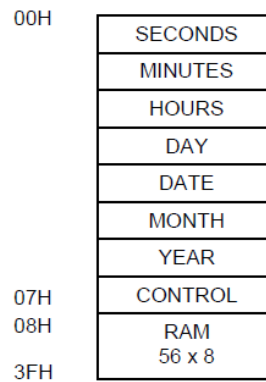


Figura 3.16: Mapa de direcciones.

3.4.1.1.3.- Acceso a la memoria SD

a. Operaciones de escritura y lectura

Las operaciones de lectura y escritura mostradas en la Figura 3.17 se realizan enviando el comando correspondiente junto a la dirección del primer byte del bloque con el largo indicado anteriormente (Comando CMD16). El largo del bloque puede ser desde 1 hasta 512, y no está permitido realizar operaciones en dos sectores a la vez; o sea que si el largo de bloque fijado en CMD16 es 512 la dirección para realizar lectura o escritura debe ser la del byte inicial del sector.

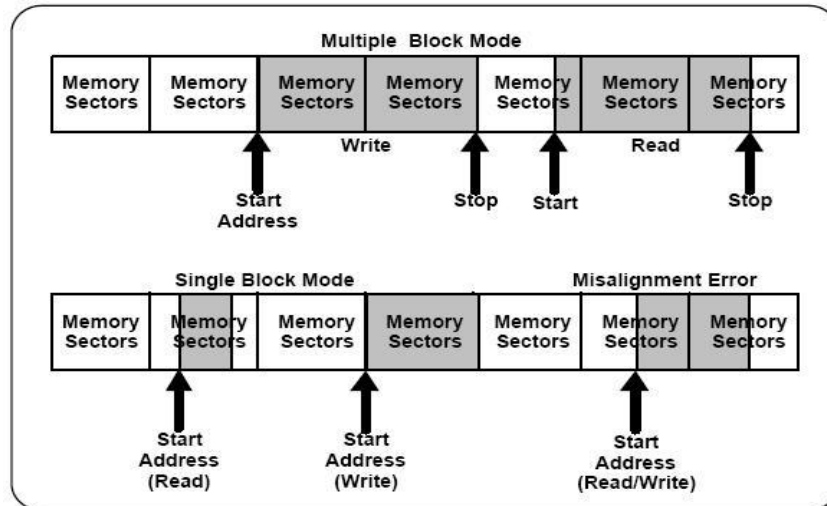


Figura 3.17: Operaciones de lectura y escritura

b. Escritura en un sector

Para realizar escritura de un único bloque (Figura 3.18) se debe enviar el comando CMD24 indicando la dirección del bloque en el argumento de la función. La memoria al reconocer el comando envía la respuesta R1, donde puede indicar si hay algún error. Si todo es correcto el PIC debe enviar un token (0xFE) y luego los 512 datos del bloque más 2 bytes de CRC. Luego de enviado estos datos se deben quedar a la espera de una respuesta de la memoria indicando si los datos se han recibido correctamente o ha ocurrido un error, además de condición de desocupado.

Protocolo:

CS	H	L	*****														L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	L	L	L	L
DataIN	X	H	H	H	Write Command	H	H	H	H			H	Token	Data Block				H	H	H	H	H	H	X	X	X	H	H	H	H	
DataOut	Z	Z	H	H	H	*****	H	H	H	Card Resp	H	H	H	H	H	H	H	Data Resp	Busy	L	Z	Z	Z	Busy	H						

Figura 3.18: Escritura en un bloque

Respuesta a la escritura en un bloque (Figura 3.19):



- '010'—Data accepted.
- '101'—Data rejected due to a CRC error.
- '110'—Data Rejected due to a Write Error

Figura 3.19: Respuesta a la escritura

c. Lectura de un sector

Para realizar una lectura (Figura 3.20) hay que enviar el comando CMD17 indicando en el argumento la dirección del bloque. Luego se espera la respuesta R1 desde la memoria, si todo es correcto se pasa a recibir el token y luego los datos; la cantidad es establecida por el largo del bloque (CMD16).

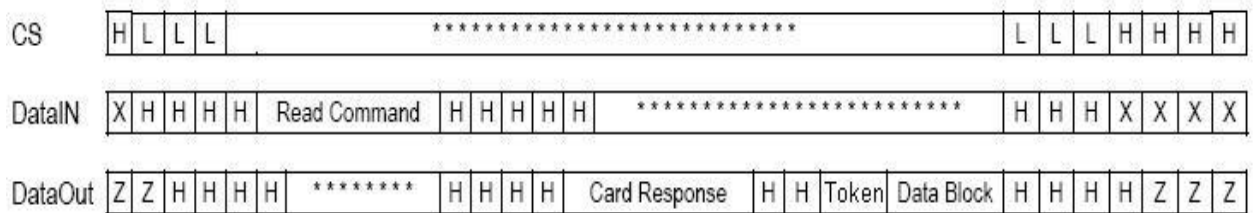


Figura 3.20: Lectura en un bloque

3.4.1.1.4.- Acceso a GLCD KS108

La GLCD KS108 es una pantalla gráfica de 128x64 pixeles como se muestra en la Figura 3.21. Para dibujar en su pantalla se debe conocer que su distribución va de modo que en el eje X los pixeles se distribuyen del 0 al 127, en el eje Y los pixeles van del 0 al 63, todos éstos se distribuyen ocupando 8 bytes, de modo que en el eje X la memoria usada es 16 bytes y en el eje Y son 8 bytes.

Cuando se requiere ocupar de uno de estos pixeles para que se visualicen, el microcontrolador envía tramas de datos cuyo contenido pertenece a las direcciones de la RAM de la GLCD, en donde para encender un píxel cada bite de un registro X debe estar en 1 y para apagar debe estar en 0.

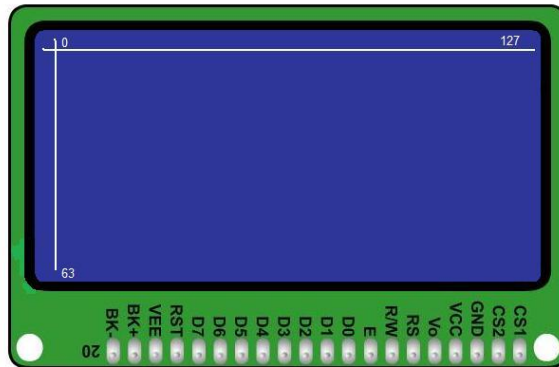


Figura 3.21: Distribución de píxeles de la GLCD KS108

3.4.2.- CONTROLADOR DIGITAL DE SEÑALES

El programa del controlador digital de señales (Figura 3.22) obtiene las señales de los sensores y las procesa para que puedan ser visualizadas.

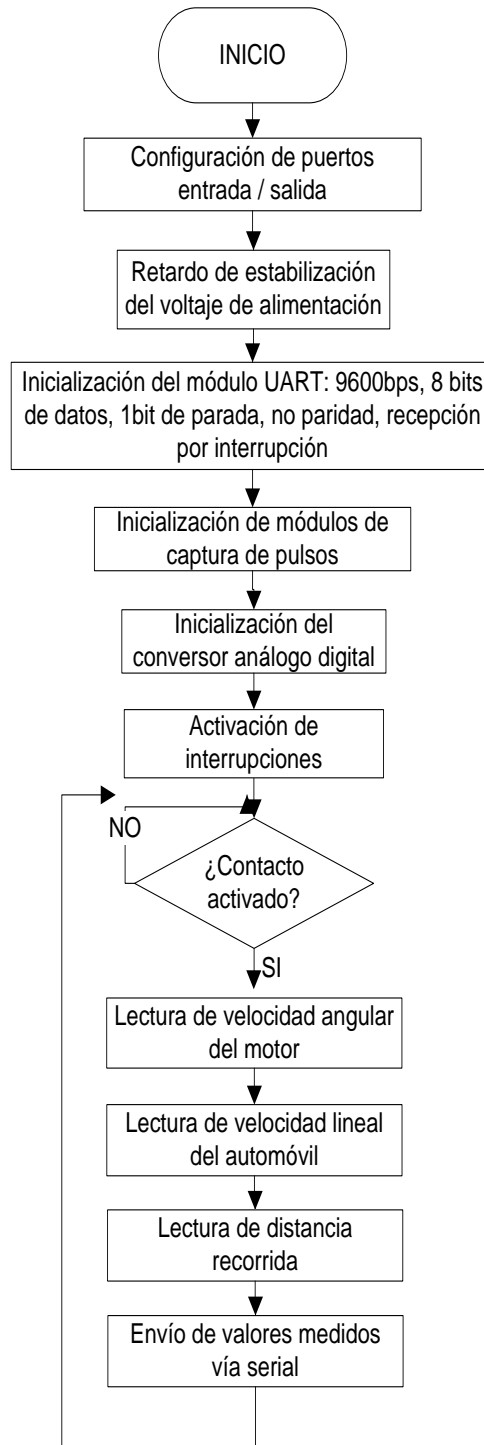


Figura 3.22: Programa del Controlador Digital de Señales

3.4.2.1.- SUBROUTINAS ESPECIALES-

3.4.2.1.1.- Entrada y captura de pulsos (IC1 e IC2) con flanco activo ascendente

Su implementación tiene relación directa con la medición de la velocidad angular del motor

El módulo IC1 está configurado en modo captura ante flancos ascendentes. Se realiza una interrupción cada vez que exista una señal transicional desde nivel lógico 0 hasta nivel lógico 1 proveniente de la señal de RPMs del vehículo.

En lo referente a la determinación de la velocidad angular, la rutina especial de interrupción reinicia el registro contador del TIMER4, pero también guarda el valor que tenía éste justo en el momento de la interrupción. Además, verifica si el TIMER4 se ha desbordado.

3.4.2.1.2.- Desbordamiento del Timer 4 y Timer 2¹⁹

El módulo Timer 4 está configurado como temporizador (contador sincrónico con la señal del oscilador), con preescala de 256.

Teniendo en cuenta a la frecuencia de trabajo de 8Mhz y que en los DSPICs un ciclo de máquina dura 4 ciclos de reloj, el período de conteo del Timer 4 es de 16µseg. En base a este resultado y a que la resolución del temporizador es 16bits, el tiempo máximo que se puede medir en el desbordamiento del Timer 4, es de 1.048seg. Lo anterior se resume en las siguientes ecuaciones:

$$T_{\text{conteo}} = \frac{4}{F_{\text{osc}}} \cdot \text{preescala} \quad \text{Ec. 3.3}$$

$$T_{\text{conteo}} = \frac{4}{64\text{Mhz}} \cdot 256 = 16\mu\text{s}$$

¹⁹ DsPIC 30F4011, Datasheet, ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/70135c.pdf

$$T_{m\acute{a}x} = \frac{4}{F_{osc}} \cdot 65535 \cdot preescala \quad \text{Ec. 3.4}$$

$$T_{m\acute{a}x} = \frac{4}{64Mhz} * 65535 * 256 = 1.04856seg$$

Con los valores obtenidos mediante las ecuaciones 3.4 y 3.5, se puede obtener la frecuencia máxima y mínima que es capaz de medir el módulo:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{Ec. 3.5}$$

$$f_{m\acute{a}x} = \frac{1}{T_{conteo}} = \frac{1}{16\mu s} = 62.5Khz$$

$$f_{m\acute{ı}n} = \frac{1}{T_{m\acute{a}x}} = \frac{1}{1.04856} = 0.953689Hz$$

Estas frecuencias máximas y mínimas se utilizan para medir las revoluciones por minuto con el Timer 4 y los kilómetros por hora con el Timer 2.

3.4.2.1.3.- Velocidad lineal del vehículo

Para obtener la velocidad lineal del vehículo se midió la frecuencia de la señal del sensor de velocidad lineal VSS, y estos datos se los comparó con la velocidad real del vehículo medida en un receptor GPS (Tabla 3.14).

Tabla 3.14. Datos obtenidos del sensor VSS

Frecuencia	Velocidad
0	0
32	6
40	8
50	10
96	20
120	25
140	30
190	42
230	50
270	60
312	68

321	70
380	80
430	90
480	101

Luego se utilizó la herramienta Excel para obtener la curva indicada en la Figura 3.23.

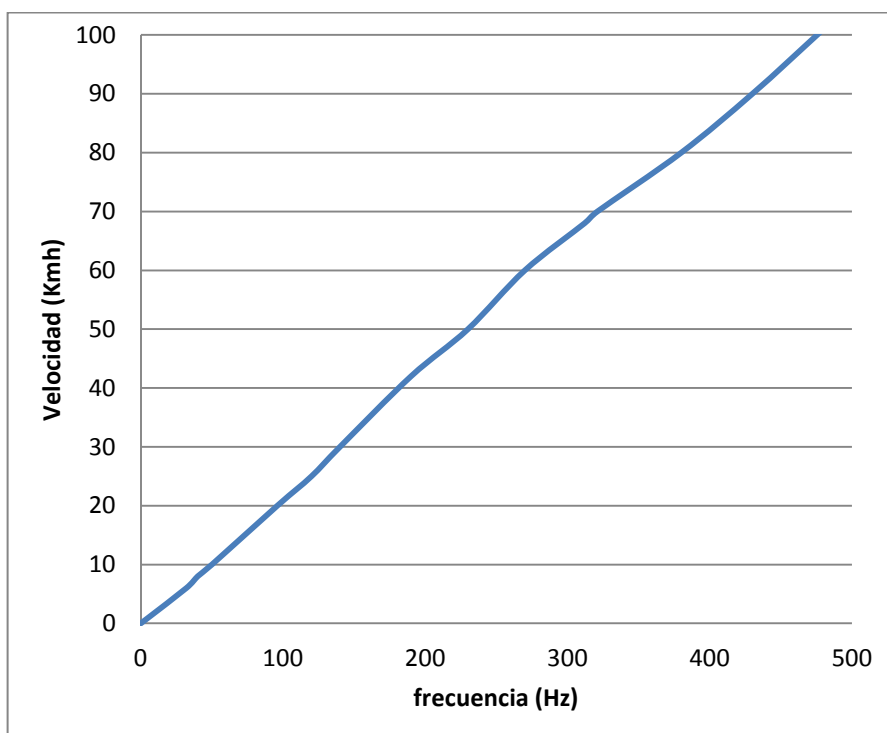


Figura 3.23: Curva de los datos obtenidos.

Utilizando Microsoft Excel se calculó el modelo matemático de la curva del sensor, la cual se muestra en la Figura 3.24. La cual se utiliza como función de transferencia en el programa del Controlador Digital de Señales.

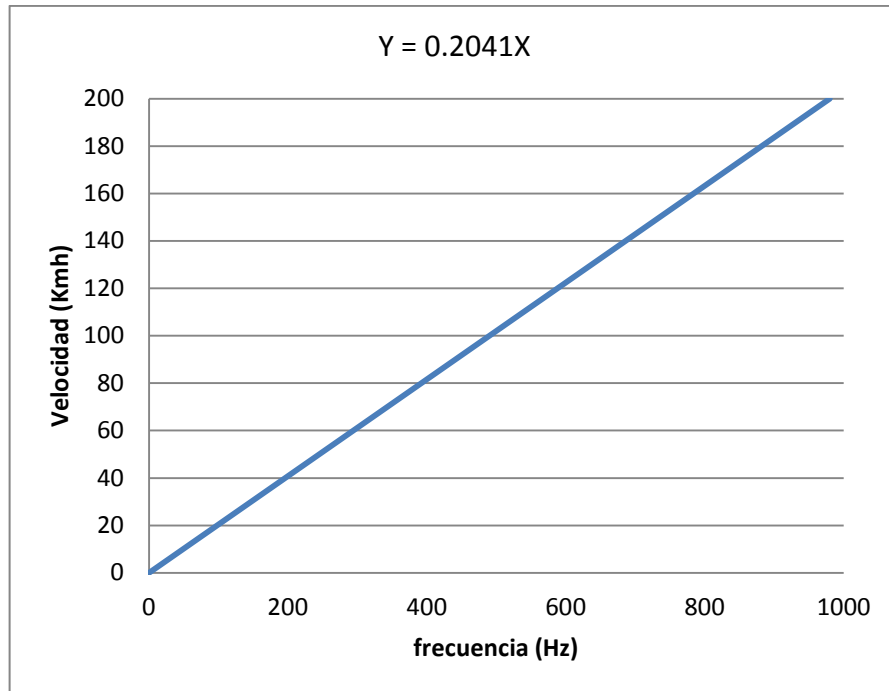


Figura 3.24: Modelo matemático del sensor VSS.

3.4.2.1.4.- Velocidad angular del motor del vehículo

La ecuación 3.6 ayuda a obtener la velocidad angular del motor en revoluciones por minuto usando el método de medición de ancho de pulso dentro del programa del DSC. El modelo relaciona además el número de cilindros del motor, que en este caso es un motor 4 cilindros.

$$w = \frac{f * 120}{\#cilindros} \quad \text{Ec. 3.6}$$

3.4.2.1.5.- Distancia recorrida

Para calcular la distancia recorrida se realizó el siguiente factor de conversión:

$$\frac{1 \text{ Km}}{h} = 0.2041 \text{ Hz}$$

$$\frac{1 \text{ km}}{h} = 0.2041 \frac{\text{pulsos}}{\text{seg}}$$

$$\frac{1 \text{ km}}{3600 \text{ seg}} = 0.2041 \frac{\text{pulsos}}{\text{seg}}$$

$$1 \text{ km} = \frac{3600 \text{ seg} * 0.2041 \text{ pulsos}}{1 \text{ seg}}$$

$$1 \text{ km} = 734.76 \text{ pulsos}$$

Ec. 3.7

3.5.- DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

3.5.1.- HYPERTERMINAL

HyperTerminal es un programa que se puede utilizar para conectar con otros equipos: sitios Telnet, sistemas de boletines electrónicos (BBS), servicios en línea y equipos host, mediante un módem, un cable de módem nulo o Ethernet.

Se puede utilizar HyperTerminal con un servicio de boletín electrónico para tener acceso a información de equipos al igual que es un medio útil para configurar y probar el módem o examinar la conexión con otros sitios.

HyperTerminal graba los mensajes enviados o recibidos por servicios o equipos situados al otro extremo de la conexión. Por esta razón, puede actuar como una valiosa herramienta para solucionar problemas de configuración y uso del módem. Para confirmar que el módem está bien conectado o ver su configuración, se puede enviar comandos a través de HyperTerminal y ver los resultados. Ofrece la funcionalidad de desplazamiento, que le permite revisar el texto recibido que sobrepase el espacio de la pantalla.

Sirve también para transferir archivos grandes de un equipo a un equipo portátil a través del puerto serie, en lugar de realizar la configuración del portátil en una red. Se puede utilizar HyperTerminal para ayudar a depurar el código fuente desde un terminal remoto. También puede utilizar para comunicarse con los equipos antiguos basados en caracteres.

Por las razones antes mencionadas se decidió usar el HyperTerminal como consola para configurar el sistema embebido que se ha desarrollado en el presente proyecto.

3.5.1.1.- Configuración del Hyperterminal

Para comenzar la configuración, diríjase al botón de **Inicio** y seleccione: **Programas - Accesorios - Hyperterminal**.

Al presentarse la pantalla como la que se muestra en la Figura 3.25, en el campo **Nombre**, escriba el nombre con el que desea identificar la sesión y oprima el botón de **Aceptar**.

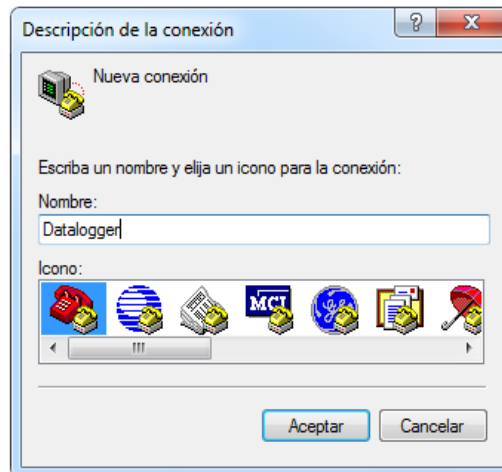


Figura 3.25: Descripción de la conexión.

En el campo **Conectar usando**, se selecciona el puerto de comunicación (COM) en donde se encuentra el módem instalado, como se muestra en la Figura 3.26, oprima el botón **Aceptar**.

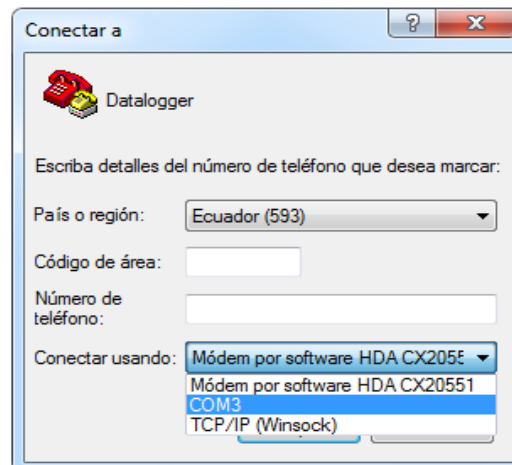


Figura 3.26: Elección del puerto COM a usar

Las propiedades del puerto (COM x) deben configurarse de manera que se sincronicen con el sistema embebido con el que se está conectando, con los valores ingresados mostrados en la Figura 3.27; éstos son los valores idóneos para establecer la comunicación del puerto Serial RS 232 al USB. En esta pantalla oprima el botón de **Aceptar**.

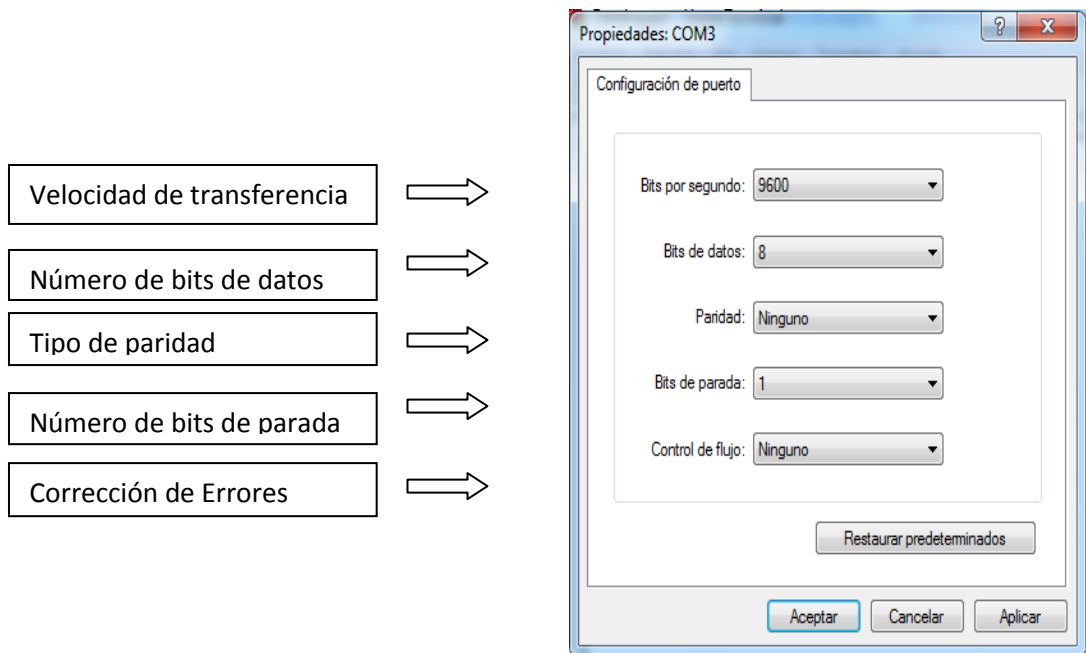


Figura 3.27: Configuración del puerto COM

En la pantalla empezará a titilar el cursor, como se observa en la Figura 3.28; aquí se deberá escribir los comandos a usar, al igual que se podrá leer los datos recibidos del otro extremo del puerto conectado.

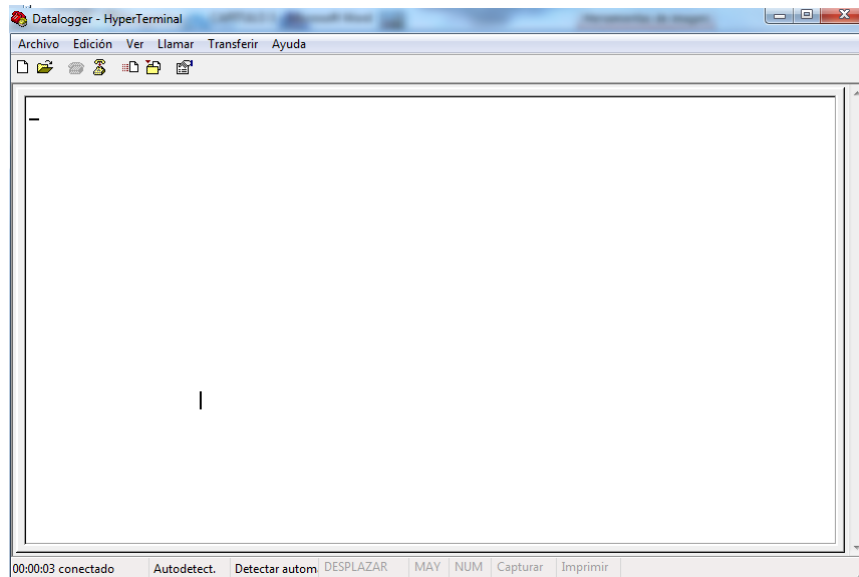


Figura 3.28: Pantalla de escritura

3.5.2.- SOFTWARE ARATEK FINGERPRINT MODULE TEST

El Software Aratek Fingerprint module test (Figura 3.29) es un programa usado para la autenticación de los usuarios que podrán acceder al sistema creado. El programa viene incluido al momento de comprar el lector biométrico.

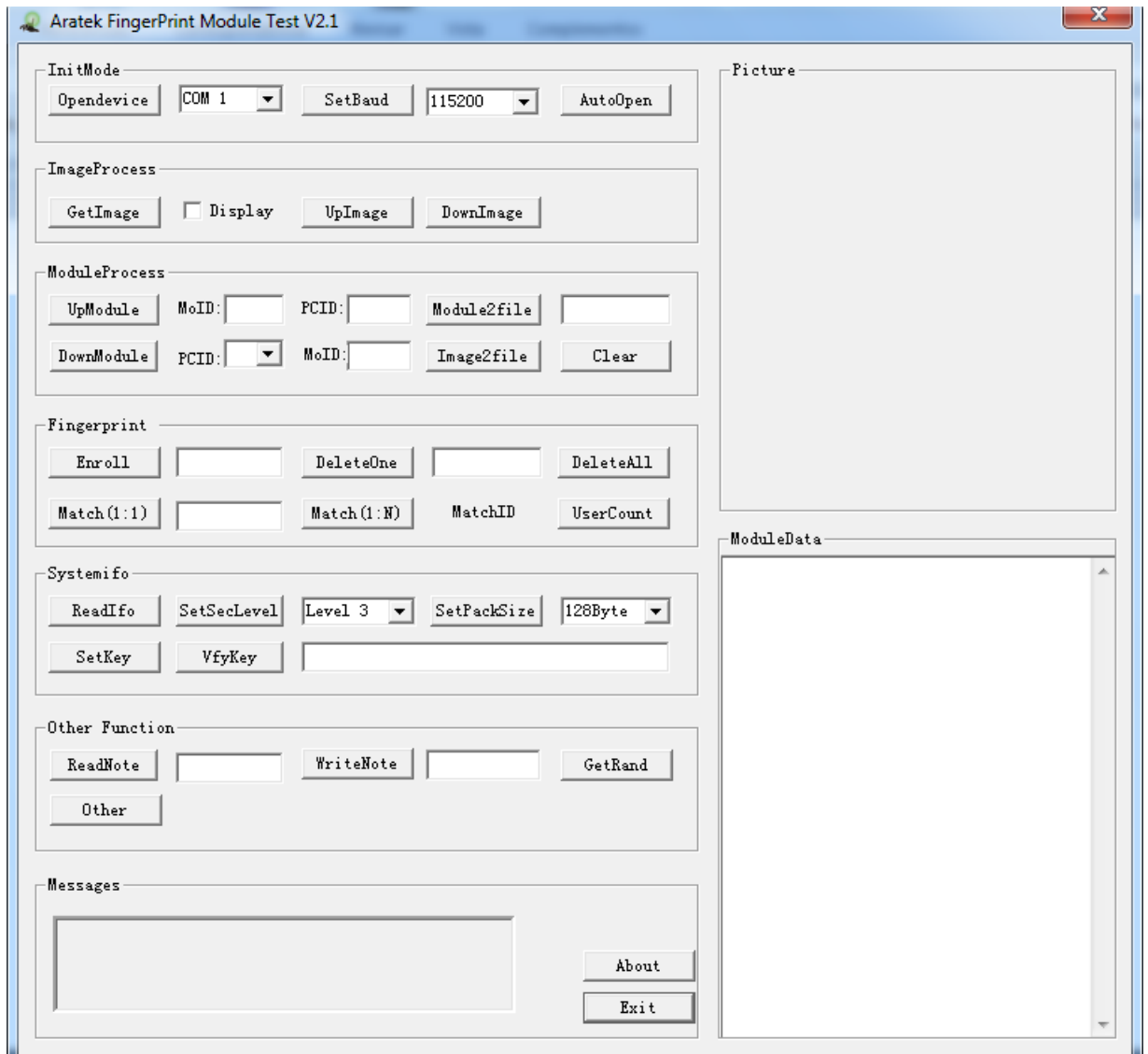


Figura 3.29: Aratek Fingerprnt module test

3.5.2.1.- Configuración del Lector Biométrico

Para configurar el lector biométrico se utiliza el paquete Aratek Fingerprnt Module Test, como se mencionó anteriormente este software viene incluido en el lector biométrico.

Para empezar la configuración, se debe seleccionar el COM al que esté conectado el sistema y a continuación escoger la velocidad de comunicación que es 9600 bps, como se indica en la Figura 3.30, ya que estos dispositivos son asincrónicos y

carecen de señal de reloj, por lo que su configuración es manual a este rango de baudios.

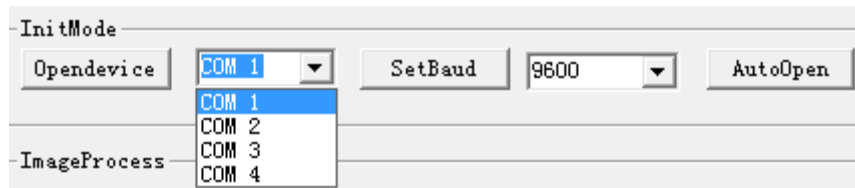


Figura 3.30: Selección del puerto y velocidad de transferencia.

En la zona **Fingerprint** observada en la Figura 3.31 se observa varios botones con los que se puede ingresar o borrar a los usuarios del sistema.

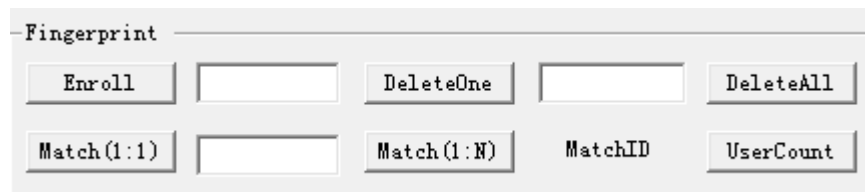


Figura 3.31: Zona de Autenticación.

- Enroll: Con este botón se puede ingresar una nueva huella que el sistema identificará como autorizada.
- DeleteOne: Elimina la huella anterior
- DeleteAll: Elimina las huellas registradas, vale recordar que con esta función se borra absolutamente todas las huellas, para lo cual obligatoriamente se debe ingresar por lo menos una huella que servirá como administrador, caso contrario, el sistema no podrá ser configurado.
- Match (1:1): Esta función ayuda a confirmar que la huella antes registrada se encuentra en la posición correspondiente y que en el futuro se podrá acceder de manera inmediata.
- Match (1:N): Esta función ayuda a encontrar la posición de la huella. Una vez comparada y cuando se obtenga un resultado será desplegado en MatchID.
- User Count: Con esta función se conocerá el número de huellas ya registradas para saber la posición de la próxima huella a registrar.

Todos estos procesos serán guiados a través de la pantalla **Messages** en la cual aparecerán mensajes del estado de la autenticación, como se observa en la Figura 3.32.



Figura 3.32: Pantalla Messages

Una vez finalizada la configuración del Lector Biométrico, se procede a dar un clic en el botón **Exit** y de esta manera el proceso habrá sido satisfactorio.

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

4.1.- MONTAJE FÍSICO DEL SISTEMA

4.1.1.- INSTALACION DEL CABLEADO

Se instaló todos los cables necesarios para el módulo, los cuales fueron insertados bajo la tapicería del piso (Figura 4.1), bajo la consola y sobre el tablero del vehículo.



Figura 4.1: Cableado bajo la tapicería

En la Figura 4.2 se observa la instalación del cableado bajo la consola para lo cual se removió la consola central para ingresar los cables por la parte inferior.

En la Figura 4.3 se identifica la instalación de los cables sobre el tablero, los cuáles irán a una platina en la cual estará montado el módulo.



Figura 4.2: Cableado bajo la consola



Figura 4.3: Cableado sobre el tablero.

4.1.2.- CONEXIÓN DE LOS CABLES DE SEÑALES

Las señales de los distintos sensores fueron tomadas directamente desde la PCM (Módulo o computador del vehículo), como se puede apreciar en la Figura 4.4.

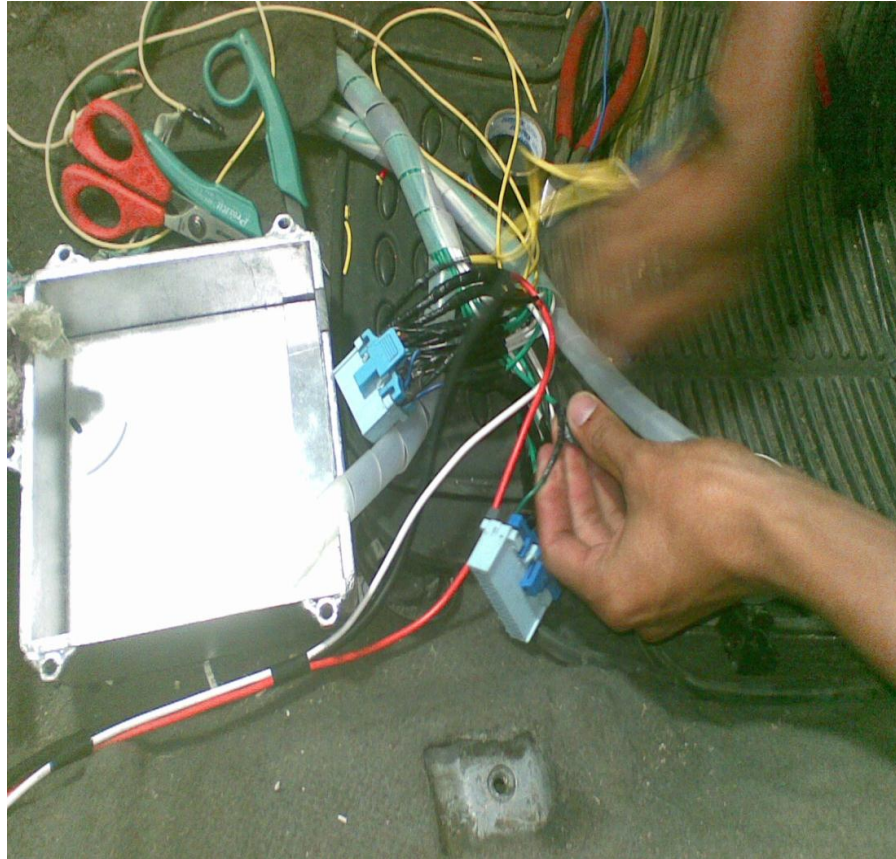


Figura 4.4: Conexión de cables a la PCM.

Para identificar los cables se utilizó la Tabla 4.1 que indica la descripción de cada cable de la PCM.

Tabla 4.1. Pines y cables de la PCM.

Terminal	Descripción	Color
A1	Señal de sensor de detonación	Gris/negro
A2	Señal de sensor de rotación	Gris/rojo
A3	Relé de aire acondicionado	Negro/azul oscuro
A4	Relé de ventilador – velocidad baja	Café/ verde
A5	Relé de ventilador – velocidad alta	Café/rojo

A6	-----	-----
A7	Señal de sensor de presión absoluta	verde
A8	Señal de sensor de posición de la mariposa	azul-oscuro
A9	Solenoides de control de válvula EGR	-----
A10	-----	-----
A11	Masa de sensores ECT, MAP y de presión A/C	Café
A12	Masa da unidad de comando	Café
B1	Tensión de batería – línea 30	rojo
B2	Sensor de velocidad de vehículo	azul/ rojo
B3	Masa de sensor de rotación	Gris/rojo
B4	Señal de consumo de combustible	-----
B5	Control de relé de arranque en frío	-----
B6	Control de relé de bomba de combustible	Café/rojo
B7	Línea de comunicación - Terminal J de ALDL	Café/blanco
B8	Tensión de referencia- TPS, MAP e presión do A/C	Negro/blanco
B9	-----	-----
B10	Masa de unidad de comando	Café
B11	Señal da sonda lambda	verde
B12	Señal de sensor de temperatura de motor	azul
C1	Control de lámpara de advertencia	café/ azul-claro
C2	Señal de rotación para o tacómetro	verde
C3	Señal EST B- controle da bobina (cilindro 2 y 3)	negro/ azul oscuro
C4	Tensión de batería- línea 15	negro
C5	Control de motor de paso	verde/ blanco
C6	Control de motor de paso	verde
C7	-----	-----
C8	Control de motor de paso	azul-oscuro/ Negro

C9	Control de motor de paso	azul-claro/ verde
C10	-----	-----
C11	Control de inyectores 2 y 3	Café/blanco
C12	Masa da unidad de comando	Café
C13	-----	-----
C14	-----	-----
C15	Controle de inyectores 1 e 4	Café/blanco
C16	Tensión de batería- línea 30	Rojo
D1	Masa da unidad de comando	Café
D2	Masa de TPS y ECT	Café
D3	Señal de sensor de temperatura	Café/ azul
D4	-----	-----
D5	Señal de solicitud de aire acondicionado	Negro/amarillo
D6	-----	-----
D7	-----	-----
D8	Solicitud de diagnóstico- Terminal B do ALDL	Café/amarillo
D9	-----	-----
D10	Señal EST A- Controle da bobina (cilindro 1 y 4)	negro/ verde
D11	Señal de sensor de presión de aire acondicionado	-----
D12	-----	-----
D16	-----	-----

También se usó la Figura 4.5 que muestra la disposición de los conectores en el socket de la PCM:

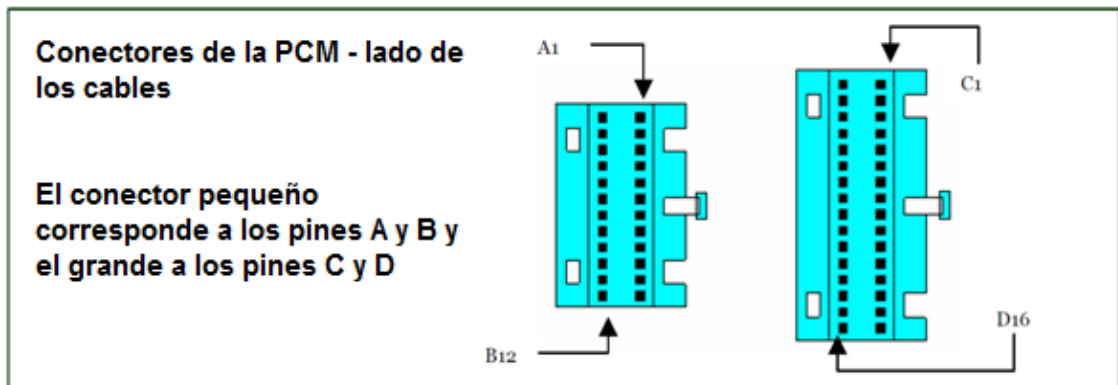


Figura 4.5: Conectores de la PCM

4.1.3.- PROTECCIÓN Y AISLAMIENTO DEL CABLEADO

Se recubrió los cables con para evitar cortocircuitos, daños e interferencias como se muestra en la Figura 4.6.

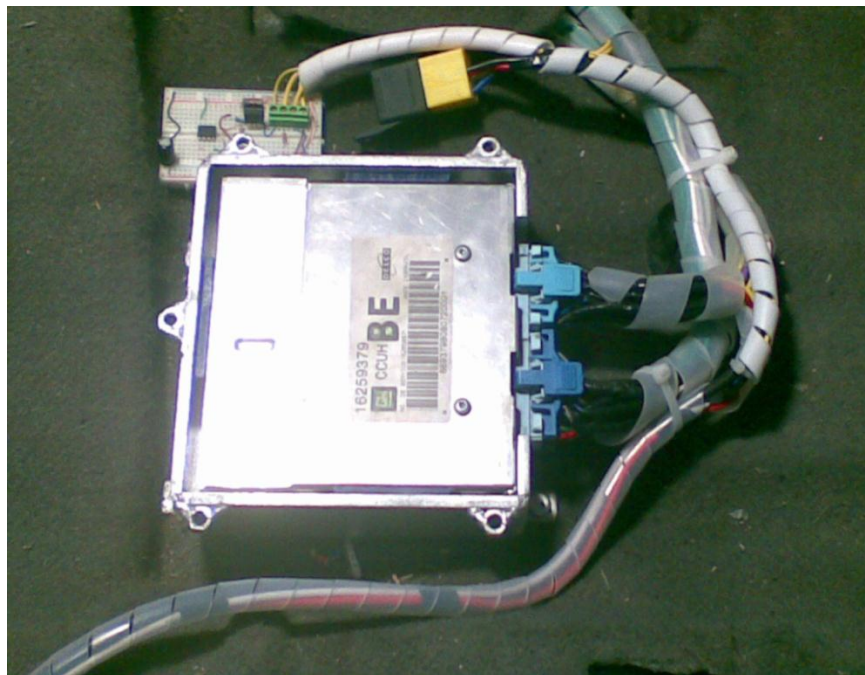


Figura 4.6: Protección del cableado

4.2.- PRUEBAS

Debido a que el sistema fue realizado con un diseño propio, a través de su desarrollo existieron numerosas pruebas para verificar el correcto funcionamiento de cada subsistema. Las verificaciones más importantes fueron las siguientes:

- Correcta obtención de señales desde la PCM
- Correspondencia entre los valores obtenidos por el módulo en relación a valores de otro vehículo y de GPS.

Luego de superar todas las verificaciones y de haberse montado en el vehículo, se confirmó el funcionamiento de todo el sistema en conjunto. Al ser un instrumento de monitoreo, las pruebas consistieron en tomar datos ante distintas condiciones de funcionamiento y compararlos con lecturas adquiridas desde instrumentos digitales similares de precisión aceptable.

Para las referencias de temperatura del refrigerante, velocidad angular del motor, se usó un multímetro automotriz BLUEPOINT MT586.

En la medición de velocidad lineal del vehículo, se utilizó el GPS de un teléfono celular BLACKBERRY JAVELIN, comparando la mencionada variable con la velocidad del móvil con respecto a los satélites, que es recomendable contar con ocho satélites en el GPS para tener unos datos confiables.

Las muestras se tomaron con el vehículo encendido, para observar posibles fluctuaciones debidas a corrientes parásitas.

4.2.1.- MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD ANGULAR DEL MOTOR

En la tabla 4.2 se presenta la comparación de las mediciones obtenidas mediante la lectura patrón de un multímetro y las del presente proyecto.

Tabla 4.2. Mediciones de la velocidad angular del motor

Muestra	Lectura Patrón (Multímetro)	Lectura Sistema	% Error
1	1000	1050	-0.5
2	1400	1390	0.71
3	1800	1785	0.83
4	2200	2220	-0.91
5	2600	2590	0.38
6	3000	3010	-0.33
7	3400	3395	0.14
8	3800	3816	-0.42
9	4500	4521	-0.46
10	5000	4992	0.16

En la Figura 4.7 se muestra el gráfico de dispersión de los datos obtenidos tanto de la lectura patrón como del sistema desarrollado.

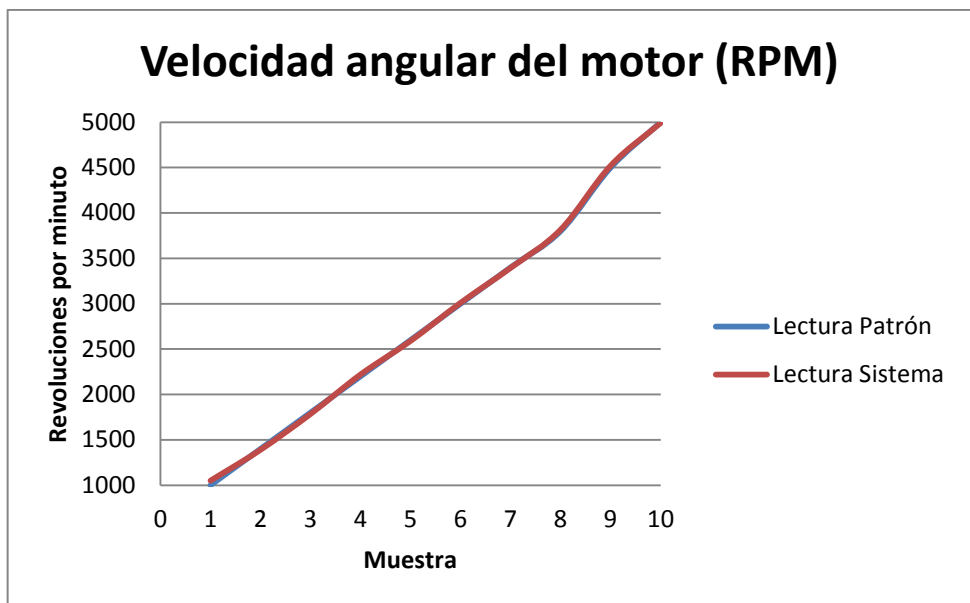


Figura 4.7: Gráfico de dispersión de mediciones de la velocidad angular del motor

El bajo porcentaje de error obtenido demuestra que la velocidad angular medida por parte del sistema es bastante confiable ya que se encuentra en un rango inferior al 1%.

4.2.2.- MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO

En la tabla 4.3 se presenta la comparación de las mediciones de velocidad lineal obtenidas mediante la lectura patrón de un GPS y las del presente proyecto.

Tabla 4.3. Mediciones de la velocidad lineal del vehículo

Muestra	Lectura Patrón (GPS)	Lectura Sistema	% Error
1	10	10	0
2	20	20	0
3	30	30	0
4	40	39	2.5
5	50	51	-2

6	70	71	-1.43
7	80	80	0
8	90	89	1.11
9	100	99	1
10	120	120	0

En la Figura 4.8 se muestra el gráfico de dispersión de los datos obtenidos tanto de la lectura patrón como del sistema desarrollado.

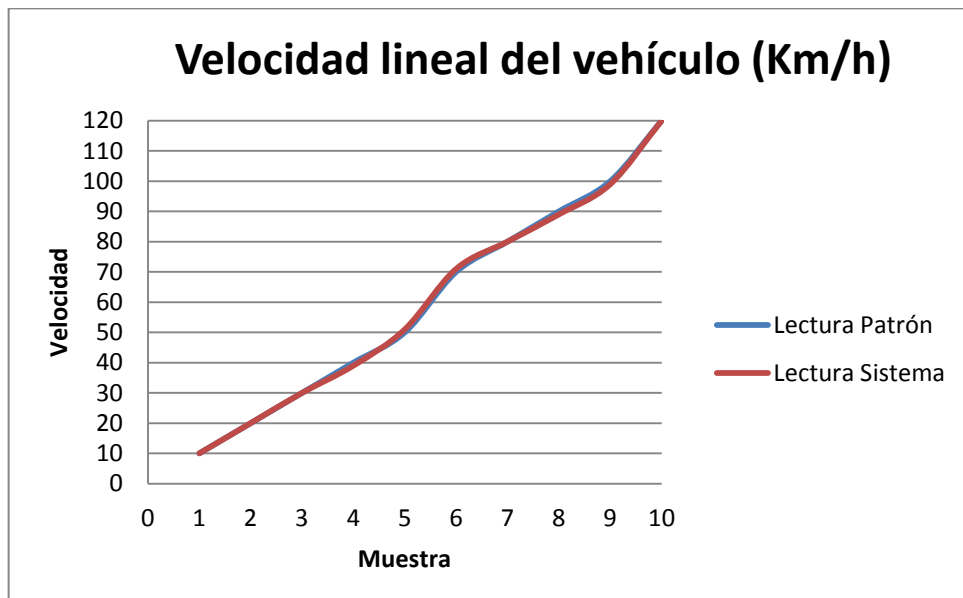


Figura 4.8: Gráfico de dispersión de mediciones de la velocidad lineal del vehículo

El bajo porcentaje de error obtenido demuestra que la velocidad lineal medida por parte del sistema es bastante confiable ya que se encuentra en un rango inferior al 2.5%.

4.2.3.- PRUEBA DE FIABILIDAD EN LECTURA DE HUELLAS

Para desarrollar esta prueba se procedió a realizar varios reconocimientos de huellas, los resultados obtenidos se muestra en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Muestras de lectura de huellas dactilares

Muestra	Usuarios			
	Alberto Pérez		Andrés Salas	
	Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto
1	X		X	
2	X		X	
3	X		X	
4	X		X	
5	X		X	
6	X			X
7	X		X	
8	X		X	
9		X	X	
10	X		X	

11	X		X	
12	X		X	
13	X		X	
14	X		X	
15	X		X	
16	X		X	
17	X		X	
18	X		X	
19	X		X	
20	X		X	
Total	19	1	19	1
Porcentaje de error (%)	5		5	

Según la tabla anterior se puede ver que existe un error pero es aceptable ya que en algunos dispositivos tales como computadoras portátiles que cuentan con el mismo sistema no se accede de manera inmediata y también existe un margen de error.

4.2.4.- PRUEBA DE RECORRIDO

Para esta prueba se comparó la lectura en kilómetros del proyecto desarrollado con la distancia recorrida por otro vehículo en el mismo trayecto. Y los datos obtenidos se muestran en la tabla 4.5.

Tabla 4.5. Comparación de recorridos en Kilómetros

Muestra	Lectura Patrón (Golf)	Lectura Sistema	% Error
1	1	1	0
2	5	5	0
3	6	6	0
4	10	10	0

Las mediciones obtenidas muestran que la diferencia entre los dos sistemas es nula. Haciendo del sistema desarrollado un sistema totalmente confiable.

4.3.- DESEMPEÑO GENERAL DEL SISTEMA

En todas las mediciones realizadas se obtuvieron valores completamente satisfactorios ya que son errores mínimos los cuales hacen al sistema muy confiable.

La Tabla 4.6 muestra el error máximo obtenido con cada una de las variables determinadas.

Tabla 4.6. Error máximo de cada prueba ejecutada

VARIABLE MEDIDA	MÁXIMO ERROR (%)
Velocidad angular	-5
Velocidad lineal	2.5
Fiabilidad de lectura de huellas	5
Distancia recorrida	0

Las pruebas de velocidad angular y lineal muestran que el dispositivo se asemeja en exactitud de medición al tablero de instrumentos del vehículo.

Después de analizar el porcentaje de error obtenido en cada prueba se puede concluir que el dispositivo es confiable y por lo tanto su instalación en cualquier vehículo es fiable.

4.4.- PRESUPUESTO

El presupuesto describe los costos de los elementos del sistema.

Tabla 4.7. Costo de los componentes electrónicos del sistema digital

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Microcontrolador PIC18F452	1	10.00	24.00
Transceptor MAX232	1	0.50	0.50
Regulador de voltaje LM7809	1	0.80	0.80
Regulador de voltaje LM317T	1	0.80	0.80
Optoacoplador 4N25	1	0.50	0.50
Conector DB9 acodado	1	0.80	0.80
Conector DB25 acodado	1	1.00	1.00
Conector DB25 con zócalo	1	0.80	0.80

Array ULN2803	1	0.80	0.80
Zócalo PDIP	10	0.25	2.50
Zócalo SD	1	2.00	2.00
Módulo GLCD 240x128 con BACKLIGHT y panel táctil	1	40.00	40.00
MOSFET canal P IRF9530	1	3.00	3.00
Transistor 2N3904	3	0.10	0.30
Cristal	3	0.50	1.50
Conector MOLEX	9	0.50	4.50
Conector MOLEX de 4 pines	1	0.80	0.80
Caja para alojamiento del sistema	1	4.00	4.00
Cable plano de 20 conductores (0.5m)	1	2.00	2.00
Cable blindado de 4 conductores (4m)	1	8.00	8.00
Relé automotriz 12V/40A	1	3.50	3.50
Cable automotriz N°14 (10m)	1	3.00	3.00
Zócalo para relé automotriz	1	1.00	1.00
Trimmer 1K de alta precisión	1	0.80	0.80
Placa de fibra de vidrio, incluida manufactura	1	20.00	20.00
Elementos de soldadura	1	5.00	5.00
Elementos varios (resistencias, capacitores y leds)	1	6.00	6.00
MEMORIA SD 2GB	1	8.00	8.00
LECTOR BIOMETRICO	1	90.00	90.00
CABLE RS232	1	10.00	10.00
DSPIC30F4011	1	10.00	10.00
RTCDS1307	1	3.00	3.00
PILA DE CR2032	1	1.00	1.00

TOTAL (USD)	259.90
-------------	--------

4.5.- ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

Se debe tener en cuenta que no existe un dispositivo de características afines en el mercado automotriz. Por ello no se puede hacer un análisis comparativo con sistemas similares.

El prototipo, al ser único en su clase, se presenta como una aplicación autotrónica novedosa y por lo tanto está en plena capacidad de ser difundida en el mercado de accesorios automotrices. Además, su naturaleza programable lo hace fácil de instalar en vehículos de distintas características.

Se concluye que el sistema tiene bajo costo en relación a su gran desempeño.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

- El sistema es un dispositivo eficiente que cumple con los requerimientos propuestos en su concepción: es insensible a la interferencia eléctrica, fiable en la administración de los sistemas eléctricos del auto ya que tiene bajo impacto en estos y preciso en la lectura e interpretación de variables.

- Los objetivos planteados al iniciar la creación del sistema fueron cumplidos al finalizar el proyecto.

- Los elementos electrónicos y eléctricos usados en el sistema son dispositivos actuales y de gama alta, los cuales incrementaron la respuesta eficiente del módulo.

- Los elementos electrónicos y eléctricos usados en el sistema permiten usarlo sin preocupaciones de vibración, temperatura en el interior del vehículo, haciendo un sistema eficaz.

- Las funciones de transferencia de los sensores, basados en modelos matemáticos de aproximación, se constituyeron en una excelente herramienta para interpretar señales desde sensores o transductores, cuyas especificaciones eléctricas no se conocen.

- El desarrollo eficiente de este sistema se debió en gran parte a las herramientas de software empleadas. El compilador CCS permitió la programación del firmware del microcontrolador con mucha facilidad. PROTEUS

disminuyó el tiempo empleado en diseñar al permitir simular el hardware y firmware. Además, EAGLE facilitó el diseño de los diagramas electrónicos.

- La comunicación serial es muy utilizada para intercambiar datos entre dos sistemas. En este proyecto se usó la comunicación serial entre el microcontrolador y el DSC que al encontrarse cercanos no fue necesario hacer reparos en las señales de transmisión.
- Las pantallas gráficas hoy en día han ganado mucho territorio a tal punto que en la mayoría de sistemas modernos se puede contar con una de ellas. Este hecho se debe a que permite al usuario observar un campo más amplio de visión. Por este motivo se usó la pantalla gráfica KS-108 la cual al ser controlada con un microcontrolador permite brindar al conductor un sistema fácil de observar.
- En las pruebas de campo los resultados obtenidos indicaron que el prototipo es un sistema confiable, versátil y de alto desempeño ya que los valores de error son relativamente bajos al ser un prototipo creado.

5.2.- RECOMENDACIONES

- Es recomendable complementar este proyecto creando un programa en Visual Basic o LabView para una mejor apreciación de los datos obtenidos ya que estas herramientas facilitan su lectura al graficar curvas de los datos, a su vez siendo más interactivo con el módulo y que los datos no solo sean en texto plano.
- Se recomienda complementar este proyecto con un sistema de rastreo satelital ya que con éste tendríamos un mejor control del vehículo al conocer su ubicación geográfica y los datos proporcionados por el sistema en tiempo real.
- Se recomienda el uso del presente trabajo escrito, como material bibliográfico para la realización de sistemas digitales de gestión automotriz.
- Las librerías utilizadas para la visualización mediante pantallas gráficas LCD, así como los algoritmos de interpretación de los sensores, podrían servir de referencia para realizar sistemas más complejos de instrumentación autotrónica.
- Su instalación se recomienda en vehículos de cualquier marca, origen o tonelaje que se desee conocer su historial, con el único requerimiento que tengan PCM para que su instalación sea de manera efectiva y rápida.
- Se recomienda instalar en los vehículos del Estado para tener un mejor control de su uso, ya sea en Municipios, Gobiernos Provinciales, Policía al igual que en el sector del transporte como taxis y buses.
- Para el registro en el sistema del lector biométrico se recomienda tener los dedos limpios para tener una mayor eficiencia del sistema, además registrar dos dedos para un mismo usuario y de esta manera acceder eficientemente en el

caso que con uno de los dedos registrados no se pueda acceder debido a suciedad o que el dedo se encuentra lastimado.

- El momento de la autenticación se debe intentar iniciar siempre desde el mismo punto, es recomendable que sea 8mm desde el centro de la huella y terminar 8mm después.
- Para su instalación se recomienda ubicarlo en un lugar en el que no se afecte la visibilidad del conductor.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BATES Martin, Interfacing PIC Microcontrollers: Embedded Design by Interactive Simulation, Elsevier, Burlington MA 01803 – USA, 2006.
- CROUSE William, Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, Alfaomega, México, 1992.
- IBRAHIM Dogan, Advanced PIC Microcontroller Projects in C, Elsevier, Burlington MA 01803 – USA, 2008.
- IBRAHIM Dogan, Microcontroller Based Applied Digital Control, John Wiley & Sons, England, 2006.
- JOHNSON David, Análisis Básico de Circuitos Eléctricos, Quinta Edición, Prentice, 1995.
- MUHAMMAD Rashid, Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones, Tercera Edición, Pearson Educación, México, 2004.
- MALVINO Albert Paul, Principios de Electrónica, Sexta Edición, McGraw – Hill, España, 2002.
- MICROCHIP TECHNOLOGY INC, dsPIC30F Family Reference Manual, Microchip Technology Inc, Arizona – USA, 1997.
- MICROCHIP TECHNOLOGY INC, DSPIC30F4011/4012 Datasheet, Microchip Technology Inc, Arizona – USA, 2007.
- MOMPIM, José, Electrónica y automática industriales, Marcombo Boixareu, Barcelona – España, 1979.

- RAMOS Guillermo, Electrónica Digital y Circuitos Integrados, CEKIT Compañía Editorial Tecnológica, Pereira – Colombia, 2000.

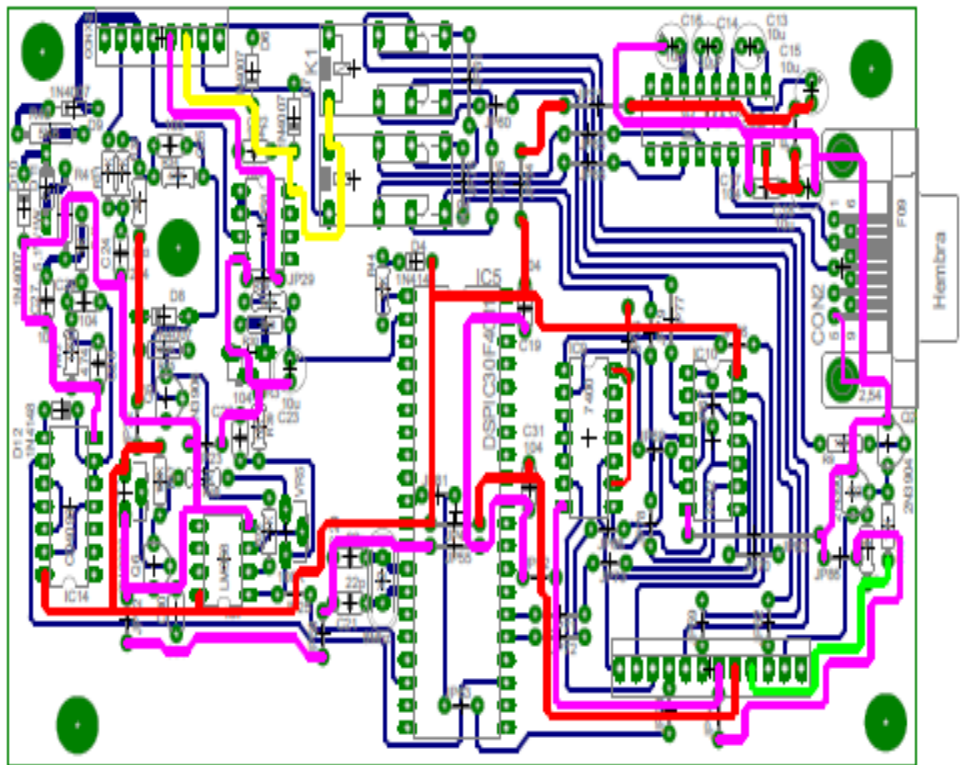
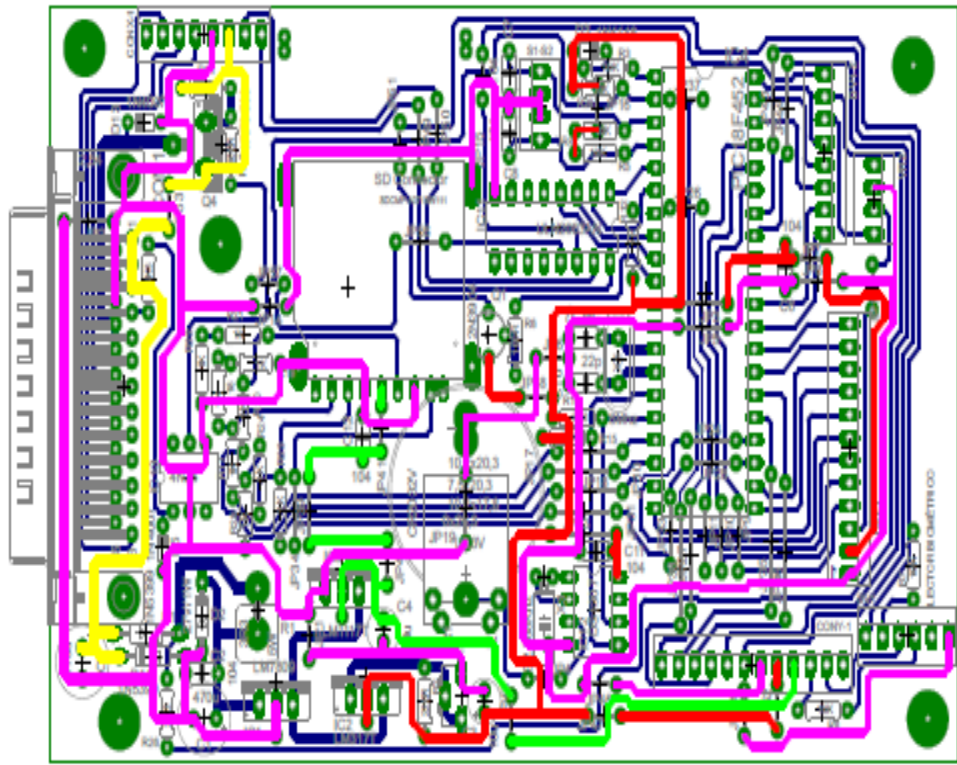
PAGINAS WEB

- <http://ww1.microchip.com/>
- www.sparkfun.com/datasheets/
- <http://www.datasheetcatalog.com/>
- <http://www.olimex.cl/>
- <http://es.wikipedia.org/>
- www.mecanicavirtual.org

ANEXOS

ANEXO A. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL

ANEXO B. DISEÑO DE LAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO



ANEXO C. MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO

CONTENIDO

1. Instrucciones para usuario administrado.....	3
1.1 Configuración del lector biométrico	3
1.2 Configuración del sistema	5
2. Instrucciones para usuario conductor	11
3. Recomendaciones	11

NOTA: Para las siguientes instrucciones, en todo momento deberá estar conectado el arnés de corriente/señales al módulo, el cual se indica en la siguiente Figura:



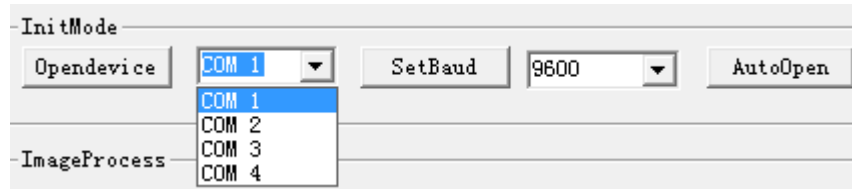
1. -INSTRUCCIONES PARA USUARIO ADMINISTRADOR

1. Conectar el cable de comunicación con la PC.
2. Pulsar el **botón de inicio de conducción** (Botón 1).
3. El usuario registrado como administrador deberá autenticarse.
4. Pulsar inmediatamente el botón 1 durante 2 segundos.
5. Con el botón 2 se navegará a través del menú.
6. Dentro del menú existirán 3 opciones:
 - Biométrico: Agrega y elimina usuarios mediante su huella dactilar.
 - Sistema: Reporte de historiales y configuración de sistema.
 - Salir del menú.
7. Para salir del menú presionar el botón 1 durante 2 segundos y luego el sistema retorna a la pantalla inicial.

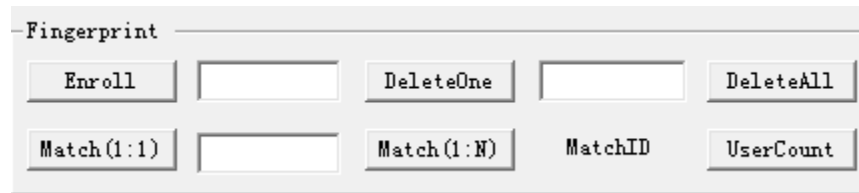
1.1.- Configuración del lector biométrico.

1. Dentro del menú de administrador elegir la opción biométrico, con el botón 1.
2. En la PC abrir el programa **Arotek Fingerprint module test**, y realizar la configuración de usuarios de la siguiente manera:

Para empezar configuración se debe seleccionar el COM al que esté conectado el sistema y seguido escoger el rango de baudios que es 9600 bps, como se indica en la siguiente Figura ya que estos elementos son asincrónicos y carecen de señal de reloj, por lo que su configuración es manual a este rango de baudios.



En la zona **Fingerprint** indicada en la Figura se observa varios botones con los que se puede ingresar, borrar a los usuarios del sistema.



- **Enroll:** Con este botón se puede ingresar una nueva huella, que el sistema identificará como autorizada.
- **DeleteOne:** Borra la huella anterior
- **DeleteAll:** Borra las huellas registradas, vale recordar que con esta función se borra absolutamente todas las huellas, para lo cual obligatoriamente se debe ingresar por lo menos una huella que servirá como administrador, al no hacer esto el sistema no podrá ser configurado.
- **Match (1:1):** Esta función ayuda a confirmar que la huella antes registrada se encuentra en la posición correspondiente y que en el futuro se podrá acceder de manera inmediata.
- **Match (1:N):** Esta función ayuda a encontrar la posición de la huella. Una vez comparada y cuando se obtenga un resultado será desplegado en MatchID.
- **UserCount:** Con esta función se conocerá el número de huellas ya registradas para saber la posición de la próxima huella a registrar.

Todos estos procesos serán guiados a través de la pantalla **Messages** en la cual aparecerán mensajes del estado de la autenticación como se observa en la Figura siguiente



Una vez finalizada la configuración del Lector Biométrico, se procede a dar un clic en el botón **Exit** y de esta manera el proceso habrá sido satisfactorio.

1.2.- Configuración del sistema

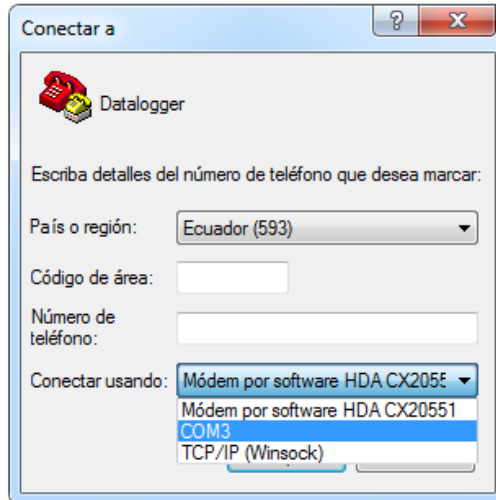
1. En la PC abrir el programa **Hyperterminal** y configurarlo de la siguiente manera:

Para comenzar la configuración, diríjase al botón de **Inicio** y seleccione: **Programas - Accesorios - Hyperterminal**.

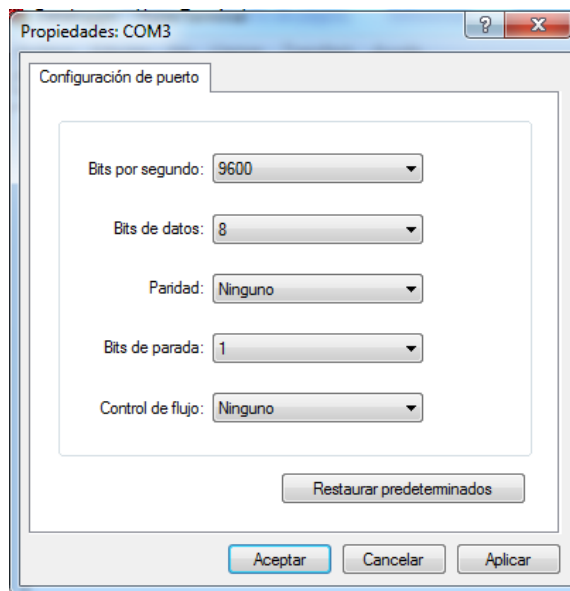
Al presentarse la pantalla como la que se muestra en la Figura siguiente, en el campo **Nombre**, escriba el nombre con el que desea identificar la sesión y oprima el botón de **Aceptar**.



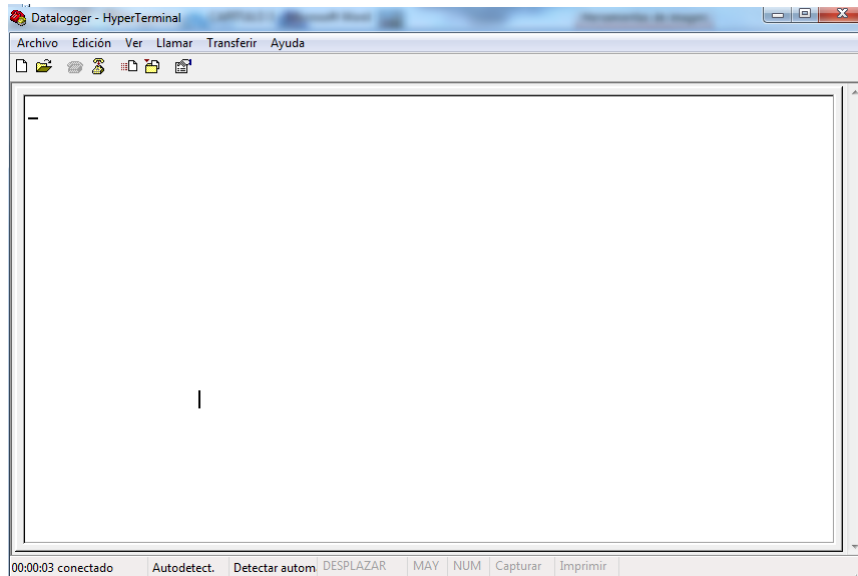
En el campo de **Conectar usando**, se selecciona el puerto de comunicación (COM) en donde se encuentra el módem instalado, como se muestra en la Figura, oprima el botón **Aceptar**.



Las propiedades del puerto (COM x) deben configurarse de manera que se sincronicen con el sistema embebido con el que se está conectando con los valores ingresados mostrados en la Figura, éstos son los valores idóneos para establecer la comunicación del puerto Serial RS 232 al USB. En esta pantalla oprima el botón de **Aceptar**.



En la pantalla empezará a titilar el cursor como se observa en la siguiente Figura, aquí se deberá escribir los comandos a usar al igual que se podrá leer los datos recibidos del otro extremo del puerto conectado.



2. Dentro del menú de administrador elegir la opción **Sistema**, con el botón 1.
3. En este momento aparecerá la palabra **CONSOLA**, lo que indica que ya existe comunicación entre el módulo y la PC.
4. Existen 7 opciones de configuración.

Al presionar las siguientes letras en el teclado se configurará lo siguiente:

- “A”: Muestra el reporte de conducción.

A

OK

Historial de conduccion

	INICIO	FINALIZACION	USUARIO	RPMx1000	KPH	DISTANCIA
1	/6 /4 11:70:70	1 /6 /4 11:70:70	ANDRES SALAS 02	0	0	0

- “B”: Muestra los usuarios registrados en el sistema.

Usuarios registrados

2 ALBERTO PEREZ 01

3 ALBERTO PEREZ 02

4 ALBERTO PEREZ 03

5 ANDRES SALAS 01

6 ANDRES SALAS 02

7 ANDRES SALAS 03

8 USUARIO REGISTR

9 USUARIO REGISTR

- “C”: Muestra las fechas restringidas.

```
C
OK

Fechas restringidas
1 6/ 4/11/
2 0/ 0/ 0/
3 0/ 0/ 0/
4 0/ 0/ 0/
5 0/ 0/ 0/
6 0/ 0/ 0/
7 0/ 0/ 0/
```

- “D”: Borra los registros de conducción.

D

OK

- “E”: Cambiar el nombre de los usuarios registrados.

Tiene el siguiente formato:

02, XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Existe la posibilidad de almacenar hasta 8 usuarios los cuales estarán enumerados del 02 al 09. Para cambiar el nombre de cualquier usuario se debe ingresar el número del usuario seguido del nombre y apellido al que se desea cambiar (el nuevo nombre podrá tener máximo 16 caracteres). Presionar ENTER y a continuación se desplegará la lista completa de usuarios y se verificará que el cambio ha sido satisfactorio.

E

01ALBERTO PEREZ_

- “F”: Configura la fecha y la hora.

El reloj se muestra en el siguiente formato:

DIA, MES, AÑO, HORA, MINUTO, SEGUNDO

Para configurarlo se debe ingresar los valores sin espacios, y todos los valores deberán ser de 2 dígitos. Y al finalizar presionar ENTER y la nueva fecha será visualizada momentáneamente en la pantalla GLCD del módulo para su verificación.

F

080411122300

- “G”: Ingresar fechas de restricción.

Se lo hace mediante el siguiente formato:

01-15, DIA, MES, AÑO

Se puede ingresar hasta 15 fechas, y la fecha se la ingresa sin espacios y cada número deberá ser de 2 dígitos.

```
G
01080411
OK
1  8/ 4/11/
2  0/ 0/ 0/
3  0/ 0/ 0/
4  0/ 0/ 0/
5  0/ 0/ 0/
```

Para borrar las fechas: Ingresar 8 ceros sin espacios y presionar ENTER.

```
G
00000000
OK
```

2.- INSTRUCCIONES PARA USUARIOS CONDUCTORES

1. Presionar el botón 1 de inicio de conducción.
2. Deslizar la huella digital en el lector. La huella se la debe deslizar 8 mm bajo el centro de la huella y hasta 8 mm sobre el centro de la huella.
3. Una vez autenticada la huella, aparecerá el nombre del usuario y se dispondrá de 10 segundos para poner contacto en el vehículo, caso contrario el vehículo se bloqueará nuevamente.
4. Poner contacto en el vehículo.
5. Aparecerá la pantalla que muestra los datos y se podrá iniciar la conducción.
6. Al finalizar la conducción se deberá quitar contacto para que el historial finalice. Se dispone de 10 segundos para volver a poner contacto e iniciar otro registro de conducción con el mismo usuario, caso contrario el vehículo se bloqueará nuevamente.

3.- RECOMENDACIONES

- Ajustar siempre los tornillos de los conectores.
- Tener las manos limpias al momento de autenticar una huella.
- Cambiar la pila de suministro de corriente aproximadamente cada 2 años para evitar el reinicio del reloj.

ANEXO D. ARTÍCULO PARA REVISTA

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL E HISTORIAL DE CONDUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE ITINERARIOS EN VEHÍCULOS AUTOMOTRICES DE SERVICIO PÚBLICO O PRIVADO

INTRODUCCIÓN

La mayoría de empresas privadas y públicas, indistintamente de su naturaleza y función, requieren de servicios logísticos proporcionados por automotores. Así, camiones de transporte de carga, patrulleros, camionetas repartidoras de suministros y encomiendas, vehículos para gestión y mantenimiento de servicios básicos, taxis, buses, entre otros, circulan día a día por las calles y carreteras de nuestro país. La honestidad va de la mano con el respectivo uso que sepan dar los choferes a los automotores usados y sus respectivas funciones a las que fueron designados.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

El sistema cuenta con un lector biométrico para autenticación de huellas dactilares, un reloj y calendario, memoria micro SD de 2 GB de capacidad, pantalla gráfica GLCD. Además el dispositivo cuenta con un puerto RS232 para conexión al PC mediante USB, para configuración y visualización de registros.

Los registros informan la fecha de inicio y finalización de la conducción, usuario del vehículo, revoluciones máximas del motor, velocidad máxima del motor y distancia recorrida. Para esto el sistema cuenta con un subsistema de sensado en el cual se encuentran los siguientes sensores:

Con la utilización conjunta de nuevas tecnologías, y en base a la problemática citada, resulta indispensable el diseño de un sistema orientado al control de vehículos mediante la grabación de historiales de conducción y la administración de itinerarios. Los medios portátiles para almacenamiento de información han tenido gran acogida en los usuarios de sistemas informáticos. Entre estos tenemos a las memorias SMART MEDIA, MMC, COMPACT FLASH, MS, PRO, DUO, SECURE DIGITAL, USB, entre otras. Particularmente estas dos últimas son las más difundidas debido a su bajo precio, portabilidad, adaptabilidad y tamaño.

en el cual se encuentran los siguientes sensores:

a. Sensor de velocidad angular.

Para este motor en particular, con encendido DIS de chispa desperdiciada, se toma la señal desde la salida para tacómetro del PCM. En la señal que emite el sensor de revoluciones existen 2 consideraciones: La primera es que a mayor distancia entre el sensor y la rueda dentada la frecuencia de la onda aumentará, y el circuito está diseñado para que se coloque primero el sensor a una distancia determinada y

luego se configure la señal de entrada al sistema. Y la segunda es que a más revoluciones del motor la frecuencia de la señal aumentará, para lo cual existe el modulo CCP dentro del DSC (Controlador digital de señales) para medir el ancho de pulso; claro que esto se logra después de que la señal sea tratada y convertida en una señal cuadrada.

b. Sensor de velocidad lineal.

Para la determinación de esta variable se utiliza el mismo circuito diseñado para la lectura de velocidad angular del motor. La diferencia marcada con el anterior circuito se encuentra en que esta señal es tomada del Controlador digital de señales, mide el ancho de pulso a través del modulo CCP, el circuito permite calibrar el punto de disparo y el punto de cruce por cero en relación al tamaño del entrehierro y a la geometría y material de los dientes del reluctor.

Las señales de los sensores fueron tomadas directamente de la PCM del vehículo, utilizando el manual de servicio del e identificando mediante colores los cables respectivos de cada sensor.

CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO

Se pueden configurar dos aspectos, el sistema y el lector biométrico. Las dos configuraciones se las realiza con una PC la cual se conecta al módulo a través de un cable USB/RS232. Para configurar el sistema se utiliza un programa llamado HYPERTERMINAL, y dentro del mismo se puede cambiar nombres de usuarios, configurar fecha y hora, establecer fechas de restricción, visualizar registros, usuarios y fechas.

Para configurar el lector biométrico se utiliza un software propio del lector llamado EM01TEST, dentro del cual se puede autenticar nuevas huellas, comprobar usuarios registrados y borrar huellas.

Para todas estas funciones existe un manual de usuario que explica paso a paso como realizarlas.

REALIZADO POR:

ANDRES SALAS SAMPEDRO

ALBERTO PÉREZ CÓRDOVA

ING. JUAN CASTRO

**DIRECTOR DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

DR. EDUARDO VÁSQUEZ

**DIRECTOR DE LA UNIDAD
DE ADMISIÓN Y REGISTRO**