

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PARÁMETROS DE UN AUTOMÓVIL

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

ESTÉVEZ FREIRE LILA GRIMANESA

DIRECTOR: NELSON SOTOMAYOR, MSc.

Quito, septiembre 2006

DECLARACIÓN

Yo, Lila Grimanesa Estévez Freire, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley, Reglamento de Propiedad Intelectual y por la normatividad institucional vigente.

Lila Estévez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Lila Estévez, bajo mi supervisión.

Nelson Sotomayor, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Francisco y Marina, porque siempre me han apoyado incondicionalmente, a mis hermanos Vivien, Darío y Danilo porque siempre han estado a mi lado y a mis amigos porque me han brindado su apoyo cuando lo he necesitado.

Especialmente quiero agradecer al Ingeniero Nelson Sotomayor por todo el tiempo que ha dedicado en la dirección de este proyecto, por su gran ayuda y su paciencia durante la elaboración del mismo. GRACIAS

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, hermanos, y a una persona muy especial que siempre estuvo a mi lado.

CONTENIDO

DECLARACION	ii
CERTIFICACION	iii
CONTENIDO	iv
RESUMEN	vii
PRESENTACIÓN	ix

Capítulo 1: FUNDAMENTOS BASICOS

1.1 COMPUTADOR DE ABORDO	1
1.1.1 COMPUTADOR FUL-MAR DG-512	2
1.1.2 COMPUTADOR DE ABORDO DL-10	3
1.1.3 FLEET MANAGER 200PLUS	4
1.1.4 ROAD SAFETY 1000	4
1.2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE VEHÍCULOS	6
1.2.1 EL RADIADOR	8
1.2.2 TAPÓN DEL RADIADOR	9
1.3 SISTEMA DE COMBUSTIBLE	10
1.3.1 SISTEMA CARBURADO O DE ADMISIÓN NATURAL	10
1.4 SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR	12
1.4.1 PRESIÓN DE ACEITE DEL MOTOR	14
1.5 SENSORES	15
1.5.1 SENSOR DE NIVEL POTENCIOMÉTRICO	16
1.5.2 SENSOR DE NIVEL ON-OFF	17
1.5.3 SENSOR DE PRESION	17
1.5.4 SENSOR DE LUZ	18
1.5.4.1 FOTORRESISTENCIAS	18
1.5.5 SENSOR DE TEMPERATURA LM35	19
1.5.5.1 CARACTERÍSTICAS	20
1.5.6 SENSOR DE CONTACTO	21
1.5.7 SENSOR ÓPTICO DE BARRERA	21

Capítulo 2: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

2.1 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA	24
---	----

2.2 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE	26
2.3 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE NIVEL DE LIQUIDO REFRIGERANTE	27
2.4 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE PRESIÓN	28
2.5 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE LUZ	29
2.6 RELOJ EN TIEMPO REAL DS1307	31
2.6.1 OPERACIÓN	32
2.6.2 MAPA DE DIRECCIÓN DE RAM Y RELOJ EN TIEMPO REAL	32
2.6.2.1 RELOJ Y CALENDARIO	33
2.6.3 COMUNICACIÓN	33
2.6.3.1 BUS NO OCUPADO	34
2.6.3.2 INICIO DE LA TRANSFERENCIA DE DATOS	35
2.6.3.3 PARADA DE LA TRANSFERENCIA DE DATOS	35
2.6.3.4 DATO VÁLIDO	35
2.6.3.5 ACKNOWLEDGE	36
2.6.3.6 MODO ESCLAVO RECEPTOR	36
2.6.3.7 MODO ESCLAVO TRANSMISOR	36
2.7 INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA	37
2.7.1 DISPLAY LCD	38
2.7.2 PULSADORES Y LED INDICADOR	41
2.8 CONTADOR DE KILÓMETROS	42
2.9 MICROCONTROLADOR	43
2.10 FUENTE DE ALIMENTACIÓN	46
2.11 DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS	48

Capítulo 3: DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL

3.1 INICIALIZACIÓN	51
3.2 PROGRAMA PRINCIPAL	52
3.3 SUBRUTINAS	53
3.3.1 DISPLAY	53
3.3.2 PONMENU	54
3.3.3 ODOMETRO	54
3.3.4 PREMAL	55
3.3.5 NIMAL	55
3.3.6 FIZQMAL	56
3.3.7 FDERMAL	56
3.3.8 DIZFRON	56
3.3.9 DIZPOS	57
3.3.10 DDEFRON	57
3.3.11 DDEPOS	58

3.3.12 RELOJ	58
3.3.13 RELOJ_I	59
3.3.14 ACEITE	59
3.3.15 GAS	59
3.3.16 LED	60
3.3.17 DIV16_8	60
3.3.18 MULTI	60
3.3.19 E_EEPROM	61
3.3.20 L_EEPROM	61
3.3.21 INIT_LCD	61
3.3.22 ESCRIBIR	62
3.3.23 NIGAS	62
3.3.24 G_ODOMETRO	63
3.3.25 G_KILOMETROS	63
3.3.26 L_KILOMETROS	63
3.3.27 L_ODOMETRO	63
3.4 INTERRUPCIONES	63
3.4.1 INTERRUPCIÓN EXTERNA	63
3.4.2 INTERRUPCIÓN DEL CONVERTOR A/D	64
3.5 TABLAS UTILIZADAS	64
3.6 DIAGRAMAS DE FLUJO	66

Capítulo 4: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 UBICACIÓN DE SENSORES	89
4.2 PRUEBAS	91
4.2.1 SENSORES DE LUZ	91
4.2.2 SENSOR DE PRESIÓN	92
4.2.3 SENSOR DE NIVEL DEL LIQUIDO REFRIGERANTE	93
4.2.4 SENSOR DE TEMPERATURA	93
4.2.5 SENSOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE	94
4.2.6 CONTADOR DE KILÓMETROS	95
4.3 RESULTADOS	96
4.4 LISTA DE ELEMENTOS Y PRECIOS	97

Capítulo 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
-----------------------------------	-----

ANEXOS

RESUMEN

Para hacer más fácil el uso y para tener un adecuado mantenimiento de los vehículos en la actualidad la mayor parte de fabricantes incluyen en ellos un sistema de información de parámetros al cual le denominan Computador de a Bordo, dependiendo del costo del sistema este podrá entregar poca o mucha información que será de utilidad para alertar a los usuarios cuando alguno de los parámetros analizados no funcione adecuadamente.

Considerando que en el país existe una gran cantidad de vehículos que no poseen este sistema, en el presente proyecto se diseña y construye un sistema de información de parámetros de un automóvil que es capaz de detectar nivel mínimo de agua del radiador, presión del aceite, nivel de combustible. Adicionalmente da información al usuario sobre cuando rellenar el tanque de combustible, cambiar de aceite, cambiar focos de luces de frenos y direccionales, además muestra fecha, hora y temperatura en el interior del vehículo.

Para el monitoreo de los diferentes parámetros se utilizará un microcontrolador PIC16F877A, toda la información que este deba dar al usuario se presenta en un display LCD alfanumérico 20X4, adicionalmente se tiene un led bicolor que indica el estado del sistema, si es normal esta en verde en caso contrario se pone en rojo.

Con el presente trabajo se pretende dar una alternativa económica de sistema de información de parámetros de un automóvil para ser montado en cualquier tipo de vehículo motorizado.

PRESENTACION

El presente proyecto pretende ser una herramienta para que el mantenimiento de los vehículos (en lo que tiene relación al cambio de aceite, nivel de agua y combustible) se lo realice en los plazos establecidos y que se informe a los usuarios cuando alguna de las luminarias que forman parte del sistema estén defectuosas y deban ser reemplazadas, esto se hace ya que es muy conocido que muchas veces los usuarios de vehículos olvidan cuando se debe realizar los mantenimientos y por otro lado muchas veces es difícil para las personas darse cuenta que las luminarias de su vehículo no funcionan.

El presente proyecto esta estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se ve de manera general sistemas similares al que se va a implementar, se realiza una descripción de los sistemas que serán monitoreados y el tipo de sensores y actuadores que serán utilizados en el proyecto.

El diseño de los circuitos electrónicos y del sistema microprocesado utilizado para la adquisición de datos y el control global del proyecto se ven en el capítulo 2.

En el capítulo 3 se explica con detalle el programa principal y cada una de las subrutinas que forman parte del programa que controla el sistema de información de parámetros de un vehículo y se presentan los diagramas de flujo de cada uno de ellos.

Las pruebas y resultados que se obtienen del presente proyecto así como el listado de elementos utilizados y el costo del proyecto se presenta en el capítulo 4.

En el capítulo 5 se dan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en la realización del proyecto de titulación.

Finalmente se presentan en los anexos el manual de usuario del sistema, los esquemáticos de las tarjetas implementadas, el plano de posicionamiento y el circuito impreso, así como el listado de elementos utilizados con sus respectivos valores y las hojas de datos de algunos elementos utilizados.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS BÁSICOS

En los últimos años con la finalidad de dar mayor confort a los usuarios de vehículos, los fabricantes de los mismos han incluido electrónica sofisticada a través de la cual se puede tener información de muchos parámetros propios del vehículo, dicha información ayuda a mantener en las mejores condiciones a lo que hoy en día en lugar de un lujo se ha convertido en una herramienta de trabajo o un medio de transporte, los vehículos motorizados.

Hasta hace algunos años atrás era inconcebible el pensar que llegaría el momento en que sea el propio vehículo el que informe a los conductores de posibles daños en él o que de información de mantenimientos que deben ser realizados. Con el avance tecnológico esto es ahora una realidad, y cada día sistemas electrónicos más sofisticados podrían ser montados en los vehículos para hacer de ellos elementos seguros y confiables. El grado de sofisticación del sistema dependerá de la cantidad de dinero que se quiera invertir en el mismo.

En el presente capítulo se realiza de manera general un estudio de este tipo de sistemas de ayuda que son denominados computador de abordo así como de los sistemas del vehículo que son motivo de interés para el presente proyecto, es decir aquellos cuya información será presentada, finalmente se presenta información general los sensores que formarán parte del sistema de medición de parámetros de vehículos motorizados a ser implementado.

1.1 COMPUTADOR DE ABORDO

En esta sección se presentan varios sistemas de información de parámetros que se encuentran actualmente en el mercado con la finalidad de conocer sus características y tener una referencia con la cual comparar el sistema que es desarrollado en el presente proyecto.

1.1.1 COMPUTADOR FUL-MAR DG-512 [1]

Este computador permite registrar todas las operaciones realizadas por el conductor y las desarrolladas por el vehículo. Esta información se da al conductor a través de una pantalla de cristal líquido, en la cual se puede visualizar en forma gráfica y alfanumérica eventos tales como, ubicación geográfica, gráfica de velocidades del vehículo, reportes de frenados bruscos, información del último servicio técnico, entre otros.

Se le puede añadir un GPS, el mismo que registra la posición geográfica del automotor (latitud y longitud), este dispositivo puede ser muy útil en caso de pérdida del mismo. Permite conectarse a un celular con sistema GSM, con el fin de dar información directa de ciertos parámetros del vehículo.

Las funciones del computador de abordo son:

- Caja Negra
- Estadísticas del uso del vehículo
- Mantenimiento Mecánico Programado
- Protector del motor contra rotura
- Registro de Viaje por coordenadas
- Registro de Operaciones

Los datos almacenados en el COMPUTADOR pueden ser transferidos a un computador personal con sistema operativo Windows (95, 98, 2000, XP), en el cual utilizando la base de datos FUL-MAR se puede: almacenar, clasificar, filtrar y graficar toda la información registrada por el computador de abordo, para luego examinar e idear soluciones a problemas que se hayan presentado en el vehículo.

1.1.3 FLEET MANAGER 200PLUS

El FM200 es un computador de abordo que registra datos extensos del funcionamiento del vehículo y del conductor, así como otros eventos que pueden ser definidos por el usuario (combustible usado, puerta de carga abierta, temperatura fuera de rango, etc.), los datos pueden ser transferidos a un computador usando el puerto de comunicaciones o por vía GSM. Esta plataforma modular es reprogramable y se le puede añadir funciones. Cuenta con un software (VDO FM 200 plus) que permite grabar datos del conductor, datos que fueron previamente programados por el usuario, si se excedieron los límites normales de operación, además podría dar señales de alerta visuales y audibles [3].



Figura 1.3 FM200 plus, tomado de [3]

1.1.4 ROAD SAFETY 1000

El RS-1000 supervisa velocidad del vehículo, maniobras que requieren excesiva fuerza, frenando difícil, el conducir errático. Una vez que el RS-1000 esté instalado correctamente, si en algún momento el vehículo está funcionando de una manera insegura, por ejemplo conducir a las altas velocidades, la "caja negra" da al conductor una alarma amonestadora audible.

Si el conductor no hace caso de la advertencia y no puede tomar la acción correctiva, el sistema emite un tono constante de alarma hasta que el vehículo regrese a conducción segura. Todas las condiciones inseguras se registran en el computador para que los datos puedan ser analizados posteriormente en un computador personal [4].



Figura 1.4 Computador de a bordo RS-1000, tomado de [4]

Los computadores de abordo son normalmente diseñados para dar confort y seguridad a los usuarios de automotores, y como se vio en los literales anteriores pueden ser adicionalmente una herramienta para evaluación tanto de los conductores como del vehículo, actualmente sistemas de este tipo se montan en flotas de camiones o buses con la finalidad de conocer en todo momento su ubicación y el estado del conductor, el vehículo y la carga.

Con el fin de proporcionar a los conductores de vehículos una herramienta que les ayude a conocer parámetros importantes del vehículo, en el presente proyecto se implementa un sistema que es capaz de dar información visual de ciertos parámetros del vehículo y adicionalmente en caso de mal funcionamiento de alguno de ellos da una alarma visual. Los parámetros cuya información se da al usuario son:

- Nivel de combustible
- Nivel bajo de agua del radiador
- Baja presión del aceite
- Fecha, hora y temperatura en el interior del vehículo

Adicionalmente el sistema da información de cuando se debe:

- Rellenar el tanque de combustible
- Cambiar de aceite
- Cambiar luces de freno y direccionales

Los detalles del diseño del sistema se verán en los capítulos posteriores.

1.2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE VEHICULOS

Cuando el motor está funcionando, la temperatura de todas sus piezas se eleva debido al calor que se genera en la cámara de combustión, este calor podría hacer que el motor rápidamente se sobrecaliente y se dañe, para prevenir el sobrecalentamiento se cuenta con el sistema de enfriamiento. El sistema de enfriamiento más utilizado es el sistema de enfriamiento por agua ya que no sólo entrega enfriamiento estable, sino que además, puede ayudar a controlar el ruido del motor y la transferencia del calor del refrigerante puede ser usada en la calefacción del vehículo [5].

Las partes principales del sistema de enfriamiento del motor son: Radiador, tapón a presión del radiador, mangueras, termostato, bomba de agua, ventilador y la banda.

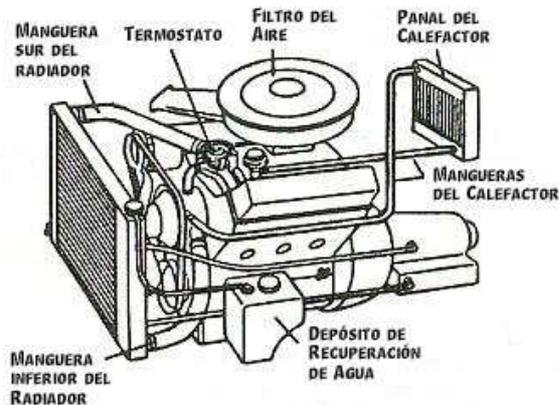


Figura 1.5 Partes del sistema de enfriamiento, tomado de [6]

La bomba aspira el refrigerante del fondo del radiador por medio de una manguera y lo hace circular a presión por los conductos que hay alrededor de las áreas calientes: los cilindros, las cámaras de combustión, las válvulas y las bujías.

Las camisas de agua vaciadas en el bloque del motor y en las culatas de cilindros son el camino para que el refrigerante fluya entre las paredes de los cilindros y a través de las culatas de los cilindros a fin de enfriar el motor. Luego el refrigerante pasa por medio de una manguera a la parte superior del radiador y fluye por una serie de tubos conectados a las aletas de enfriamiento que están expuestas al aire libre, transfiriendo de esta manera el calor del refrigerante al aire que pasa forzado por los conductos del radiador al ser aspirado por el ventilador y el movimiento hacia adelante del automóvil. Cuando el refrigerante llega a la parte inferior del radiador, ya se ha enfriado lo suficiente como para volver a empezar el ciclo [6].

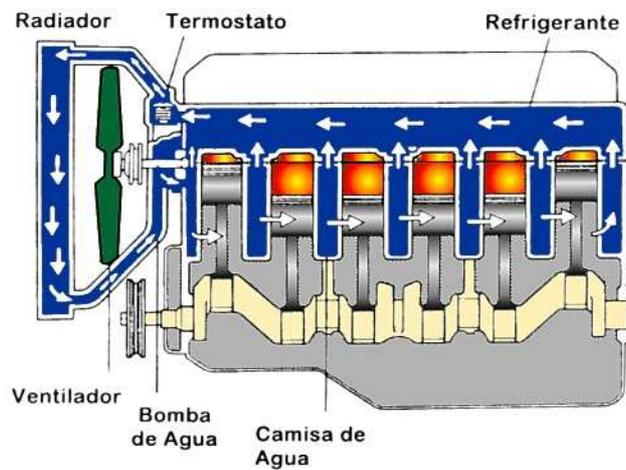


Figura 1.6 Circulación del refrigerante, tomado de [7]

1.2.1 EL RADIADOR

El radiador enfría al refrigerante cuando este alcanza una temperatura elevada, esta formado por muchos conductos con aletas sobre ellos, a través de los cuales el refrigerante fluye antes de que retorne al motor. El radiador es enfriado por el aire que es aspirado por el ventilador o por el viento que golpea a este en el frente mientras que el vehículo se está moviendo [5].

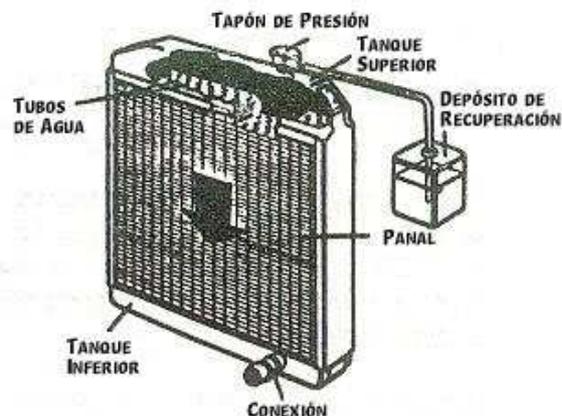


Figura 1.7 Radiador, tomado de [6]

1.2.2 TAPÓN DEL RADIADOR [8]

Las funciones del tapón del radiador son mantener la correcta presión interna así como el volumen del refrigerante en el sistema de enfriamiento, así el tapón del radiador controla el flujo del refrigerante entre el radiador y el tanque de recuperación. El tapón del radiador tiene una capacidad en presión determinada por lo que se debe usar el tapón con la presión recomendada.

En la Figura 1.8 (A), se muestra el tapón en su posición normal, en esta posición las válvulas están completamente cerradas, la condición en la que el refrigerante llegó a una temperatura en la que aumentó su volumen (Figura 1.8 (B)), con lo que vence la resistencia de la válvula y pasa el excedente del refrigerante del radiador al tanque de recuperación a través de la manguera (E).

Cuando el motor ya se enfrió, se reduce el volumen del refrigerante que está en el motor, por lo que al funcionar se genera un vacío en el interior del mismo y abre la válvula del tapón permitiendo de esta manera el flujo del refrigerante del tanque de recuperación al radiador (ver Figura 1.8 (B)). En la Figura 1.8 (F) se muestra el accionamiento mecánico que algunos tapones tienen para liberar la presión interna del sistema de enfriamiento antes de remover el tapón. En los tapones actuales esta condición se obtiene al abrirlo girándolo para que libere solamente el primer paso en su mecanismo de sujeción, en esta posición se reduce en manera considerable la presión que mantienen las válvulas del tapón sobre el sistema de enfriamiento.

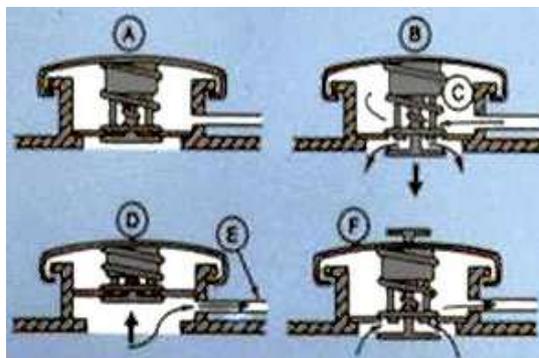


Figura 1.8 Funcionamiento del tapón del radiador, tomado de [8]

En la actualidad ya no es necesario tener acceso al tapón del radiador en forma constante (para vehículos que tienen tanque de recuperación) como se hacía en el pasado, ahora la revisión del nivel del refrigerante se hace en el tanque de recuperación y es ahí en donde se le agrega la cantidad de refrigerante necesario para mantener el nivel recomendado por el fabricante, por lo que en el presente proyecto se colocará un sensor de nivel on/off en este tanque para revisar el nivel mínimo recomendado por el fabricante.

1.3 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

El sistema de combustible dosifica la mezcla adecuada de aire y combustible a la cámara de combustión acorde a las condiciones de operación del vehículo para el mejor aprovechamiento del combustible.

Existen diferentes sistemas de combustible entre ellos, se tienen: los sistemas carburados o de admisión natural y los sistemas de inyección que pueden ser por el tipo de inyección: continua o intermitente, por la posición del inyector: directa o indirecta o por el punto de inyección que puede ser en un solo punto (inyección monopunto) o en varios puntos (multipunto) [9].

1.3.1 SISTEMA CARBURADO O DE ADMISIÓN NATURAL [9]

Este sistema cuenta con un carburador el cual se encarga de dosificar la mezcla aire - combustible a la cámara de combustión, utilizando el principio de tubo venturi, es decir, generando un vacío en la parte más estrecha del tubo lo cual provoca la succión del combustible al pasar el aire por este estrechamiento.

Este sistema esta formado por:

- Tanque o depósito de combustible
- Filtro de combustible
- Líneas de combustible
- Bomba de combustible mecánica (de diafragma)
- Múltiple de admisión
- Carburador

- Ahogador o “choke”
- Válvula de aceleración
- Línea de retorno
- Filtro de aire

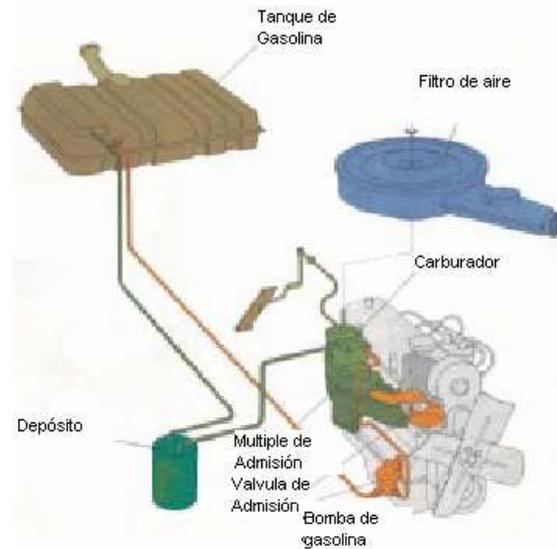


Figura 1.9 Sistema de combustible carburado, [9]

Mayor información sobre los diferentes tipos de sistemas de combustible los encuentra en la referencia [9].

En el presente proyecto al trabajar sobre este sistema se medirá el nivel del tanque de gasolina, con la finalidad de informar al usuario cuando el nivel del mismo este bajo para que se lo rellene. Al manipular el tanque de gasolina se debe tener mucha precaución ya que es explosivo, por lo que no sería recomendable la colocación de dispositivos que puedan generar chispa en su interior, debido a esto y por seguridad para realizar la medida del nivel se tomará la señal que proporciona el sensor que viene colocado de fabrica en el interior del tanque.

1.4 SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR

La finalidad del engrase del motor es interponer una película de aceite entre las superficies móviles del mismo, que se mantenga en cualquier condición en que trabaje el motor. Esta película de aceite reduce el rozamiento entre las piezas y disipa el calor producido por el mismo. Las superficies metálicas no son completamente lisas, si estas piezas se hacen frotar una contra otra y se someten a una fuerte presión, se produciría un desgaste de las mismas debido al rozamiento. En el sistema de engrase, el aceite se recoge del cárter inferior, donde se halla depositado, por una bomba que lo lleva a los distintos puntos a engrasar. La circulación del aceite por todos los conductos, lubrica las partes móviles, disminuye el rozamiento y realiza una refrigeración de estas partes. Cuando el motor gira más rápido, la bomba manda más aceite a las canalizaciones y por ello puede llegar un momento en que la presión en las canalizaciones sea excesiva, para evitar esto, se dispone de una válvula de descarga [10].

El aceite de engrase arrastra consigo impurezas en forma de partículas finas de carbón y polvo metálico, que deben ser retenidas para evitar que lleguen a los distintos puntos de engrase, donde producirían una acción de esmerilado. Por ello es necesario que el aceite mandado a las canalizaciones de engrase sea filtrado, para esto se usa los filtros de aceite.

Como se muestra en la Figura 1.10, el aceite es succionado por la bomba a través de un filtro de malla y por el tubo de succión. La bomba envía al lubricante a través del enfriador de aceite y del filtro, para distribuirlo a todo el motor por las galerías, conductos y agujeros de alimentación, así las partes móviles están lubricadas. El indicador de la presión del sistema (manómetro), se coloca a la salida del filtro de aceite [11].

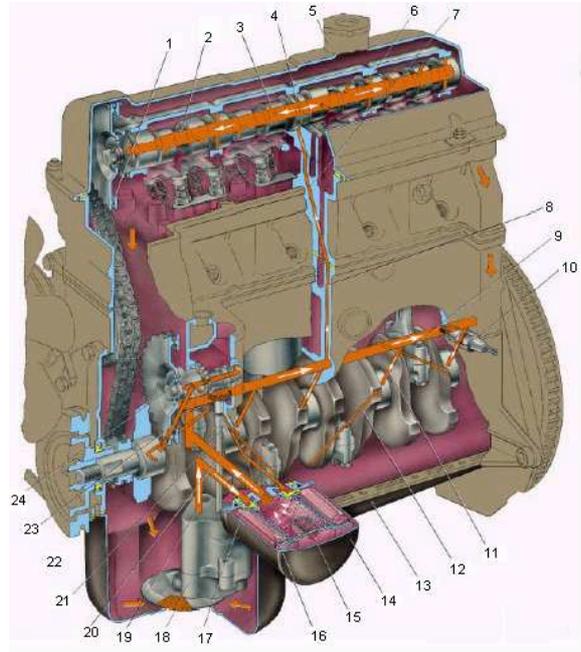


Figura 1.10 Sistema de lubricación engrase del motor, tomado de [11]

Donde:

1. Agujero en la rueda dentada para lubricación de la cadena
2. Canal maestro en el árbol de levas
3. Canal en la leva del árbol de levas
4. Rebajo circular en muñón intermedio de apoyo del árbol de levas
5. Boca de llenado
6. Canal en muñón de apoyo del árbol de levas
7. Canal inclinado en la culata
8. Canal para alimentación de aceite al mecanismo de distribución de gas
9. Canal maestro en el bloque de cilindros
10. Manocontacto de aceite
11. Canal de alimentación de aceite al cojinete de cigüeñal
12. Canal de alimentación de aceite al cojinete de biela
17. Válvula de antidrenaje

- 18. Bomba de aceite
- 19. Canal de alimentación de aceite entre la bomba y el filtro
- 20. Canal de alimentación de aceite entre el filtro y el canal maestro de aceite
- 21. Canal de alimentación de aceite hacia el casquillo del piñón de mando de la bomba de aceite
- 22. Retén delantero del cigüeñal
- 24. Rodillo de mando de la bomba de aceite y del distribuidor de encendido

1.4.1 PRESIÓN DE ACEITE DEL MOTOR [12]

La presión de aceite se debe a la resistencia que opone el aceite a fluir debido a su viscosidad, ante la acción de la bomba. Con conductos grandes para el aceite, y baja viscosidad, el flujo será rápido y la presión de aceite baja. Si se tiene conductos estrechos o taponados, bajo las mismas condiciones de bombeo, con alta viscosidad del aceite, el flujo será bajo, la presión del aceite será alta, y su lubricación será deficiente.

El aceite debe tener una viscosidad suficiente para dar una buena lubricación hidrodinámica a las superficies en rozamiento, y debe permitir el flujo del aceite por toda la máquina, para así obtener un flujo permanente de lubricante. Si el aceite es muy viscoso posiblemente no llegará a las partes críticas para cumplir su función.

En condiciones normales de operación, la presión de aceite debe ser estable, cualquier gran cambio de presión sea incremento o disminución debe ser investigado por posibles fallas mecánicas. En la Tabla 1.1 se presentan las posibles causas de baja presión las consecuencias y las acciones a tomar para evitar problemas futuros en el motor del automóvil.

Tabla 1.1 Posibles causas de baja presión de aceite

Causas	Consecuencias	Acción a tomar
Bajo nivel de aceite	En uso prolongado. Posible falla del motor	Completar nivel, buscar pérdidas
El aceite no llega hasta la bomba en el momento del arranque, en tiempo muy frío.	En uso prolongado. Posible falla del motor	Apagar el motor. Recambiar el lubricante por otro de grado SAE de viscosidad mas adecuado.
Bomba ahogada o lenta para suministrar suficiente aceite.	Reduce la vida del motor	Rebajar con la caja para incrementar las RPM. Revisar la bomba (juegos grandes)
Bomba desgastada	Reduce la vida del motor	Reparar / reemplazar la bomba
Contaminación con combustible.	Consumo elevado de aceite.	Evitar excesivo ralentí.
Reducción de la viscosidad del aceite	Desgaste del motor.	Chequear inyección de combustible.
Aceite muy espesado. El cliente se olvidó del cambio de lubricante	Aceite envejecido tiene una alta viscosidad debido al hollín procedente de la combustión y oxidación	Recambio de lubricante a los kilómetros recomendados por el fabricante según tipo de servicio.
Cárter sobrecalentado.	Problemas en el motor (desgaste, depósitos)	Revisar medidor de temperatura Controlar la temperatura del motor.

1.5 SENSORES

Para tener información de de los parámetros que serán analizados por el sistema es necesario utilizar los sensores adecuados para cada variable. Por lo que en el presente será necesario utilizar los sensores que se presentan en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Parámetro y sensor utilizado

Parámetro	Sensor
Nivel de combustible	Sensor potenciométrico
Nivel bajo de agua del radiador	Sensor on-off
Presión del aceite	Sensor de Presión
Luces de freno y direccionales	Sensor de luz
Temperatura	Sensor de Temperatura
Fin de carrera, direccionales y freno	Sensores de contacto
Kilómetros	Sensor on-off óptico

1.5.1 SENSOR DE NIVEL POTENCIOMÉTRICO

Este tipo de sensores no son más que potenciómetros a cuyo eje esta acoplada una boya la cual sube o baja de acuerdo al nivel del líquido, consiguiendo de esta manera que el potenciómetro varíe su relación. La mayoría de los automóviles tienen acoplado al tanque de gasolina un sensor de este tipo, el cual entrega una variación de voltaje proporcional al nivel de combustible. Dicha señal se envía al indicador que se encuentra en el tablero del automóvil.

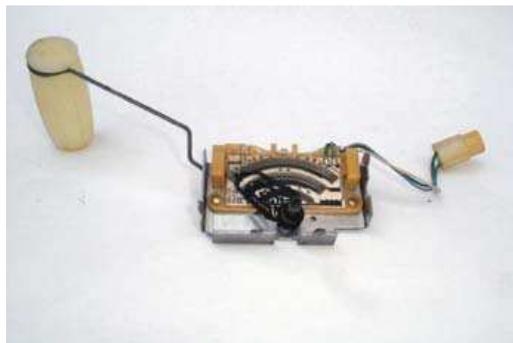


Figura 1.11 Sensor de nivel potenciométrico, tomado de [13]

1.5.2 SENSOR DE NIVEL ON-OFF

Para la medición del nivel de líquido de refrigerante en el tanque de recuperación se utiliza un sensor on-off construido con un sensor de contacto a cuya palanca esta acoplado una boya, la cual sube o baja de acuerdo al nivel del líquido refrigerante, haciendo que se active o no dicho contacto.

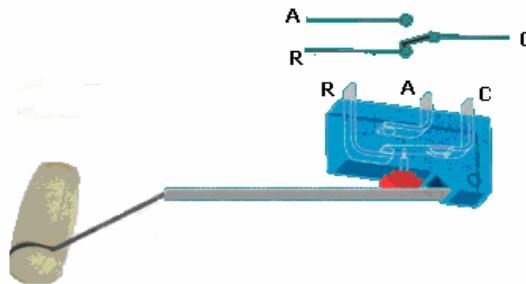


Figura 1.12 Sensor de nivel on-off

1.5.3 SENSOR DE PRESION

El sensor de presión de aceite del vehículo consta de un switch que contiene contactos eléctricos los cuales están en posición cerrado cuando la presión de aceite está por debajo de 5 psi. Esta presión la establece el fabricante del motor con base a las características y requerimientos del mismo. Cuando el motor no está en marcha y se gira el switch de encendido del motor, la luz de alerta de baja presión se enciende. Cuando se arranca el motor, la presión del aceite empuja el diafragma del switch de presión de esta forma se abren los contactos y la luz se apaga [14].

En el tablero de instrumentos del vehículo existe un indicador visual para alertar al usuario en caso de que exista baja presión de aceite en el sistema de lubricación, este indicador está conectado directamente a la salida del sensor.



Figura 1.13 Indicador de baja presión del tablero de instrumentos



Figura 1.14 Sensor de Presión de Aceite del motor (trompo)

1.5.4 SENSOR DE LUZ

Los sensores de luz son fotorresistencias, fotodiodos y fototransistores, estos sensores responden de manera similar, es decir cuando un haz de luz se detecta ellos responden ya sea creando o cambiando una señal eléctrica la cual podrá ser analizada utilizando circuitos adecuados de acondicionamiento. En el presente proyecto se utilizó fotorresistencias como sensores de luz.

1.5.4.1 Fotorresistencias

La fotorresistencia es el sensor de luz más común, también conocida como resistencia dependiente de luz (LDR). Una LDR es básicamente una resistencia que varía su valor dependiendo de la cantidad de luz que la ilumina. Cuanto mayor sea la intensidad de luz que incida en la superficie de la LDR menor será su resistencia y cuando menos luz incida mayor será la resistencia. La fotorresistencia es un elemento muy útil para aplicaciones en circuitos donde se necesita detectar la ausencia de luz de día.

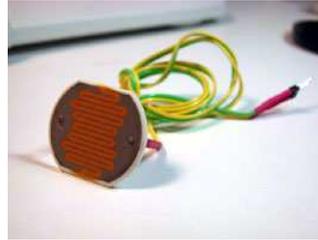


Figura 1.15 Fotorresistencia o LDR, tomado de [15]

Los valores de una fotorresistencia cuando está totalmente iluminada y cuando está totalmente a oscuras varía, puede medir de 50 ohmios a 1K ohmios en iluminación total y puede ser de 50KOhms a varios megaohmios cuando está a oscuras [15].

El símbolo de la fotorresistencia se muestra en la Figura 1.16.

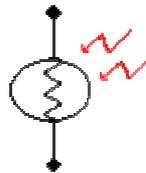


Figura 1.16 Símbolo de la fotorresistencia o LDR

El valor de la resistencia de la LDR no varía de forma instantánea cuando se pasa de luz a oscuridad o viceversa, esto hace que la LDR no se pueda utilizar en aplicaciones en donde se necesite de mucha exactitud en cuanto a tiempo para cambiar de estado. Su tiempo de respuesta típico es de aproximadamente 0.1 segundos [15].

1.5.5 SENSOR DE TEMPERATURA LM35 [16]

El LM35 es un sensor de temperatura, cuyo voltaje de salida es linealmente proporcional a la temperatura centígrada o Celsius, este sensor tiene una ventaja sobre los sensores de temperatura lineal calibrados en grados Kelvin, ya que no es necesario usar una constante de voltaje a la salida para obtener la escala centígrada, el LM35 no requiere de ninguna calibración externa para proveer

precisiones de $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ a temperatura ambiente y de $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ sobre el rango de temperatura completo desde -55 a $+150^{\circ}\text{C}$.

La baja impedancia de salida del LM35 y su salida lineal hacen que el circuito de control sea fácil. La salida es lineal y equivale a $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ por lo tanto:

- $+1500\text{mV} = 150^{\circ}\text{C}$
- $+250\text{mV} = 25^{\circ}\text{C}$
- $-550\text{mV} = -55^{\circ}\text{C}$

El sensor se presenta en diferentes encapsulados, pero el más común es de igual forma que un transistor con 3 patas, dos son para alimentarlo y la tercera entrega un valor de tensión proporcional a la temperatura medida por el dispositivo, como se puede apreciar en la Figura 1.17.



Figura 1.17 Diagrama de pines LM35

1.5.5.1 Características

- Calibrado directamente en grados centígrados
- Factor de escala lineal $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$
- Precisión de 0.5°C (a 25°C)
- Rango de temperatura de -55°C a $+150^{\circ}\text{C}$.
- Capacitado para aplicaciones remotas
- Opera en un rango de alimentación comprendido entre 4V y 30V .
- Menos de 60 uA de consumo de corriente
- Bajo autocalentamiento 0.08°C en aire estacionario
- Salida de baja impedancia de $0.1\ \Omega$ por 1 mA de carga

1.5.6 SENSOR DE CONTACTO [17]

Los sensores de contacto son simples, pero sin embargo son muy útiles. Se usan para detección de obstáculos por contacto directo. El sensor de contacto o bumper es un conmutador de 2 posiciones con muelle de retorno a la posición de reposo y con una palanca de accionamiento.

Como se puede observar en la Figura 1.18 el sensor en estado de reposo mantiene en contacto la patita común (C) y la de reposo (R), hasta que se aplique presión a la palanca del bumper y entonces el contacto cambia de posición de reposo a la de activo (A), se puede escuchar un “click” cuando el bumper cambia de estado.

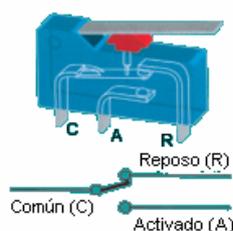


Figura 1.18 Sensor de contacto, tomado de [17]

1.5.7 SENSOR OPTICO DE BARRERA

Este sensor está constituido por un diodo led y un fototransistor, integrados en un solo chip. Cuando se aplica una señal al diodo, éste emite luz (se utilizan generalmente diodos cuya longitud de onda se sitúa por debajo del espectro visible) y hace que el transistor conduzca y por tanto deje pasar corriente. Estos dos elementos se encapsulan conjuntamente, de tal forma que las radiaciones emitidas por el diodo incidan sobre el fototransistor.

El integrado tiene una ranura en el centro, de manera que pueda cortar el haz que emite el diodo con algún medio mecánico, que puede ser una rueda metálica ranurada. Al cortarse el haz, el transistor que estaba en estado de saturación se abre, enviando un pulso a la salida, la amplitud de los pulsos a la salida es igual a la tensión de alimentación al colector del transistor.

La entrada (circuito del diodo) y la salida (circuito del fototransistor) están aisladas.



Figura 1.19 Sensor óptico de barrera

En el siguiente capítulo se presenta los diseños de cada uno de los circuitos de electrónicos implementados en el presente proyecto.

CAPÍTULO 2

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA

En el presente capítulo se presenta el diseño de cada uno de los circuitos que forman parte del sistema a diseñar, en base a la arquitectura mostrada en la Figura 2.1.

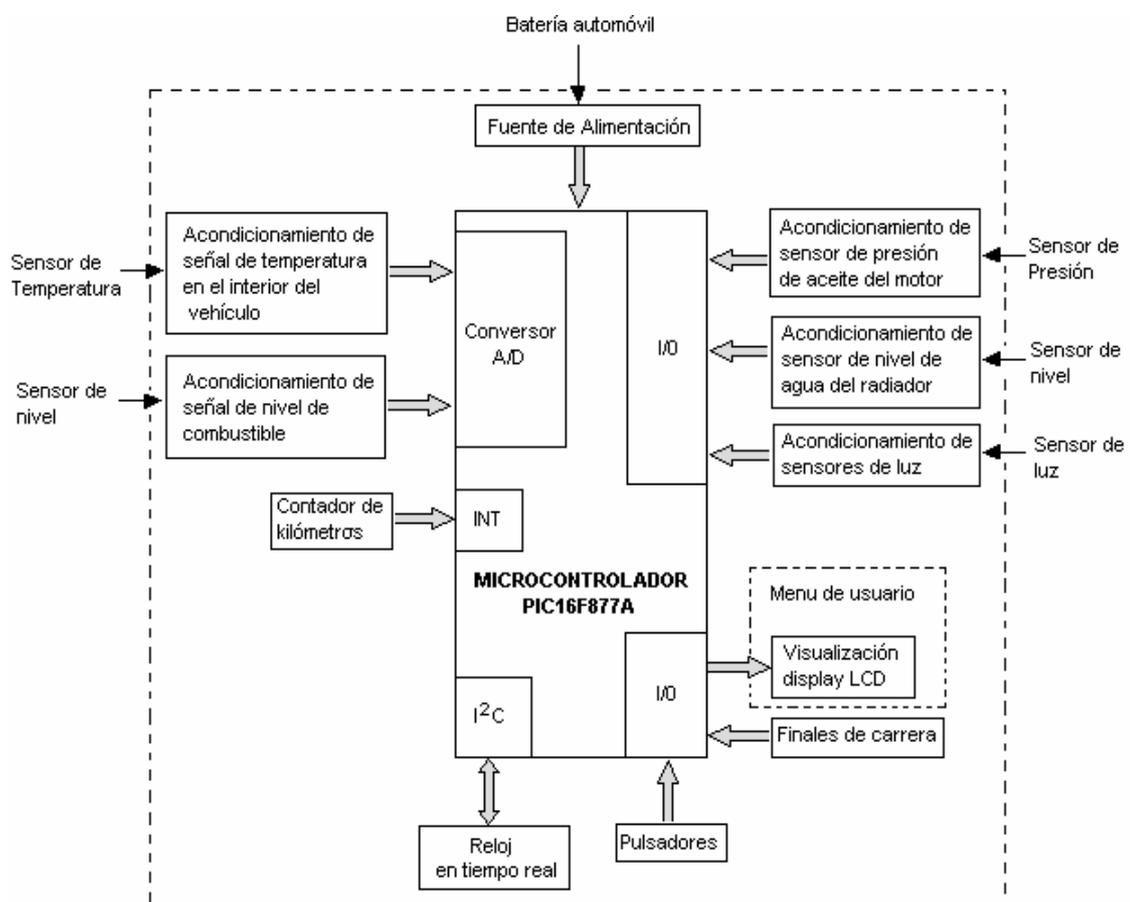


Figura 2.1 Arquitectura del Sistema

Como se puede apreciar en la Figura 2.1, se debe diseñar los acondicionamientos para los sensores que permitirán dar información de:

- Temperatura en el interior del vehículo
- Nivel de combustible
- Nivel mínimo del refrigerante del tanque de recuperación.
- Presión del aceite del motor
- Estado de luces de frenos y direccionales

Para que el usuario del sistema pueda visualizar el estado de los parámetros monitoreados es necesario el diseño de un interfaz hombre máquina basado en pulsadores de ingreso al menú, un display LCD 20x4 para visualización y un led indicador del estado del sistema.

2.1 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA

El sensor de temperatura utilizado, es el circuito integrado LM35, cuya tensión de salida es linealmente proporcional con la temperatura en la escala Celsius (centígrada), con un factor de escala 10mV/°C. Posee una precisión aceptable para la aplicación requerida, no necesita calibración externa, permite el sensado remoto y es de bajo costo [17].

A la salida del sensor LM35 se obtienen voltajes bajos (milivoltios), por lo que fue necesario implementar una etapa de amplificación antes de que dicha lectura ingrese al conversor A/D interno del microcontrolador. Cuando la temperatura exterior ha alcanzado los 100 °C el LM35 tiene a su salida 1[V], se requiere que a esta temperatura el voltaje sea de 5[V] (Valor máximo de entrada al conversor A/D), para cumplir con este objetivo se utilizó un circuito amplificador no inversor con una ganancia de 5, como se puede apreciar en la ecuación 2.1

$$G = \frac{5V}{1V} = 5 \quad \text{Ecuación. 2.1}$$

Con esto se obtiene a la salida un rango de variación de 0 a 5 [V], el cual se introduce al PIC16F877A a través de la entrada AN1 de su conversor A/D interno. Una vez que el microcontrolador obtiene el dato digital del conversor

correspondiente a la temperatura, se realiza un escalamiento por software y luego se lo envía al LCD.

Con ayuda de la ecuación del amplificador no inversor se pueden calcular los valores de las resistencias R3 y R5.

$$V_o = \left(1 + \frac{R_5}{R_3}\right) * V_{in} \quad \text{Ecuación. 2.2}$$

Siendo V_{in} el voltaje de entrada al amplificador y V_o el voltaje de salida.

Se asume un valor para R3 de $10\text{ K}\Omega$ y se calcula el valor de la resistencia R5

$$1 + \frac{R_5}{R_3} = G = 5$$

$$R_5 = (G - 1) * R_3$$

$$R_5 = 40\text{ K}\Omega$$

Se toma un valor estándar de resistencia, con lo cual se tiene que $R_5 = 39\text{ K}\Omega$.

Como protección para la entrada analógica del microcontrolador se colocó una resistencia R4 de $100\ \Omega$ y un diodo zener como se ve en la Figura 2.2

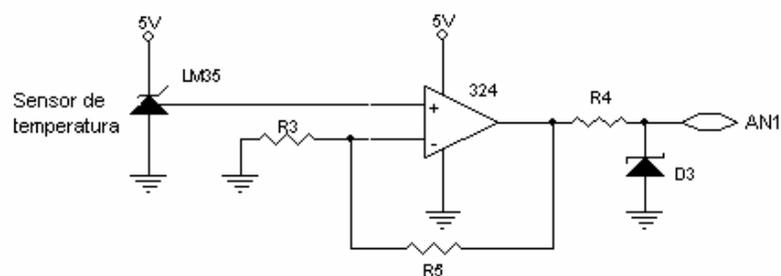


Figura 2.2 Acondicionamiento sensor de temperatura

2.2 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE

Para la medición del nivel de combustible se utilizó el sensor potenciométrico propio del automóvil, dicho sensor da una señal de 0 a 5 voltios de acuerdo al nivel de combustible (0V cuando el tanque esta a full), con el objeto de tener a la salida del conversor A/D un valor máximo de 100 'd' cuando el sensor entregue 5 voltios, fue necesario bajar el voltaje del sensor a una señal de 0 a 2 voltios, para esto se utilizó un divisor de tensión y un seguidor de emisor no inversor. La señal acondicionada se ingresó a la entrada AN0 del conversor A/D del microcontrolador.

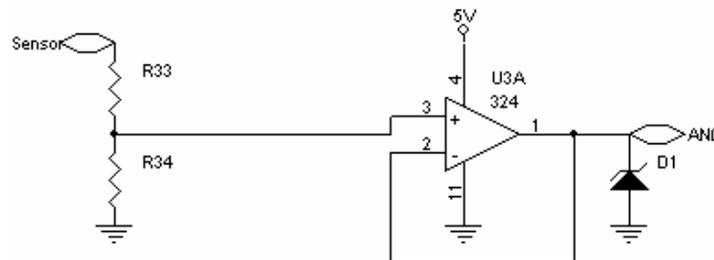


Figura 2.3 Acondicionamiento del sensor de nivel de combustible

Se asume el valor de R_{34} de $10\text{ K}\Omega$, y utilizando la Ecuación 2.3:

$$VR_{34} = \left(\frac{R_{34}}{R_{33} + R_{34}} \right) * Vin \quad \text{Ecuación. 2.3}$$

Si $Vin = 5\text{V}$ y se desea que $VR_{34} = 2\text{V}$, asumiendo R_{34} de $10\text{ K}\Omega$, entonces:

$$R_{33} = \left(R_{34} * \frac{Vin}{VR_{34}} - R_{34} \right)$$

$$R_{33} = \left(10\text{K} * \frac{5}{2} - 10\text{K} \right)$$

$$R_{33} = 15\text{K}\Omega$$

Como protección para la entrada analógica del microcontrolador se colocó un diodo zener como se ve en la Figura 2.3

2.3 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE NIVEL DE LÍQUIDO REFRIGERANTE

Para sensar el nivel mínimo del líquido en el tanque de recuperación se utilizó un sensor ON/OFF elaborado con un sensor de contacto a cuya palanca se encuentra acoplado un flotador el cual subirá o bajara de acuerdo al nivel de líquido refrigerante.

Si el líquido refrigerante es superior al mínimo, el contacto del sensor se cierra, esta información se utilizará para introducir por uno de los pines del micro un 1L, en caso contrario se ingresa un 0L. En la Figura 2.4 se presenta el circuito implementado.

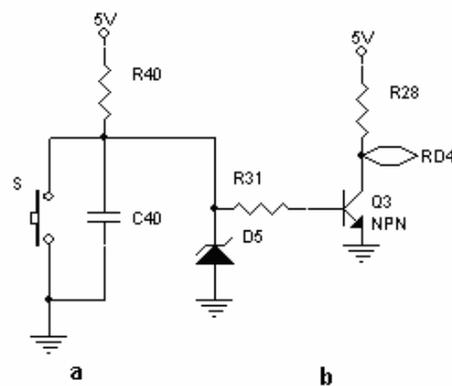


Figura 2.4 Acondicionamiento del sensor de nivel on/off

Se utiliza una resistencia R40 de $10\text{ K}\Omega$ desde el switch a la fuente para tener los estados lógicos correspondientes cuando se acciona o no el contacto, adicionalmente se colocó el condensador C40 de $0.1\text{ }\mu\text{F}$, con el fin de eliminar los rebotes que se podrían presentar. La señal del sensor ingresa a la base de un transistor que trabaja en corte y saturación, con la finalidad de fijar los voltajes de

entrada al microcontrolador entre 0V y 5V, para de esta manera evitar que se tenga una medición errónea por posibles caídas de voltaje en el cableado.

2.4 ACONDICIONAMIENTO DE SENSOR DE PRESIÓN

Para sensar la presión del aceite del motor se utiliza el sensor de presión propio del automóvil (trompo), dicho sensor da una señal on-off (0V/12V), cuando existe presión normal o baja de presión respectivamente. Por lo que fue necesario convertir esa señal a niveles TTL, para ello se uso un divisor de tensión que bajo el voltaje de 12V a 5V, luego esa señal se la colocó en la base de un transistor para hacer que este trabaje en corte o saturación, el colector del transistor ingresa al microcontrolador a través de la entrada digital RB7 como se puede apreciar en la Figura 2.5.

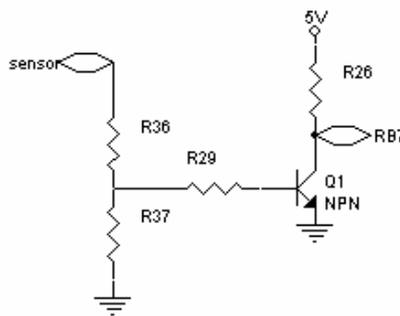


Figura 2.5 Acondicionamiento del sensor de presión

Se asume el valor de R_{37} de $10\text{ K}\Omega$, y utilizando la Ecuación 2.3:

$$VR_{37} = \left(\frac{R_{37}}{R_{37} + R_{36}} \right) * Vin$$

Si $Vin = 12\text{ V}$ y se desea que $VR_{37} = 5\text{ V}$, asumiendo R_{37} de $10\text{ K}\Omega$, entonces:

$$R_{36} = \left(R_{37} * \frac{Vin}{VR_{37}} - R_{37} \right)$$

$$R_{36} = \left(10K * \frac{12}{5} - 10K \right)$$

$$R_{36} = 14K\Omega$$

Normalizando se tiene R36 de 15 $K\Omega$. La señal de VR37 ingresa a la base de un transistor que trabaja en corte y saturación, con la finalidad de fijar los voltajes de entrada al microcontrolador entre 0V y 5V, para de esta manera evitar que se tenga una medición errónea por posibles caídas de voltaje en el cableado.

2.5 ACONDICIONAMIENTO DE SENSOR DE LUZ

Otro de los parámetros a ser revisado es el estado de las luces del automóvil (freno y direccionales), se ha visto la necesidad de revisar este parámetro porque generalmente cuando ocurre alguna falla de este tipo, el conductor no lo percibe puesto que desde el interior del vehículo no es posible saber con exactitud si las luces están funcionando normalmente o no.

Para cumplir con este objetivo se utilizó una fotorresistencia acondicionada con un comparador de voltaje, el mismo que tiene por entrada una tensión variable que proviene de la fotorresistencia, la cual se compara con la tensión fija que se utiliza como referencia.

En este circuito, el voltaje de referencia está fijado en 3[V], ya que el voltaje de entrada variable está en el rango de 4.7 [V] a 2,5 [V], si se tiene o no incidencia de luz en el sensor respectivamente. Con esto luego de la comparación se tiene que el voltaje de salida puede tomar dos valores de tensión distintos, que son los valores con los que se está alimentando al amplificador operacional (V_{cc} , Gnd), considerando al amplificador como ideal, para el caso real las tensiones de salida son algo menores, pero están en el rango permitido para ser considerados 1L o 0L, dicha salida ingresa al microcontrolador a través de una entrada digital, el circuito que se implementó se muestra en la Figura 2.6.

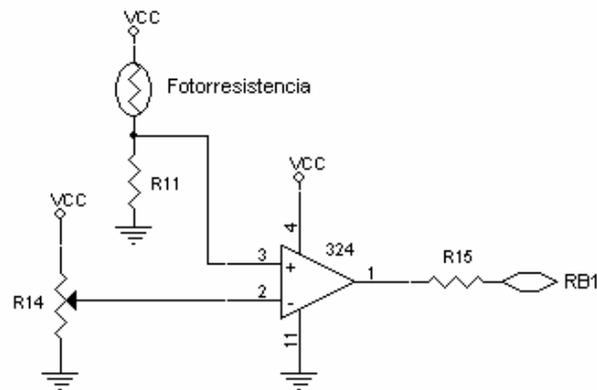


Figura 2.6 Acondicionamiento sensor de luz

Para fijar la señal de referencia se utilizó un divisor de tensión en base a un potenciómetro, cuyo valor es de $20\text{ K}\Omega$. Para fijar el valor de 2.5V cuando la fotorresistencia no tiene incidencia de luz se utilizó un divisor de tensión, ya que la fotorresistencia tiene un valor de $5.6\text{ K}\Omega$ cuando no incide luz, se fijó R11 en $5.6\text{ K}\Omega$. Para protección de la entrada digital del microcontrolador se colocó una resistencia de 100Ω a la salida del comparador.

En el presente proyecto se utilizaron 6 sensores acondicionados de la misma manera, los cuales ingresaron al microcontrolador en las entradas digitales como se puede apreciar en la Tabla 2,1

Tabla 2.1 Ubicación de Sensores de Luz

Entrada Digital	Descripción
RA4	Sensor luz de freno izquierdo
RA5	Sensor luz de freno derecho
RB1	Sensor luz direccional izquierda frontal
RB3	Sensor luz direccional izquierda posterior
RB4	Sensor luz direccional derecha frontal
RB6	Sensor luz direccional derecha posterior

Debido a que los focos de frenos y direccionales solo se deben revisar cuando se ha presionado el freno o se han activado las direccionales, fue necesario colocar 3

finales de carrera que indiquen estos eventos. El circuito implementado para ellos se muestra en la Figura 2.7.

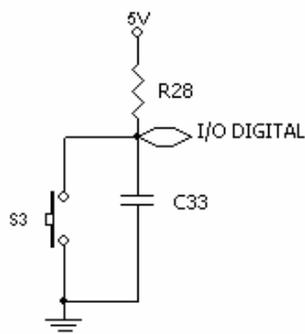


Figura 2.7 Final de carrera y circuito eliminador de rebotes

Se utilizó una resistencia R28 de $10\text{K}\Omega$ y un condensador C33 de $0.1\mu\text{F}$, los cuales sirven para fijar los estados lógicos cuando el pulsador esta o no presionado y para eliminar los rebotes que se producen al usar elementos mecánicos. La señal lógica que entregan los pulsadores ingresa al microcontrolador a través de una entrada digital, como se muestra en la Tabla 2.2

Tabla 2.2 Finales de carrera

Pin	I/O Digital	Pulsador
17	RC2	Freno
4	RA2	Direccional Izquierda
26	RC7	Direccional Derecha

2.6 RELOJ EN TIEMPO REAL DS1307 [18]

El DS1307 es un reloj en tiempo real, serial de $64\text{K} \times 8$, da información de: segundos, minutos, horas, días, mes y año con compensación de año bisiesto válido hasta el 2100. Puede operar en formato de 12 horas o 24 horas con indicador de AM y PM. Tanto direcciones como datos son transferidos serialmente utilizando 2 cables. Posee circuitería para detección de falla de energía y

conmutación automática a una batería externa conectada al pin 3. En la Figura 2.8 se puede apreciar la distribución de pines del reloj.

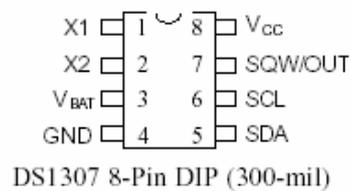


Figura 2.8 Distribución de pines, DS1307

Tabla 2.3 Descripción de pines, DS1307

PIN	DESCRIPCION
1,2	X1, X2 cristal de 32.768 KHz
3	Vbat, entrada de batería 3V
4	GND, tierra
5	SDA, dato serial
6	SCL, reloj serial
7	SQW/OUT
8	Vcc, Fuente de poder

2.6.1 OPERACIÓN

El DS1307, opera como un dispositivo esclavo en el bus serial, su acceso se obtiene mediante una condición de inicio y el código de identificación de dirección, los registros posteriores pueden ser accedidos secuencialmente hasta que sea ejecutada la condición de parada.

2.6.2 MAPA DE DIRECCIÓN DE RAM Y RELOJ EN TIEMPO REAL

Los registros del reloj en tiempo real están localizados en las direcciones 00h a 07h, mientras que los registros de RAM están ubicados en las direcciones 08h a 3Fh.

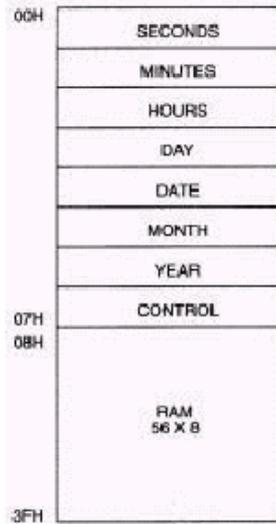


Figura 2.9 Mapa de direcciones

2.6.2.1 Reloj y Calendario

La información del tiempo y calendario es obtenida por la lectura apropiada de los registros, cuyo contenido esta en formato BCD. El tiempo y el calendario son inicializados escribiendo en dichos registros.

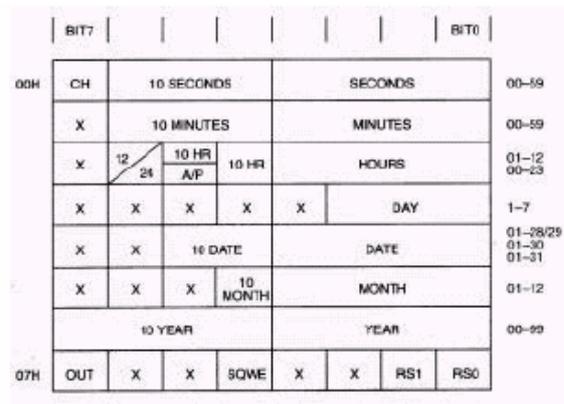


Figura 2.10 Registros del reloj y calendario

2.6.3 COMUNICACIÓN

El DS1307 utiliza comunicación serial I2C, en la cual el dispositivo que envía datos en el bus se define como un transmisor y el dispositivo que recibe datos es el receptor. El dispositivo que controla el bus se llama maestro, los dispositivos que

son controlados por un maestro son referidos como esclavos. El bus puede ser controlado por un dispositivo maestro el cual genera la señal de reloj, controla el acceso al bus y genera las condiciones de inicio y parada. El DS1307 opera como un esclavo en el bus I2C. Una típica configuración usando el protocolo I2C se muestra en la Figura 2.11.

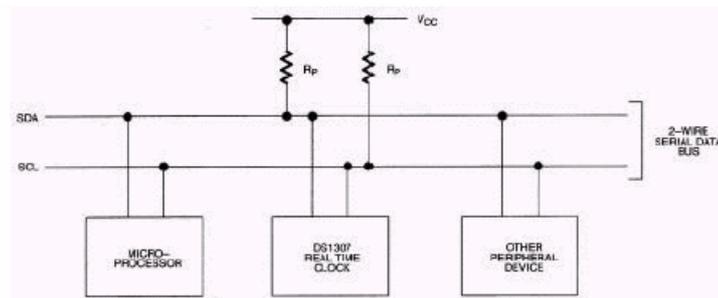


Figura 2.11 Bus I2C

La transferencia de datos es posible solo cuando el bus no este ocupado. Durante la transferencia, la línea de datos debe permanecer estable mientras la línea de reloj este en alto, los cambios en la línea de datos mientras que la línea de reloj este en alto son interpretados como condición de inicio o condición de parada como se puede apreciar en la Figura 2.12.

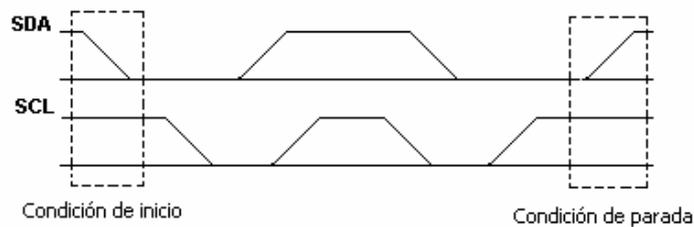


Figura 2.12 Condiciones de inicio y parada

2.6.3.1 Bus no ocupado

Se da esta condición cuando las líneas de datos y reloj permanecen en alto.

2.6.3.2 Inicio de la transferencia de datos

La condición de inicio está definida cuando existe un cambio en el estado de la línea de datos, de alto a bajo, mientras el reloj esta en alto.

2.6.3.3 Parada de la transferencia de datos

La condición de parada es definida cuando hay un cambio en el estado de la línea de datos, de bajo a alto, mientras que la línea de reloj esta en alto.

2.6.3.4 Dato válido

El estado de la línea de datos representa un dato valido cuando, después de la condición de inicio, la línea de datos permanece estable durante el periodo en alto de la señal de reloj. El dato debe ser cambiado durante el periodo en bajo de la señal de reloj. Hay un pulso de reloj por bit o dato.

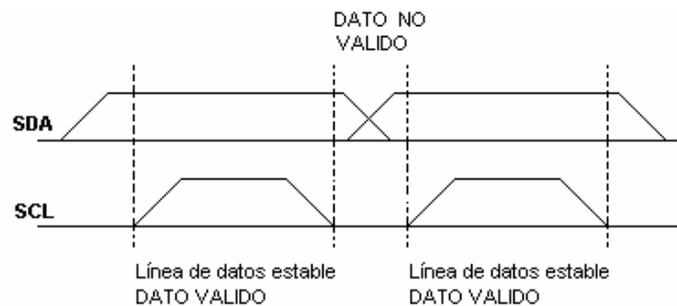


Figura 2.13 Validación del bit de datos

Cada dato transferido es inicializado con la condición de inicio y finalizado con la condición de parada. El número de bytes de datos transferidos entre las condiciones de inicio y parada no es limitado y está determinado por el dispositivo maestro.

Dentro de las especificaciones del bus de 2 cables, son definidos, un modo regular (100 KHz) y un modo rápido (400 KHz), El DS1307 opera solamente en el modo regular 100 KHz.

2.6.3.5 Acknowledge

Después de la recepción de cada byte, el dispositivo que recibe debe generar un acknowledge. El dispositivo maestro debe generar un pulso extra de reloj asociado con este bit.

2.6.3.6 Modo Esclavo Receptor (DS1307 Modo Escritura)

Los datos seriales y el reloj son recibidos a través de las líneas SDA y SCL, después que cada byte es recibido se genera un bit de acknowledge, las condiciones de inicio y parada son reconocidas como el inicio y el final de la transferencia. El reconocimiento de la dirección se realiza por hardware después de la recepción de la dirección del esclavo y el bit de dirección. El byte de dirección es el primer byte recibido después de la condición de inicio que genera el maestro, el byte de dirección contiene 7 bits, el cual es 1101000, seguido por el bit de *dirección (R/W) el cual para escribir debe estar en 0, después de recibir el byte de dirección el dispositivo da a la salida un acknowledge en la línea SDA, después el maestro transmite una dirección de registro al DS1307, este colocará dicha dirección en el registro puntero. El maestro comenzará transmitiendo cada byte de datos con cada byte acknowledge recibido, para detener la transferencia de datos el maestro generará una condición de parada.

2.6.3.7 Modo Esclavo Transmisor (DS1307 Modo Lectura)

El primer byte es recibido y manejado como en el modo esclavo receptor. Las condiciones de inicio y parada son reconocidas como el inicio y el final de la transferencia serial. El byte de dirección es el primer byte recibido después de la condición de inicio generada por el maestro. El byte de dirección contiene 7 bits (1101000), seguido por el bit de *dirección ($\overline{R/W}$), el cual debe estar en 1 para lectura. Después de recibir el byte de dirección la línea SDA genera un acknowledge. El DS1307 debe recibir un "no acknowledge" al final de la lectura.

En el presente proyecto se implementó el circuito de la Figura 2.14, en el cual se colocaron resistencias de pull up en las líneas SDA y SCL, de un valor de $4.7K\Omega$ de acuerdo a la recomendación de nota de aplicación AN976 [19].

El reloj necesita la conexión de un cristal externo de 32.768KHz, y una batería de respaldo en caso de falla de alimentación de 3V [18].

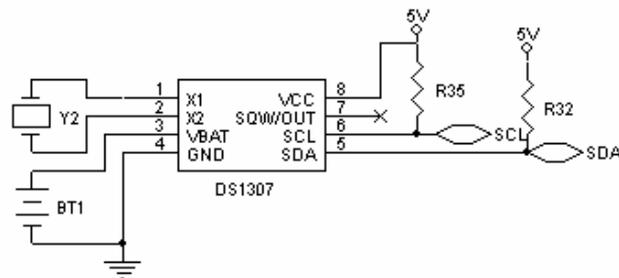


Figura 2.14 Circuito para el reloj en tiempo real DS1307

2.7 INTERFAZ HOMBRE MAQUINA

El interfaz hombre máquina está constituido por un display LCD alfanumérico 20x4 en el cual se desplegarán los mensajes correspondientes de acuerdo al buen estado o no de las variables monitoreadas, si todas las variables están en buen estado se visualiza, fecha, hora, temperatura en el interior del vehículo, si alguna variable no está de acuerdo a la especificación se muestran los mensajes de la Tabla 2.3, un led bicolor que tiene como función indicar al usuario el estado de cualquiera de los parámetros monitoreados, si todos los parámetros están funcionando correctamente el led estará encendido en color verde, en caso de que exista alguna falla en las variables el led cambiará a rojo como señal de alarma, y tres pulsantes para ingreso al menú.

Tabla 2.4 Mensajes de falla de variables monitoreadas

Variable	Mensaje
Presión	Peligro baja de presión
Agua	Peligro nivel bajo de agua
Freno izquierdo	Foco de freno izquierdo defectuoso
Freno derecho	Foco de freno derecho defectuoso
Direccional izquierda frontal	Foco de direccional izq. frontal defectuoso
Direccional izquierda posterior	Foco de direccional izq. posterior defectuoso
Direccional derecha frontal	Foco de direccional derecha frontal defectuoso
Direccional derecha posterior	Foco de direccional derecha posterior defectuoso
Aceite	Actualizar cambio de aceite [1] si [2] no
Gas	Nivel bajo de gasolina
CONT Km > 3000	Se recomienda cambio de aceite

2.7.1 DISPLAY LCD

Para visualizar la información del sistema se utilizó un display LCD alfanumérico de 20x4, ya que este tiene las dimensiones adecuadas (12x5 cm) para mostrar la mayor cantidad de información con el objeto de que la misma sea fácil de interpretar para el usuario del sistema.

Ya que el sistema debe funcionar a cualquier hora y las condiciones de iluminación en el interior del vehículo no son óptimas se seleccionó el display DMC 20481 NY, ya que este tiene la capacidad de encender los segmentos con una luz de fondo de color verde. El display trabaja a 5V, cuenta con 16 pines, de los cuales 8 son líneas de datos, 3 líneas de control, 3 líneas para polarización y contraste y dos líneas para la luz de fondo, la distribución de pines se lo puede ver en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Distribución de pines del display LCD DMC 20481 NY

Pin	Símbolo	Nivel	Función
1	V _{SS}	-----	GND
2	V _{DD}	-----	Fuente de polarización
3	V _{EE}	-----	Contraste
4	RS	H / L	Señal selección de registro
5	R/W	H / L	Selección lectura / escritura. R: Lectura, W: Escritura
6	E	H / L	Señal de habilitación
7	DB0	H / L	Línea bus de datos / Sin conexión para operación a 4 bits
8	DB1	H / L	Línea bus de datos / Sin conexión para operación a 4 bits
9	DB2	H / L	Línea bus de datos / Sin conexión para operación a 4 bits
10	DB3	H / L	Línea bus de datos / Sin conexión para operación a 4 bits
11	DB4	H / L	Línea bus de datos
12	DB5	H / L	Línea bus de datos
13	DB6	H / L	Línea bus de datos
14	DB7	H / L	Línea bus de datos
15	Ánodo	-----	Terminal ánodo del led
16	Cátodo	-----	Terminal cátodo del led

El mapa de memoria del display se presenta en la Figura 2.15.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Línea 1	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F	90	91	92	93
Línea 2	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF	D0	D1	D2	D3
Línea 3	94	95	96	97	98	99	9A	9B	9C	9D	9E	9F	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Línea 4	D4	D5	D6	D7	D8	D9	DA	DB	DC	DD	DE	DF	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7

Figura 2.15 Mapa de memoria del display LCD 20x4

Este tipo de displays puede trabajar con un bus de datos de 8 bits o de 4 bits, ya que en el presente trabajo era importante tener el mayor número de líneas

disponibles en el microcontrolador, se utilizó un bus de datos de 4 bits para manejar al display, el circuito implementado se muestra en la Figura 2.16.

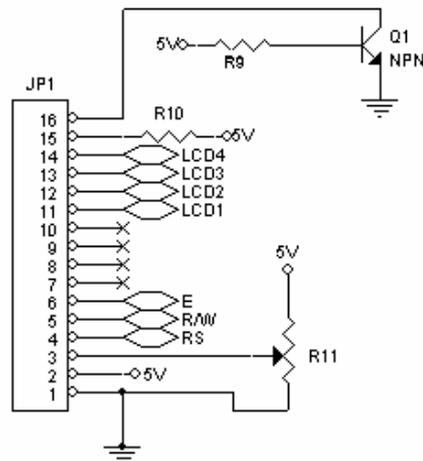


Figura 2.16 Circuito para el manejo del display LCD DMC 20481 NY

Para ajustar el contraste se utiliza el potenciómetro R11 de $10\text{ K}\Omega$, por recomendación del fabricante [20].

Para que la luz de fondo se encienda debe circular una corriente de 33mA a través del led, por lo que se colocó una resistencia R10 de $150\ \Omega$. En el conector JP1 se conecta el display LCD 20X4 (Figura 2.17).

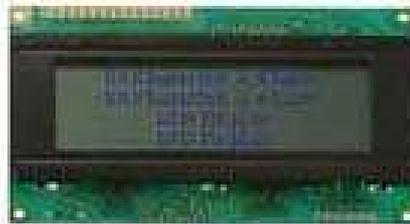


Figura 2.17 Display LCD 20x4

2.7.2 PULSADORES Y LED INDICADOR

En el Interfaz hombre máquina (HMI) existen tres pulsantes que le permiten al usuario interactuar con el sistema, un pulsante permite ingresar al menú y los otros dos sirven para subir o bajar la selección del menú,

El circuito que se utilizó para los pulsantes es el que se muestra en la Figura 2.18

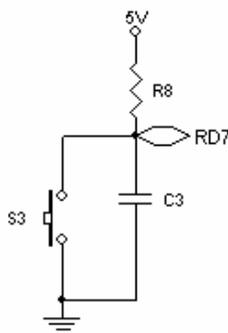


Figura 2.18 Pulsante y circuito eliminador de rebotes

Se utilizó una resistencia R8 de $10\text{ K}\Omega$ y un condensador de C3 $0.1\mu\text{F}$, los cuales sirven para fijar los estados lógicos cuando el pulsador esta o no presionado y para eliminar los rebotes que se producen al usar elementos mecánicos. La señal lógica que entregan los pulsadores ingresa al microcontrolador a través de una entrada digital, como se muestra en la Tabla 2.6

Tabla 2.6 Distribución de pulsadores

Pin	I/O Digital	Pulsador
30	RD7	Menú
29	RD6	Bajar
28	RD5	Subir

Para encender el led bicolor se utilizó el circuito de la Figura 2.19, en el cual se escogió una resistencia de 330Ω para R1 y R2, para que a través del led circule

una corriente de 15 mA. El encendido y apagado del led se controla desde el microcontrolador usando los pines RC0 para el led verde y RC1 para el led rojo.

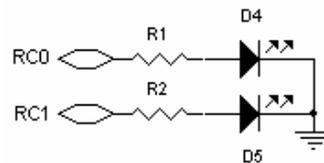


Figura 2.19 Led bicolor

2.8 CONTADOR DE KILÓMETROS

Para poder contar los kilómetros se utilizó un encoder acoplado a la cadena del velocímetro, el encoder está formado por un opto transistor de barrera y una rueda con 4 agujeros la cual gira cuando el automóvil se mueve (ver Figura 2.20). El circuito implementado es el que se muestra en la Figura 2.21.

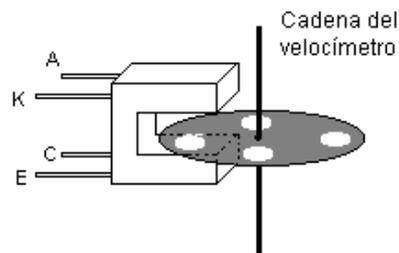


Figura 2.20 Esquema del encoder utilizado

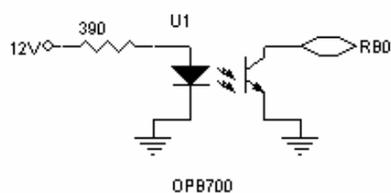


Figura 2.21 Circuito generador de pulsos

La resistencia en serie con el led se escogió de 390Ω con la finalidad de que en el led se tenga una circulación de corriente de 30 mA, el colector del transistor se conecta directamente a la interrupción externa del microcontrolador (RB0), el voltaje de polarización para el transistor se lo obtiene a través de la resistencia de pull - up interna del microcontrolador. En este pin del microcontrolador se tendrá un 0L cuando la luz del led atraviese por uno de los agujeros de la rueda, en caso contrario se tendrá un 1L. En la Figura 2.22 se presenta el módulo contador de pulsos utilizado.



Figura 2.22 Módulo contador de pulsos (encoder)

2.9 MICROCONTROLADOR

El microcontrolador es el encargado de mostrar los mensajes al usuario del sistema en base a la información obtenida de los sensores que se encuentran colocados en el vehículo. En el presente proyecto se utilizó el microcontrolador PIC16F877A el cual cuenta con 5 puertos, PORTA, PORTB, PORTC, PORTD, PORTE, que pueden ser configurados como entradas o salidas digitales, adicionalmente el PORTA podría ser configurado como entrada analógica.

En la Figura 2.23 se presenta la distribución de pines del microcontrolador PIC16F877A, y en la Tabla 2.7 se muestran los recursos utilizados del

microcontrolador, se indica además la forma como fue configurado, es decir si es entrada o salida analógica o digital.

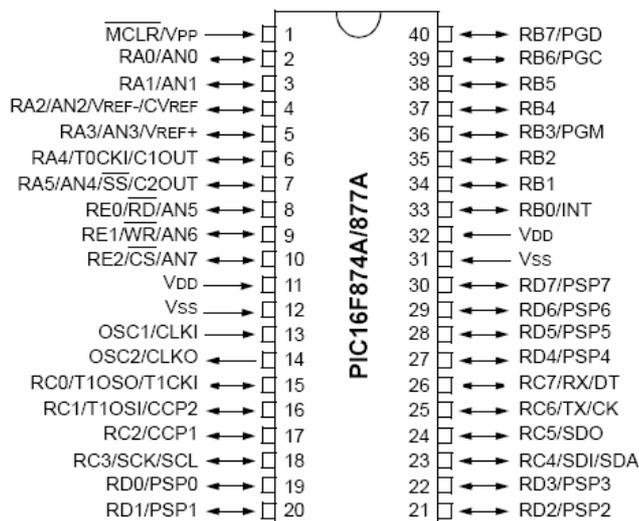


Figura 2.23 Distribución de pines del microcontrolador

Tabla 2.7 Recursos utilizados en el Microcontrolador

PIN	I / O	Análogo / Digital	Descripción
RA0	Entrada	Análogo	Sensor de Nivel de gasolina
RA1	Entrada	Análogo	Sensor de Temperatura
RA2	Entrada	Digital	Sensor luz direccional izquierda
RA3	Entrada	Análogo	Voltaje de referencia positivo para el CAD
RA4	Entrada	Digital	Sensor luz de freno izquierdo
RA5	Entrada	Digital	Sensor luz de freno derecho
RB0	Entrada	Digital	Encoder
RB1	Entrada	Digital	Sensor luz direccional izquierda frontal
RB2	Entrada	Digital	Libre
RB3	Entrada	Digital	Sensor luz direccional izquierda posterior
RB4	Entrada	Digital	Sensor luz direccional derecha frontal
RB5	Entrada	Digital	Libre
RB6	Entrada	Digital	Sensor luz direccional derecha posterior
RB7	Entrada	Digital	Sensor de Presión de aceite
RC0	Salida	Digital	Led indicador verde
RC1	Salida	Digital	Led indicador rojo
RC2	Entrada	Digital	Sensor freno presionado
RC3	Salida	Digital	SCL, señal de reloj para comunicación I2C
RC4	Entrada	Digital	SDA, señal de datos para com. I2C
RC5	Entrada	Digital	-----
RC6	Entrada	Digital	-----
RC7	Entrada	Digital	Sensor luz direccional derecha
RD0	Salida	Digital	Dato 0 para el LDC
RD1	Salida	Digital	Dato 1 para el LDC

RD2	Salida	Digital	Dato 2 para el LDC
RD3	Salida	Digital	Dato 3 para el LDC
RD4	Entrada	Digital	Sensor de Nivel de agua
RD5	Entrada	Digital	Subir, en la opción menú
RD6	Entrada	Digital	Bajar, en la opción menú
RD7	Entrada	Digital	Aceptar, en la opción menú
RE0	Salida	Digital	Señal RS del LCD
RE1	Salida	Digital	Señal R/W del LCD
RE2	Salida	Digital	Señal E del LCD

Para que el microcontrolador funcione debe tener un circuito de reset y un cristal para que oscile, el circuito implementado se encuentra en la Figura 2.24 en la cual los valores de R1 y C1 son de $10K\Omega$ y $0.1\mu F$ respectivamente, los condensadores C2 y C3 son de $22\mu F$ valores que son recomendados por el fabricante para trabajar con un cristal de 4 MHz [21].

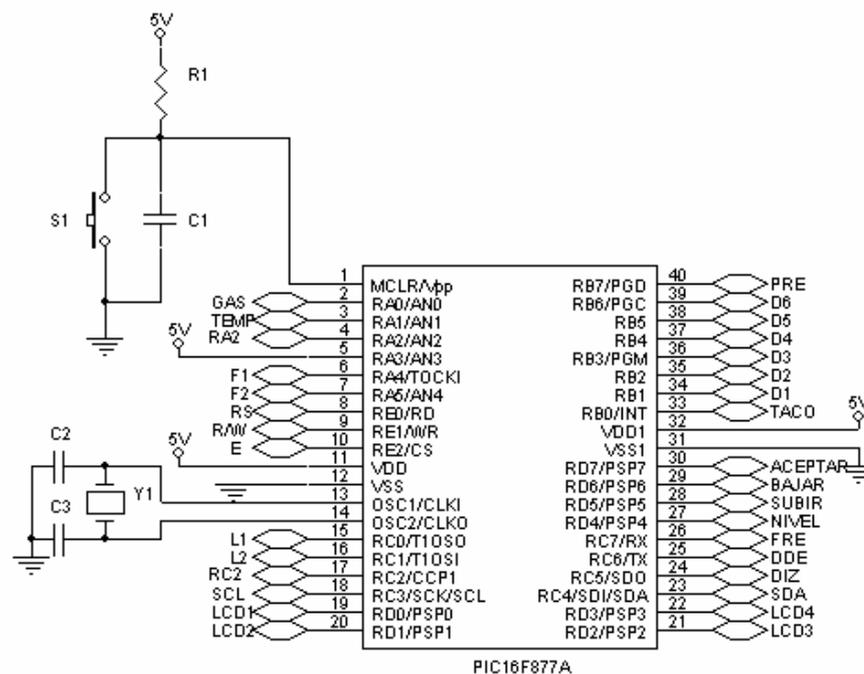


Figura 2.24 Circuito de Reset y Cristal para el Microcontrolador

2.10 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Todo vehículo tiene una batería para almacenar energía y un alternador que es el encargado de cargar la batería, el mismo que está conectado al motor. Cuando el motor se enciende, el alternador comienza a girar, produciendo corriente alterna que será rectificadada y enviada a la batería como corriente continua, para restituir la carga perdida.

La batería tiene una tensión de 12V la cual será aprovechada para abastecer la alimentación del sistema, ya que este funciona a 5V es necesario regular el voltaje de la batería usando el regulador LM7805, el cual soporta un voltaje de entrada mínimo 7V y máximo 25V. En la Figura 2.25 se observa la distribución de pines del regulador, donde E es la entrada de la fuente de alimentación, T tierra y S la salida regulada.



Figura 2.25 Regulador LM7805

El rango de temperatura esta entre 0 °C y 125 °C, para una corriente de salida de 1A, por lo que es aconsejable colocar un disipador de calor para evitar que este se queme. El índice de error en la tensión de salida es de +/- 0,25 V, por lo que el regulador LM7805 podrá tener un voltaje de salida entre 4,75 V y 5,25 V, rango que es aceptable para el funcionamiento del sistema microprocesado.

El circuito implementado se muestra en la Figura 2.26

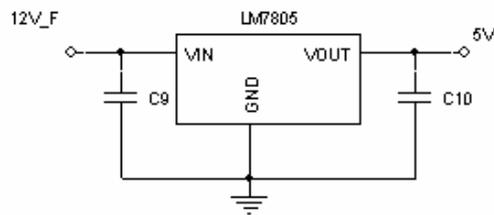


Figura 2.26 Fuente de alimentación

Se colocó dos condensadores uno a la entrada C9 de 1000uF dato obtenido experimentalmente y otro a la salida del regulador de C10 de 10uF por recomendación del fabricante [22].

Se utilizó dos fuentes similares, una para alimentar a la tarjeta de control y al HMI y otra para la tarjeta auxiliar y los sensores de luz.

El voltaje de la batería antes de ingresar a los reguladores de voltaje fue filtrado utilizando un filtro LC, ya que si no se instalaba esta etapa previa el ruido generado por el motor hacía que el sistema no funcione adecuadamente. Adicionalmente debido a que en el arranque del automóvil se consume mucha corriente se realizó un circuito de encendido con retardo en la conexión, el circuito implementado se muestra en la Figura 2.27.

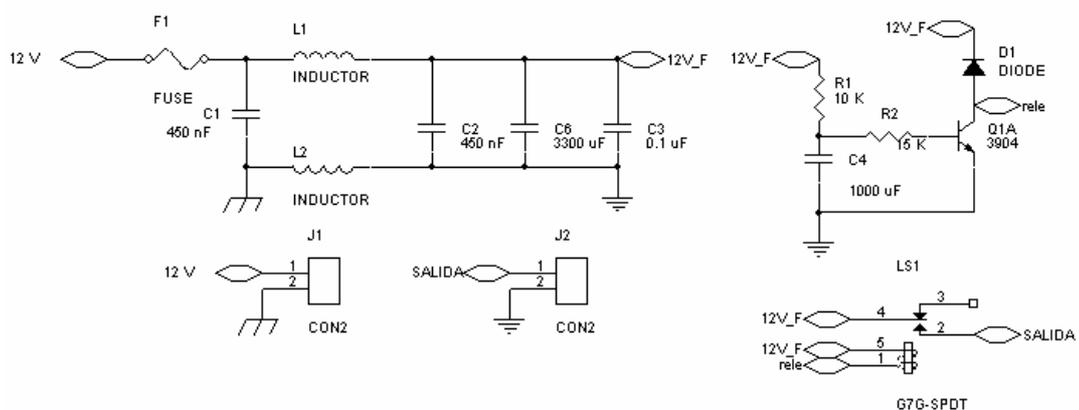


Figura 2.27 Etapa de filtrado y circuito de retardo en la conexión

2.11 DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS

Los circuitos descritos en los literales anteriores se encuentran distribuidos en tres tarjetas, una tarjeta de control, el HMI y una tarjeta auxiliar como se puede apreciar en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8 Distribución de Circuitos

Tarjeta	Circuitos
Tarjeta de control	Fuente de 5V_1
	Acondicionamiento sensor de presión
	Acondicionamiento sensor de nivel de líquido refrigerante (b)
	Acondicionamiento sensor de nivel de combustible
	Acondicionamiento de sensores de luz
	Reloj en tiempo real
	Microcontrolador
Interfaz hombre máquina (HMI)	Display LCD
	Pulsadores
	Led bicolor
	Acondicionamiento sensor de temperatura
Tarjeta auxiliar	Fuente de 5V_2
	Acondicionamiento de finales de carrera
	Acondicionamiento sensor de nivel de líquido refrigerante (a)
Tarjeta de Filtro	Filtro LC
	Circuito de retardo en la conexión

La tarjeta de control y el HMI se conectan utilizando el conector JP2 (ver Figura 2.28).

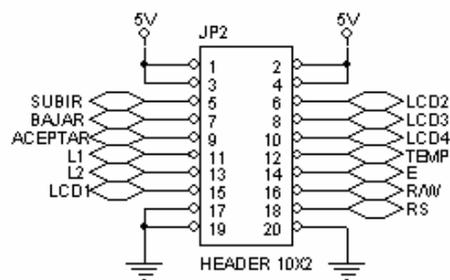


Figura 2.28 Conector JP2

El detalle de cada una de las tarjetas se encuentra en el Anexo B.

En el siguiente capítulo se presenta el desarrollo del programa de control.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL

En este capítulo se presenta una descripción detallada del programa de control así como los diagramas de flujo de todas las subrutinas implementadas en el microcontrolador.

El programa fue realizado en lenguaje ensamblador para microcontroladores PIC16f87Xa utilizando el paquete computacional MPLAB 7.3, el cual tiene herramientas útiles para crear, editar y simular programas para microcontroladores PIC. Con el uso de estas herramientas es posible tener una visión clara de lo que realmente está realizando el programa de control y de esta manera es posible realizar la corrección de errores cometidos en el desarrollo del mismo hasta conseguir los resultados deseados.

El programa está basado en la arquitectura mostrada en la Figura 3.1, en la cual se puede apreciar cómo interactúa el microcontrolador con los diferentes módulos que forman parte del Sistema de Información de Parámetros del Automóvil.

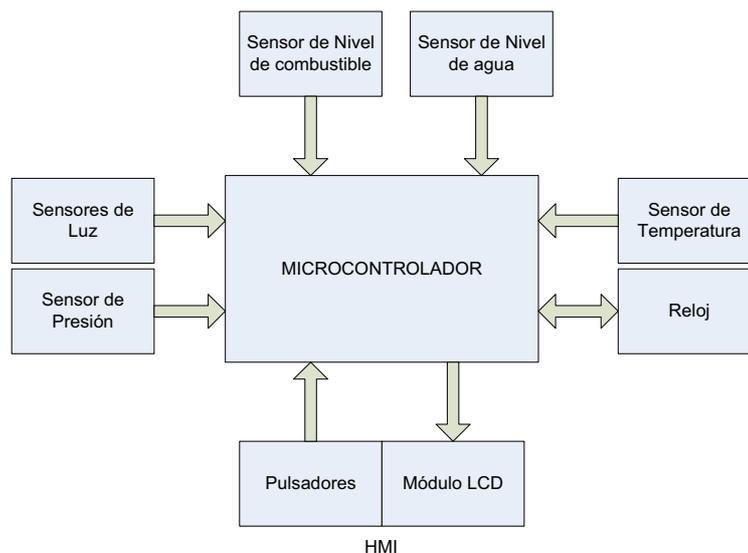


Figura 3.1 Arquitectura del programa

A continuación se presenta en detalle cada parte del programa de control.

3.1 INICIALIZACIÓN

En este módulo se realiza la configuración global del programa, es decir se configura puertos tanto digitales como análogos así como todos los recursos propios del microcontrolador como son el conversor A/D y las interrupciones.

Para la configuración de puertos se utilizan los registros TRISX (X = A, B, C, D, E), con los que se establece cada una de las entradas y salidas digitales, adicionalmente se debe utilizar el registro ADCON1, para configurar las entradas y salidas digitales y analógicas del PORTA. Para configurar el PORTB se escribe b'11111111' en el TRISB, con lo cual todos los bits de este puerto se configuran como entradas, para el PORTC, se escribe b'11111100' con lo cual los bits RC0 y RC1 son salidas y todos los demás entradas, para el PORTD se coloca b'11110000' en el TRISD y de esta manera se tiene que los cuatro bits bajos como salidas y los cuatro bits altos como entradas, al PORTE se lo configura como entrada colocando b'111' en el TRISE, para el PORTA se coloca b'111011' en el registro TRISA obteniendo de esta manera que el bit RA2 sea salida y todos los demás entradas, adicionalmente se escribe b'0101' en ADCON1 para seleccionar dos canales analógicos (AN0 y AN1) y todos los demás digitales.

Para la configuración del conversor A/D, se debe configurar los registros ADCON0 y ADCON1, en el ADCON0 se escribe b'11000001' de esta manera activa el conversor A/D con un oscilador basado en una red interna RC, con lo escrito en el ADCON1 adicionalmente a lo anteriormente mencionado se selecciona una referencia positiva externa que debe ingresar por AN3 y se justifica a la izquierda el resultado de la conversión A/D, es decir los 6 bits menos significativos del registro ADRESL son cero, por lo cual el resultado de la conversión (10 bits) se mostrará en el registro ADRESH (8 bits más significativos) y en los 2 bits más significativos del ADRESL (2 bits menos significativos).

Finalmente en esta parte del programa se habilitan las interrupciones, externa y del conversor A/D seteando los bits INTE, PEIE y GIE del INTCON y el bit ADIE del registro PIE1 posteriormente se configura el módulo I²C con el cual se controla el reloj en tiempo real. Para la configuración del módulo I²C, se utilizan los

registros SSPCON, SSPCON2, SSPSTAT, SSPADD, en los cuales se selecciona las especificaciones deseadas tales como, el modo de operación, para este caso se escoge el modo maestro, velocidad 100 KHz ya que el dispositivo esclavo opera solamente en el modo regular (100 KHz), se establece el protocolo de comunicación para realizar la lectura y escritura de los datos, a los cuales se tiene acceso mediante el uso del registro SSPBUF.

3.2 PROGRAMA PRINCIPAL

En este módulo se revisa si la bandera del odómetro que se encuentra en la memoria EEPROM esta levantada, en cuyo caso se hace un salto a la rutina ODOMETRO, en caso contrario se llama a la subrutina **DISPLAY** la cual será detallada más adelante, luego el programa revisa todos los sensores colocados en las entradas digitales los cuales dan la información del estado de las variables analizadas, si en alguna de ellas se produce una falla se levanta una bandera colocada ya sea en el registro **BANDERA** o en el registro **LUCES** y se enciende un led indicador bicolor en rojo, si la falla ya no esta presente se baja la bandera correspondiente en los mismos registros y se cambia el color del led a verde. En la Tabla 3.1 se muestra la asignación de bits en estos registros.

Tabla 3.1 Asignación de bits en BANDERA y LUCES

Bit	Variable asignada
BANDERA,0	Menú de usuario
BANDERA,1	Contador de kilómetros
BANDERA,2	-----
BANDERA,3	Presión del Aceite del motor
BANDERA,4	Nivel de agua del tanque de recarga del radiador
BANDERA,5	Cambio de aceite
BANDERA,6	Auxiliar reloj
BANDERA,7	Auxiliar conversor A/D
LUCES,0	Luz de Freno izquierda
LUCES,1	Luz de Freno derecha
LUCES,2	Luz de direccional izquierda delantera

LUCES,4	Luz de direccional izquierda posterior
LUCES,5	Luz de direccional derecha delantera
LUCES,7	Luz de direccional derecha posterior

A continuación se detallan cada una de las subrutinas que forman parte del programa de control.

3.3 SUBRUTINAS

3.3.1 DISPLAY

En esta subrutina se revisa el estado de los registros BANDERA y LUCES, y de acuerdo al bit que se encuentre activado se muestra en el display LCD el mensaje correspondiente, si ningún bit esta activado en el display se muestra la fecha y la hora, en caso contrario se muestra un mensaje que indica cual es la falla que se ha producido en los parámetros que el sistema de información monitorea. Cada uno de estos mensajes se coloca en el display llamando a la subrutina correspondiente de acuerdo a la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Subrutinas llamadas por DISPLAY

Subrutina	Parámetro monitoreado
PONMENU	Menú de usuario
ODOMETRO	Contador de Kilómetros
PREMAL	Presión del aceite del motor
NIMAL	Nivel de agua del tanque de recarga del radiador
FIZQMAL	Luz de Freno izquierda
FDERMAL	Luz de Freno derecha
DIZFRON	Luz de direccional izquierda delantera
DIZPOS	Luz de direccional izquierda posterior
DDEFRON	Luz de direccional derecha delantera
DDPOS	Luz de direccional derecha posterior
RELOJ	Reloj en tiempo real

3.3.2 PONMENU

En esta subrutina en primer lugar se posiciona el cursor del display en la primera posición de la línea 1, luego utilizando un lazo se lee la TABLA_M2, y su contenido se escribe en el display utilizando la subrutina ESCRIBIR, luego de la misma manera descrita anteriormente y después de posicionar el cursor en las líneas 2, 3 y cuatro se lee las tablas TABLA_M2 y TABLA_M4 respectivamente. De esta manera en el display se muestra:

1 CAMBIO DE ACEITE	
2 ODOMETRO	
3 RELOJ	
4 N.GAS	5

Figura 3.2 Mensaje subrutina PONMENU

Luego de escribir el mensaje el programa espera que el usuario ingrese el número que corresponde a la acción que se desee realizar, el número ingresado se muestra en la última localidad de la cuarta fila. Para realizar esta selección el programa revisa los bits PORTD,5 para subir y PORTD,6 para bajar, para informar al microcontrolador que se ha escogido una alternativa el usuario debe presionar nuevamente la tecla menú conectada en el PORTD,7, con lo cual se hace un llamado a la alternativa seleccionada y se ejecuta las subrutinas **ACEITE**, **ODOMETRO**, **RELOJ_I** o **NIGAS** que serán explicadas más adelante.

3.3.3 ODOMETRO

En esta rutina luego de ubicar al cursor en la posición correspondiente a la segunda fila, se escribe las letras "Km, se revisa si la bandera del odómetro que se encuentra ubicada en la memoria EEPROM esta levantada o no, si lo esta se lee el contador de kilómetros guardado en la memoria no volátil, ese valor se lo actualiza en el contador de kilómetros del odómetro y su contenido luego de ser cambiado a BCD se muestra en el display con ayuda de la subrutina ESCRIBIR, si la bandera no esta levantada se encera en contador de kilómetros y de igual forma se muestra el valor en el display. Luego el microcontrolador se coloca en un lazo que se encarga actualizar el dato del contador de kilómetros, mostrar en el

LCD y revisar si el usuario desea salir de la rutina o no, en el caso de que desee salir se baja la bandera del odómetro ubicada en la EEPROM y se retorna al programa principal.

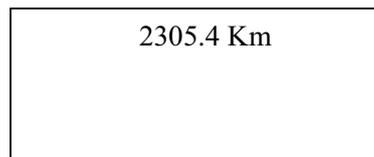
A rectangular box representing a display screen. Inside the box, the text "2305.4 Km" is centered.

Figura 3.3 Mensaje subrutina ODOMETRO

3.3.4 PREMAL

Para empezar esta subrutina se posiciona el cursor del display alfanumérico en la línea 2, luego utilizando un lazo se lee las tablas TABLA_S y TABLA_P y su contenido se escribe en el display utilizando la rutina ESCRIBIR, el mensaje que se muestra es el que se aprecia en la Figura 3.4

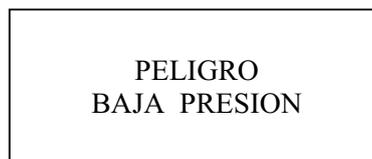
A rectangular box representing a display screen. Inside the box, the text "PELIGRO BAJA PRESION" is centered on two lines.

Figura 3.4 Mensaje subrutina PREMAL

3.3.5 NIMAL

En esta subrutina se lee las tablas TABLA_PE, TABLA_N, TABLA_BAJO, TABLA_AGUA, y después de posicionar el cursor en la segunda fila del display se escribe su contenido con la ayuda de la subrutina ESCRIBIR. Al final de la ejecución de la presente se ve en el display el mensaje "PELIGRO NIVEL BAJO DE AGUA".

A rectangular box representing a display screen. Inside the box, the text "PELIGRO NIVEL BAJO DE AGUA" is centered on two lines.

Figura 3.5 Mensaje subrutina NIMAL

3.3.6 FIZQMAL

En la presente subrutina se muestra en el display el mensaje “FOCO DE FRENO IZQUIERDO DEFECTUOSO” en las líneas 2, 3 y 4, para ello se lee las tablas: TABLA_FO, TABLA_FI y TABLA_DEFECTO y su contenido se escribe con la ayuda de la subrutina ESCRIBIR en el display.



FOCO DE
FRENO IZQUIERDO
DEFECTUOSO

Figura 3.6 Mensaje subrutina FIZQMAL

3.3.7 FDERMAL

Esta subrutina realiza el mismo trabajo de la anterior leyendo las tablas: TABLA_FO, TABLA_FD y TABLA_DEFECTO, el contenido de las mismas “FOCO DE FRENO DERECHO DEFECTUOSO” se muestra en el display en las líneas 2, 3 y 4 con la ayuda de la subrutina ESCRIBIR.



FOCO DE
FRENO DERECHO
DEFECTUOSO

Figura 3.7 Mensaje subrutina FDERMAL

3.3.8 DIZFRON

Luego de posicionar el cursor en la línea 2 del display la subrutina lee las tablas: TABLA_FO, cuyo contenido se escribe en esa línea, luego se posiciona en la línea 3 y se lee la TABLA_DI, posteriormente se posiciona en la línea 4 y se leen las tablas TABLA_FRONTAL y TABLA_DEFECTO y de la misma manera su contenido se escribe en el display, esto con la ayuda de la subrutina ESCRIBIR.



FOCO DE
DIRECCIONAL IZQ.
FRONTAL DEFECTUOSO

Figura 3.8 Mensaje subrutina DIZFRON

3.3.9 DIZPOS

De manera similar a la subrutina anterior en esta se muestra en el display el mensaje “FOCO DE DIRECCIONAL IZQ. POSTERIOR DEFECTUOSO”, que es el contenido de las tablas: TABLA_FO, TABLA_DI, TABLA _POSTERIOR y TABLA _DEFECTO.



FOCO DE
DIRECCIONAL IZQ.
POSTERIOR DEFECTUOSO

Figura 3.9 Mensaje subrutina DIZPOS

3.3.10 DDEFRON

En esta subrutina se sigue el mismo procedimiento de la subrutina DIZFRON, con la diferencia de que en lugar de leer la TABLA_DI se lee la TABLA _DD, mostrándose de esta manera en el display el mensaje “FOCO DE DIRECCIONAL DERECHA FRONTAL DEFECTUOSO”.



FOCO DE
DIRECCIONAL DERECHA
FRONTAL DEFECTUOSO

Figura 3.10 Mensaje subrutina DDEFRON

3.3.11 DDEPOS

Esta subrutina posiciona el cursor del display en la primera posición de la línea 2 y lee la TABLA_FO, luego utilizando un lazo se lee la TABLA_DD, y su contenido se escribe en el display utilizando la subrutina ESCRIBIR, luego de la misma manera descrita anteriormente y después de posicionar el cursor en la línea 4 lee las tablas TABLA_POSTERIOR, TABLA_DEFECTO. De esta manera en el display se muestra:

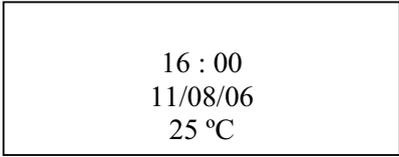


FOCO DE
DIRECCIONAL DERECHA
POSTERIOR DEFECTUOSO

Figura 3.11 Mensaje subrutina DDEPOS

3.3.12 RELOJ

Ya que uno de los alcances del presente proyecto es mostrar la fecha y hora, con esta subrutina se realiza la consulta de estos datos al reloj en tiempo real DS1307 utilizando comunicación serial sincrónica I²C, luego de que se tienen los datos mencionados con la ayuda de la subrutina ESCRIBIR se los coloca en la segunda y tercera fila del display alfanumérico, luego se lee el registro auxiliar en el cual se guardo la información de la lectura del canal 0 del conversor A/D, ese valor se multiplica por 100 y se divide para 255 usando las subrutinas MULTI y DIV16_8, con el objeto de realizar la conversión a grados centígrados, luego ese resultado se cambia a BCD y se muestra en el display en la cuarta fila. Mientras esta alternativa del menú principal este activa se realizan las actividades descritas anteriormente dentro de un lazo del cual se puede salir solamente si otra actividad se necesita realizar con mayor prioridad.



16 : 00
11/08/06
25 °C

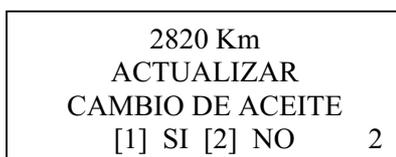
Figura 3.12 Mensaje de la subrutina reloj

3.3.13 RELOJ_I

Esta subrutina es la encargada de enviar al reloj DS1307 vía serial I²C los datos de horas, minutos y fecha que ingrese el usuario del sistema utilizando el interfaz hombre máquina, con el objeto de que el reloj pueda ser igualado en el momento que se desee.

3.3.14 ACEITE

Para ingresar a esta subrutina se selecciona la tecla menú, luego se escoge la alternativa CAMBIO DE ACEITE, entonces en la pantalla del display alfanumérico se mostrará el mensaje mostrado en la Figura 3.13.



```
2820 Km
ACTUALIZAR
CAMBIO DE ACEITE
[1] SI [2] NO  2
```

Figura 3.13 Mensaje subrutina ACEITE

Si se escoge la alternativa 1 (SI) el contador de kilómetros para el próximo cambio se encera, caso contrario se mantiene sin alteración.

3.3.15 GAS

En esta subrutina se compara el nivel de combustible actual, con el nivel mínimo que se encuentra guardado en un registro auxiliar, si es menor se muestra en el display el mensaje “NIVEL BAJO DE GASOLINA”, para esto se leen las tablas TABLA_N, TABLA_BAJO, TABLA_GAS luego de posicionar el cursor en la fila correspondiente.



```
NIVEL BAJO DE
GASOLINA
```

Figura 3.14 Mensaje 1 subrutina GAS

Posteriormente se revisa el estado de la bandera que indica si se debe o no realizar el cambio de aceite, en caso de estar activa se mostrará en el display el mensaje que se indica en la Figura 3.15.



Figura 3.15 Mensaje 2 subrutina GAS

3.3.16 LED

Mediante el uso de esta subrutina en el programa de control se escoge el color de encendido del led bicolor, para el caso en que todos los parámetros analizados estén funcionando correctamente el led estará en verde, en caso que exista falla en alguna de las variables analizadas el led cambiará de color a rojo como signo de alarma y únicamente cambiará a verde cuando se haya corregido la falla.

3.3.17 DIV16_8

Esta subrutina realiza la división de un número de 16 bits para un número de 8 bits, es usada para realizar divisiones sucesivas para diez con el objetivo de separar los dígitos del contador de kilómetros en unidad, decena, centena, mil y diez mil, los cuales serán mostrados en el display cuando se ejecute la rutina ACEITE, ODOMETRO o GAS.

3.3.18 MULTI

Esta rutina es la encargada de realizar la multiplicación de 2 números de 8 bits, el resultado se almacena en 2 registros MULH y MULL, esta rutina se utiliza para realizar el acondicionamiento por software de la señal de temperatura que entrega el canal 1 (AN1) del conversor A/D.

3.3.19 E_EEPROM [23]

Esta rutina se utiliza para almacenar datos en la memoria EEPROM del microcontrolador, para ello, se debe escribir la dirección en el registro EEADR y los datos en el registro EEDATA. Luego se debe seguir una secuencia específica de escritura para iniciar la escritura de cada byte. La escritura no se iniciará si la secuencia no se sigue exactamente (escribir 55h a EECON2, escribir AAh a EECON2, setear bit WR) para cada byte. El fabricante recomienda que las interrupciones sean deshabilitadas durante este segmento de código. Adicionalmente el bit WREN en EECON1 debe ser seleccionado para habilitar la escritura. Este mecanismo previene escritura accidental a la EEPROM debido a código de ejecución errado. El usuario debería mantener el bit WREN en cero todo el tiempo, excepto cuando este actualizando la EEPROM, el bit WREN no se limpia por hardware.

Después de que la secuencia de escritura ha sido iniciada, si se coloca en cero el bit WREN no afectará este ciclo de escritura. El bit WR será inhibido al ser seteado a menos que el bit WREN este seteado. Para completar el ciclo de escritura el bit WR es limpiado en hardware y el bit EEIF (bandera de la interrupción) se coloca en alto. El EEIF debe ser limpiado por software.

3.3.20 L_EEPROM [23]

Esta subrutina se utiliza para leer los datos almacenados en la memoria EEPROM. Para leer estos datos se debe escribir la dirección cuyo contenido se desea leer en el registro EEADR, poner en cero el bit de control EEPGD del registro EECON1 y luego setear el bit de control RD. El dato esta disponible en el próximo ciclo en el registro EEDATA, por lo tanto puede ser leído en la próxima instrucción. El registro EEDATA mantendrá este valor hasta otra lectura o hasta que sea escrito por el usuario.

3.3.21 INIT_LCD

Cada vez que el módulo se enciende o resetea se debe ejecutar un procedimiento de inicialización. Este procedimiento consiste en enviar una secuencia de códigos

hexadecimales desde el microcontrolador. La secuencia de inicialización enciende al cursor, limpia el display y pone al módulo en modo de auto incremento.

El código hex inicial es enviado dos o más veces para asegurarse que el módulo entre en el modo de 8 o 4 bits de datos. Todas las secuencias de inicialización son realizadas bajo la condición de registro de selección RS=0 bajo y lectura/escritura R/W= 0 bajo.

El bus de datos de 4 bits del microcontrolador puede operar al módulo del display al enviar la secuencia de inicialización en el formato de 4 bits. Ya que la operación de 4 bits requiere que los datos sean enviados dos veces sobre los 4 bits más altos del bus (D4-D7) los requerimientos de memoria se duplican.

3.3.22 ESCRIBIR

En esta rutina se escribe un caracter en el display LCD utilizando el interfaz a 4 bits, es decir, en primer lugar se separa los 2 nibles de la palabra que representa al caracter, luego se coloca en el bus de datos el nible alto se setea el bit RS y se habilita el display colocando 1L en el bit EN, a continuación se deshabilita el display (EN = 0L), se coloca en el bus el nible bajo y se habilita nuevamente el display, se espera 2 microsegundos y se lo deshabilita.

3.3.23 NIGAS

Esta rutina es la encargada de convertir el valor digital de nivel de gasolina que entrega el conversor A/D a un porcentaje de 0 a 100 % correspondiente al nivel de combustible. Luego ese valor se lo convierte en BCD y se muestra en la segunda fila del display LCD. Para que esta rutina se ejecute es necesario ingresar al menú y seleccionar la alternativa 4 (N.GAS), para salir se debe presionar la tecla menú.

3.3.24 G_ODOMETRO

Utilizando esta rutina se almacena en la memoria EEPROM del microcontrolador en las posiciones 2H y 3H, el contenido del contador de kilómetros auxiliar (ODOMETRO), que se encuentra en los registros CONTH y CONTL, adicionalmente guarda el contador de fracción de kilómetro que se encuentra en el registro L_CON en la posición 4H.

3.3.25 G_KILOMETROS

Esta rutina sirve para almacenar en las posiciones 0H y 1H la memoria EEPROM del microcontrolador el contenido del contador de kilómetros principal (registros KILOH y KILO).

3.3.26 L_KILOMETROS

Para leer las posiciones 0H, 1H, 4H y 5H de la memoria EEPROM se utiliza la presente subrutina, luego esa lectura se coloca en los registros KILOH, KILO, L_CON Y B_ODOM que se encuentran en el banco 0 de la memoria RAM del microcontrolador. Esta rutina se ejecuta cada vez que el microcontrolador se enciende.

3.3.27 L_ODOMETRO

Esta rutina se utiliza para leer las posiciones 2H y 3H de la memoria EEPROM y su contenido se lo almacena en los registros CONTH y CONTL que se encuentran en memoria RAM.

3.4 INTERRUPCIONES

3.4.1 INTERRUPCION EXTERNA

Esta interrupción es utilizada para contar el número de kilómetros que ha recorrido el automóvil, información que es proporcionada por un encoder, que da 2500 pulsos por kilómetro recorrido, se tiene dos contadores paralelos el uno para el odómetro y otro para el cambio de aceite, cuando el número de kilómetros del

contador de cambio de aceite es igual a 3000 se activa una bandera que indica que se debe dar la alarma visual de cambio de aceite. Cada vez que los contadores de kilómetros incrementan en una unidad, se llama a la rutina G_ODOMETRO y G_KILOMETROS, para guardar dichos valores en la memoria no volátil de datos del microcontrolador, esto se hace ya que la información de estos contadores no debe perderse si el automóvil se apaga.

3.4.2 INTERRUPCION DEL CONVERTOR A/D

Primero se selecciona el canal 1 del conversor, el mismo que esta tomando los datos de temperatura provenientes del sensor, esta información se guarda en un registro auxiliar que luego será leído en la subrutina RELOJ, luego se selecciona el canal 0, se lee la conversión de este canal y su resultado se guarda en un registro auxiliar para posteriormente utilizarlo en la subrutina GAS.

3.5 TABLAS UTILIZADAS

Para no hacer demasiado extensas las rutinas de escritura de datos en el LCD fue necesario la utilización de tablas con los mensajes que se necesite mostrar al usuario, las mismas que son leídas por las rutinas respectivas utilizando lazos. En la Tabla 3.3 se muestra el nombre de cada una de las tablas con su respectivo mensaje.

Tabla 3.3 Mensaje y nombre de tablas del sistema

Nombre	Mensaje
Tabla_M1	4 NGAS
Tabla_M2	1 CAMBIO DE ACEITE
Tabla_M3	2 ODOMETRO
Tabla_M4	3 RELOJ
Tabla_N	NIVEL
Tabla_S	BAJA
Tabla_P	PRESION

Tabla_AGUA	DE AGUA
Tabla_FI	FRENO IZQUIERDO
Tabla_FD	FRENO DERECHO
Tabla_DEFECTO	DEFECTUOSO
Tabla_DI	DIRECCIONAL IZQ.
Tabla_DD	DIRECCIONAL DERECHA
Tabla_FRONTAL	FRONTAL
Tabla_POS	POSTERIOR
TABLADISP	0123456789
TABLA_A1	ACTUALIZAR
TABLA_SI	[1] SI [2] NO
TABLA_GAS	DE GASOLINA
TABLA_POLI	ESCUELA POLITECNICA
TABLA_NA	NACIONAL
TABLA_MA	SEPTIEMBRE 2006
TABLA_LI	Li - Board
TABLA_L1	Lila Estévez Freire
TABLA_P	PELIGRO
TABLA_FO	FOCO DE
TABLA_REC	SE RECOMIENDA

3.6 DIAGRAMAS DE FLUJO

PROGRAMA PRINCIPAL

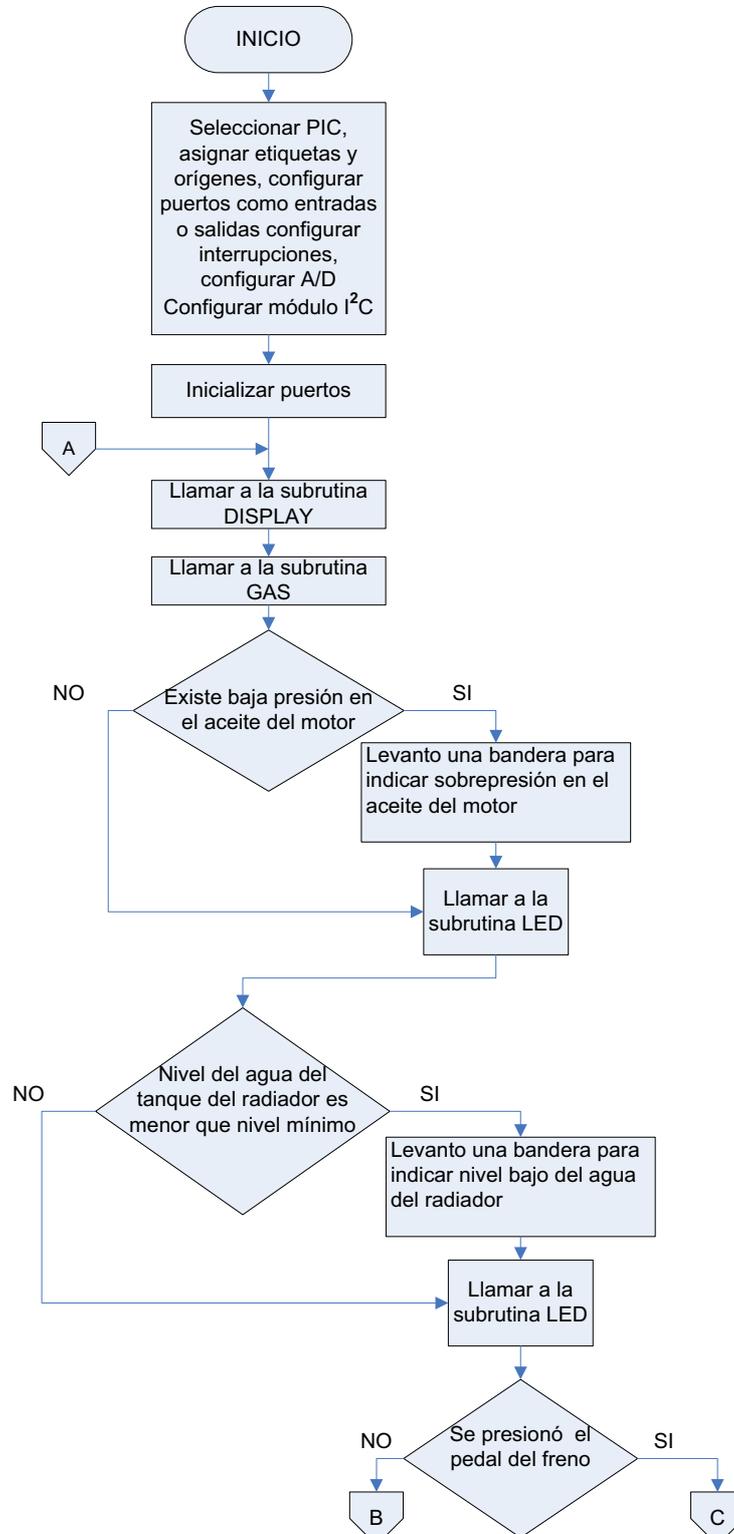


Figura 3.16 Diagrama de flujo del Programa Principal

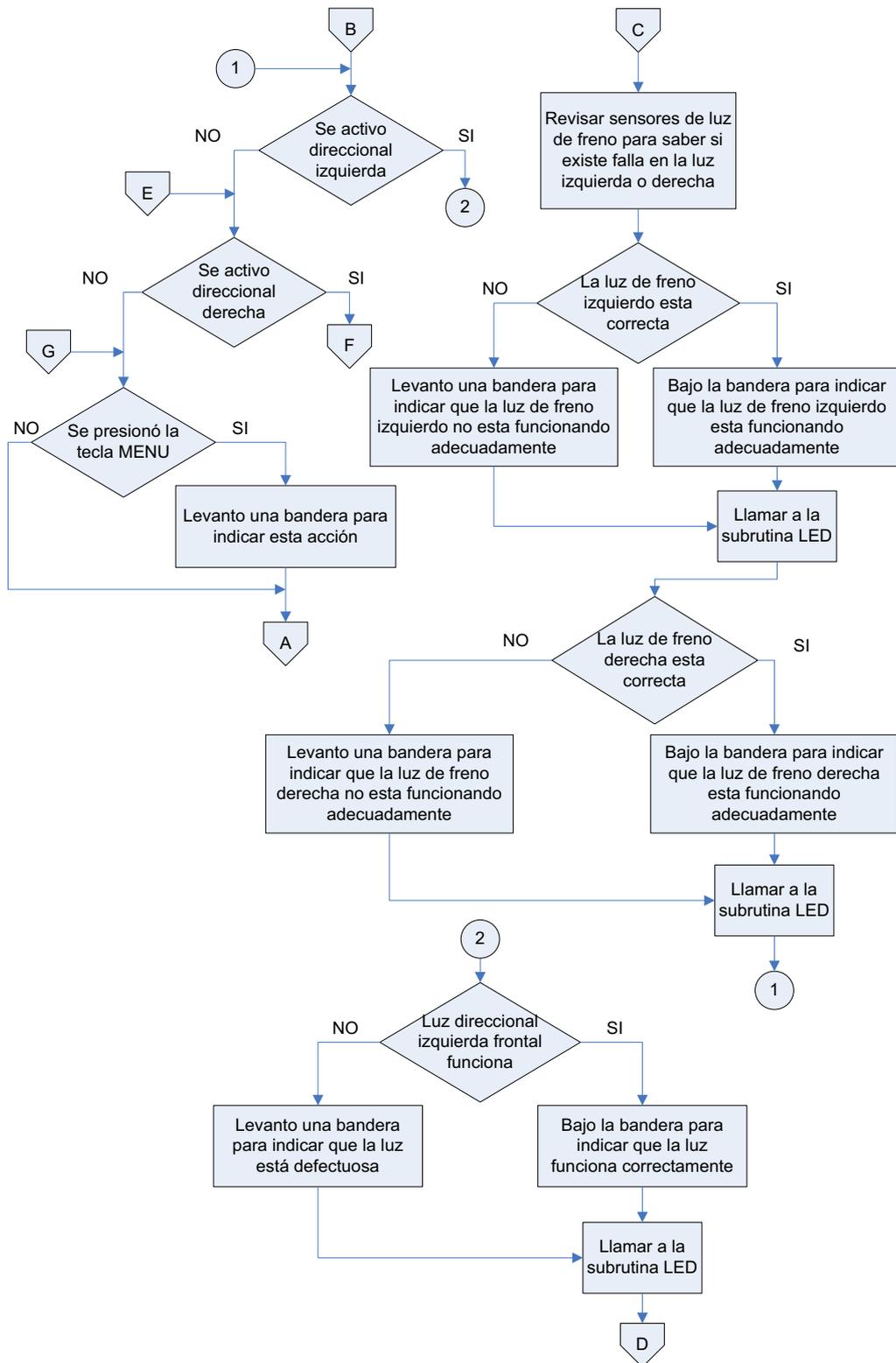


Figura 3.17 Diagrama de flujo del Programa Principal (continuación)

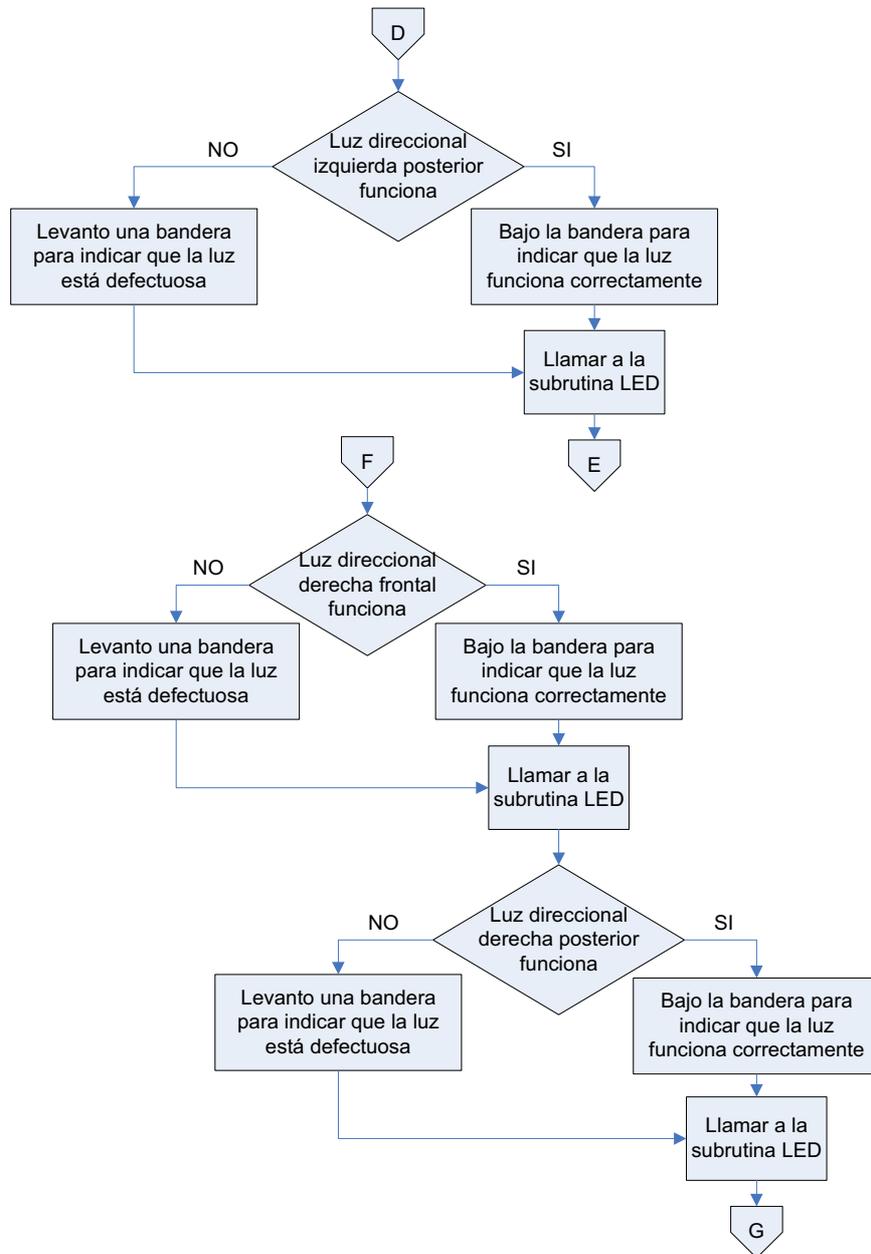


Figura 3.18 Diagrama de flujo del Programa Principal (continuación)

SUBROUTINA DISPLAY

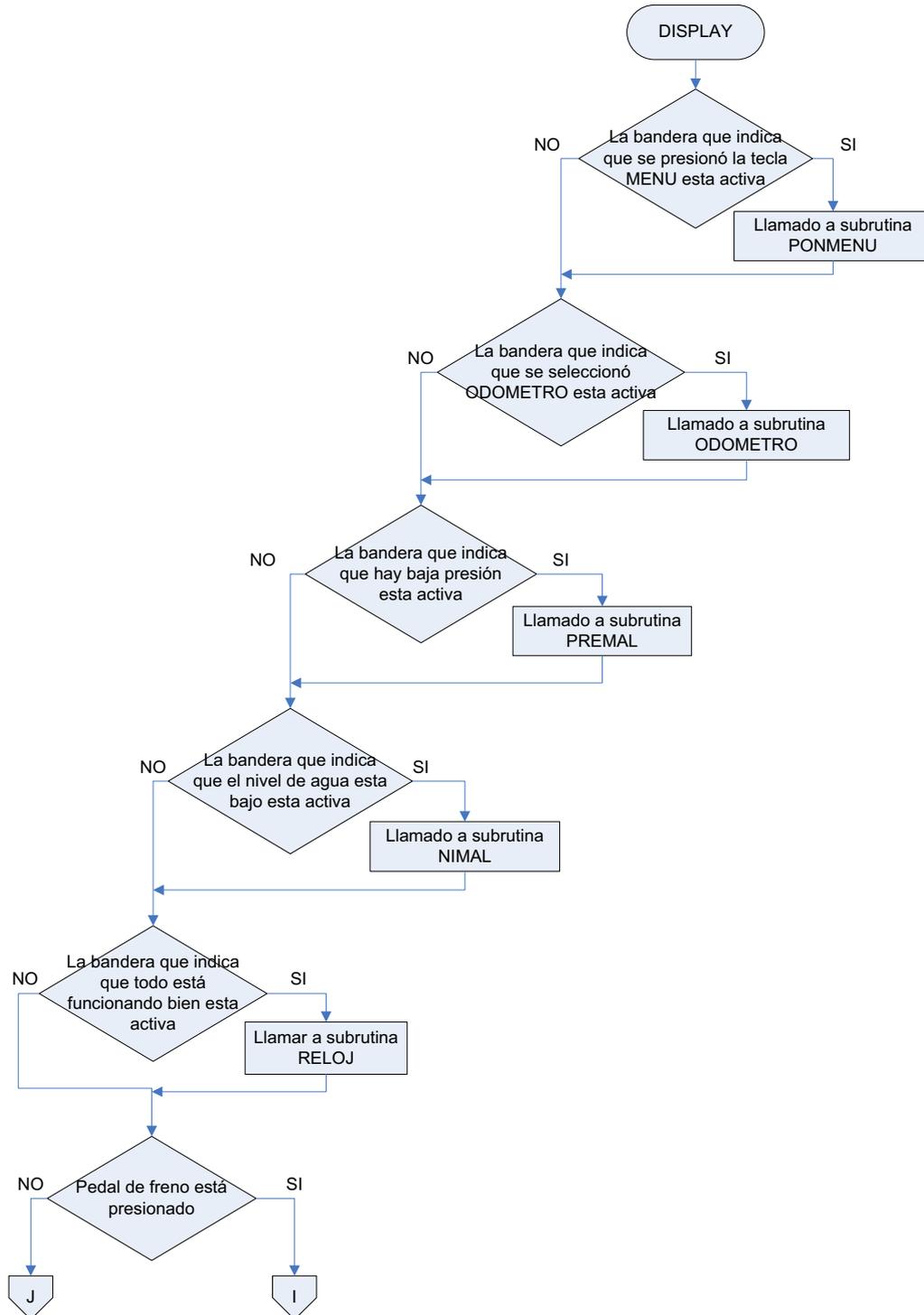


Figura 3.19 Diagrama de flujo subrutina display

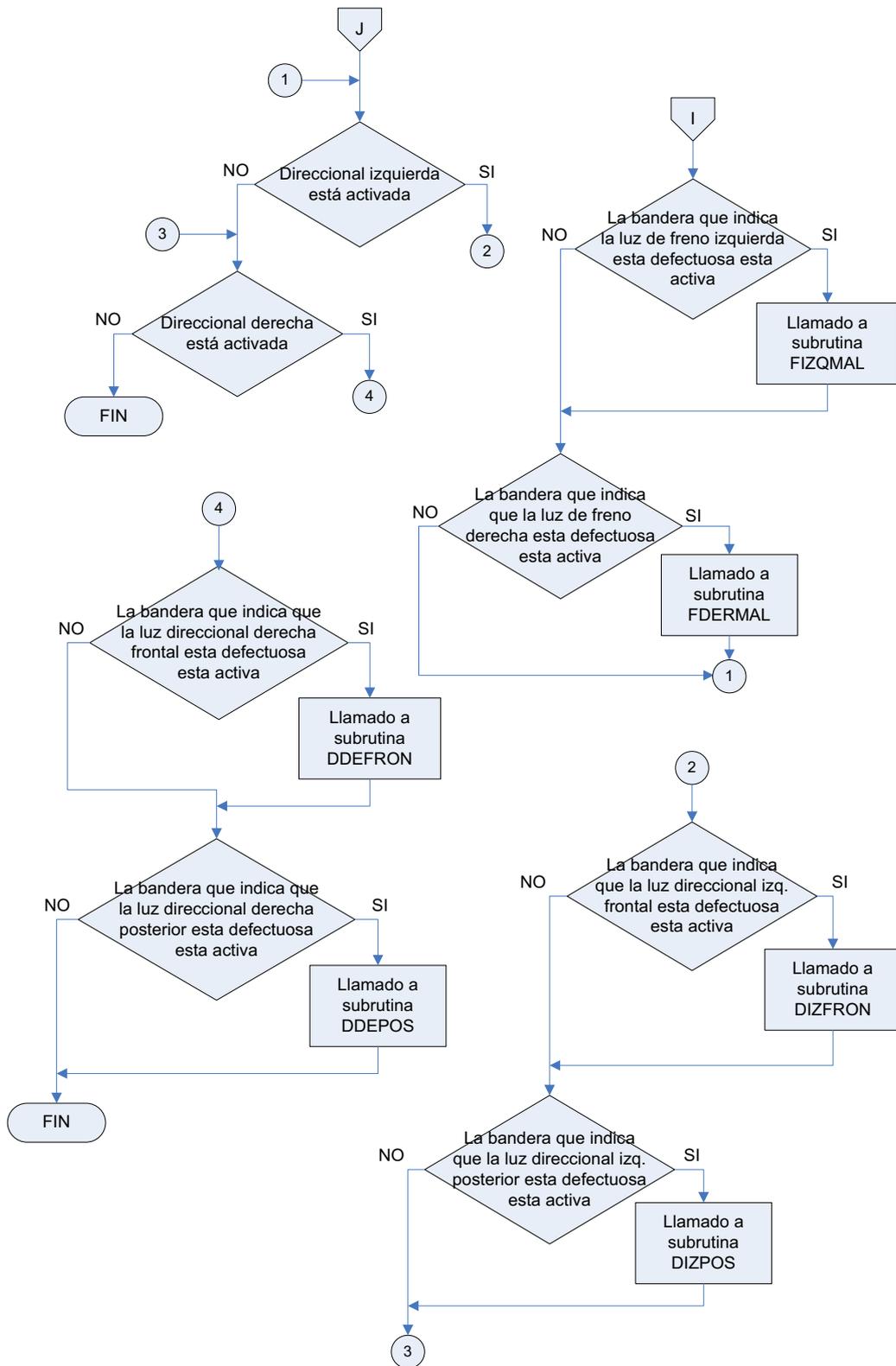


Figura 3.20 Diagrama de flujo subrutina display (continuación)

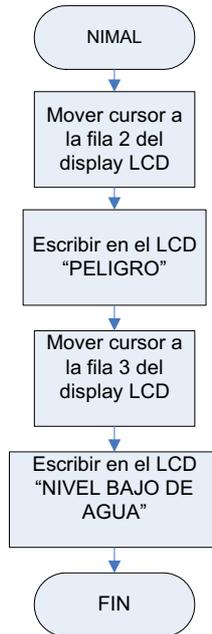
SUBROUTINA NIMAL

Figura 3.21 Diagrama de flujo de la subrutina NIMAL

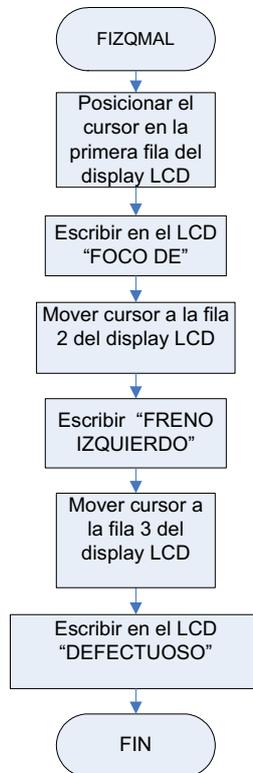
SUBROUTINA FIZQMAL

Figura 3.22 Diagrama de flujo de la subrutina FIZQMAL

SUBROUTINA PREMAL

Figura 3.23 Diagrama de flujo de la subrutina PREMAL

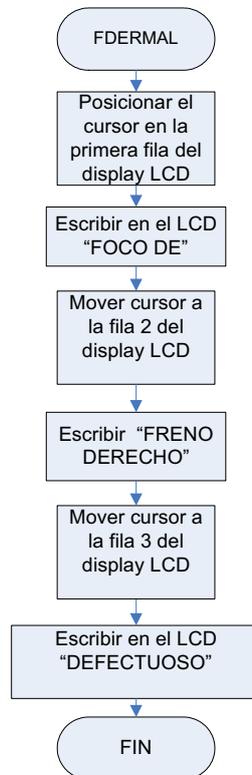
SUBROUTINA FDERMAL

Figura 3.24 Diagrama de flujo de la subrutina FDERMAL

SUBROUTINA DIZFRON

Figura 3.25 Diagrama de flujo de la subrutina DIZFRON

SUBROUTINA DIZPOS

Figura 3.26 Diagrama de flujo de la subrutina DIZPOS

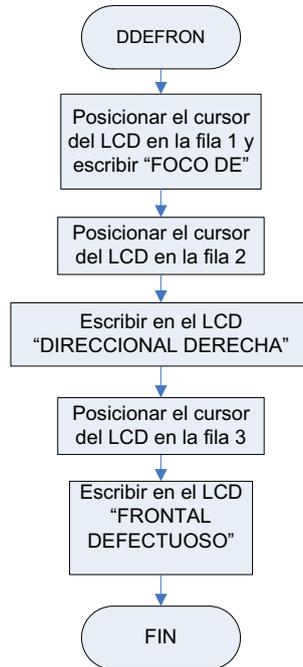
SUBROUTINA DDEFRON

Figura 3.27 Diagrama de flujo de la subrutina DDEFRON

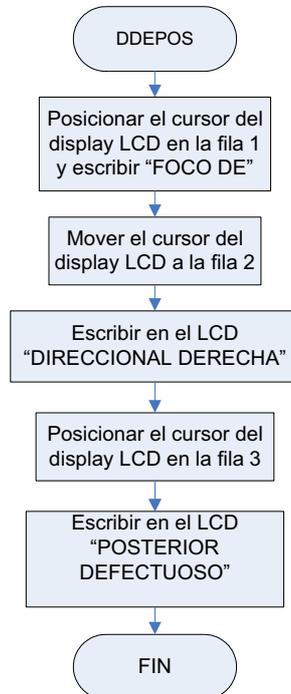
SUBROUTINA DDEPOS

Figura 3.28 Diagrama de flujo de la subrutina DDEPOS

SUBROUTINA LED

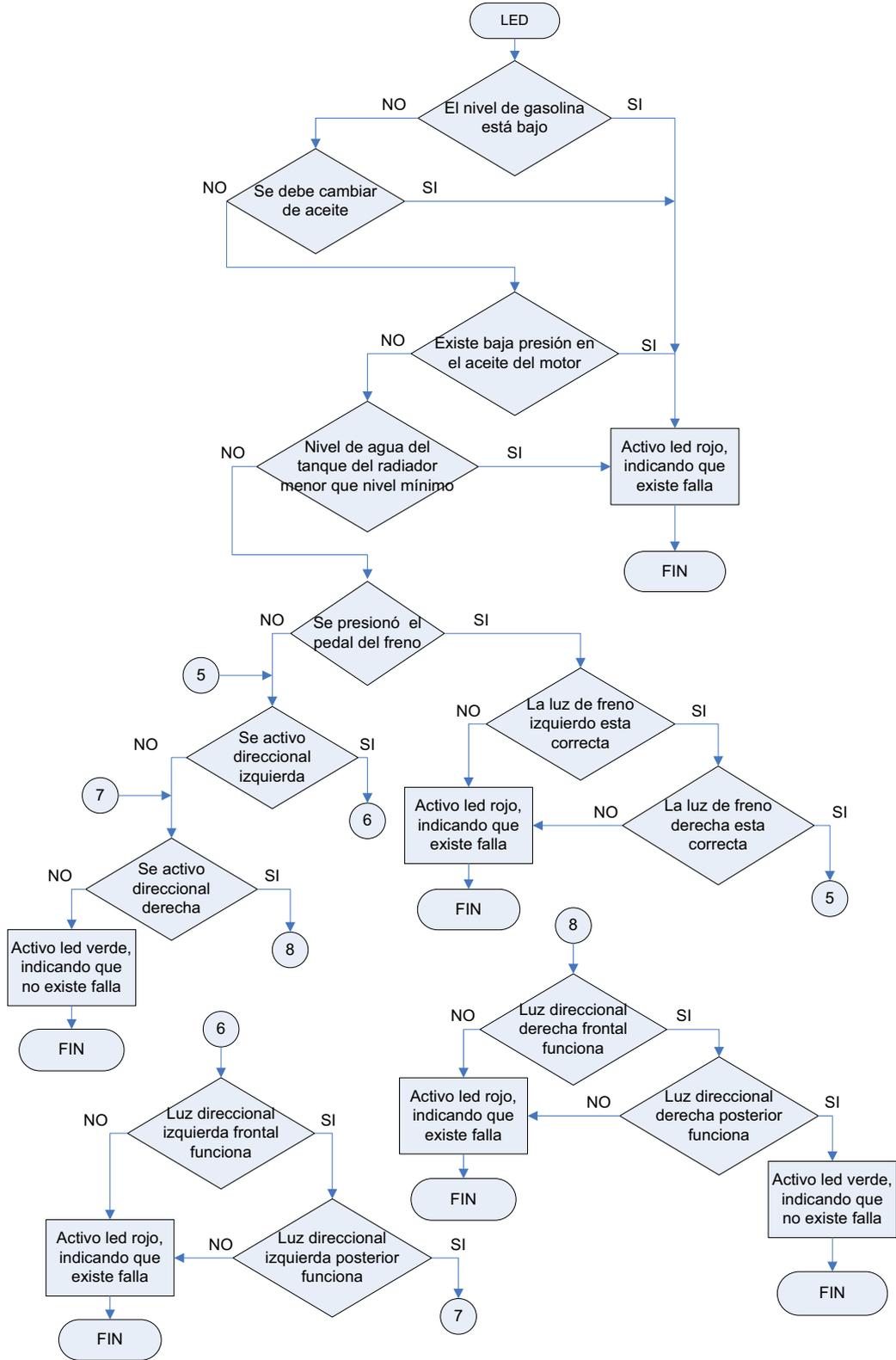


Figura 3.29 Diagrama de flujo de la subrutina LED

SUBROUTINA PONMENU

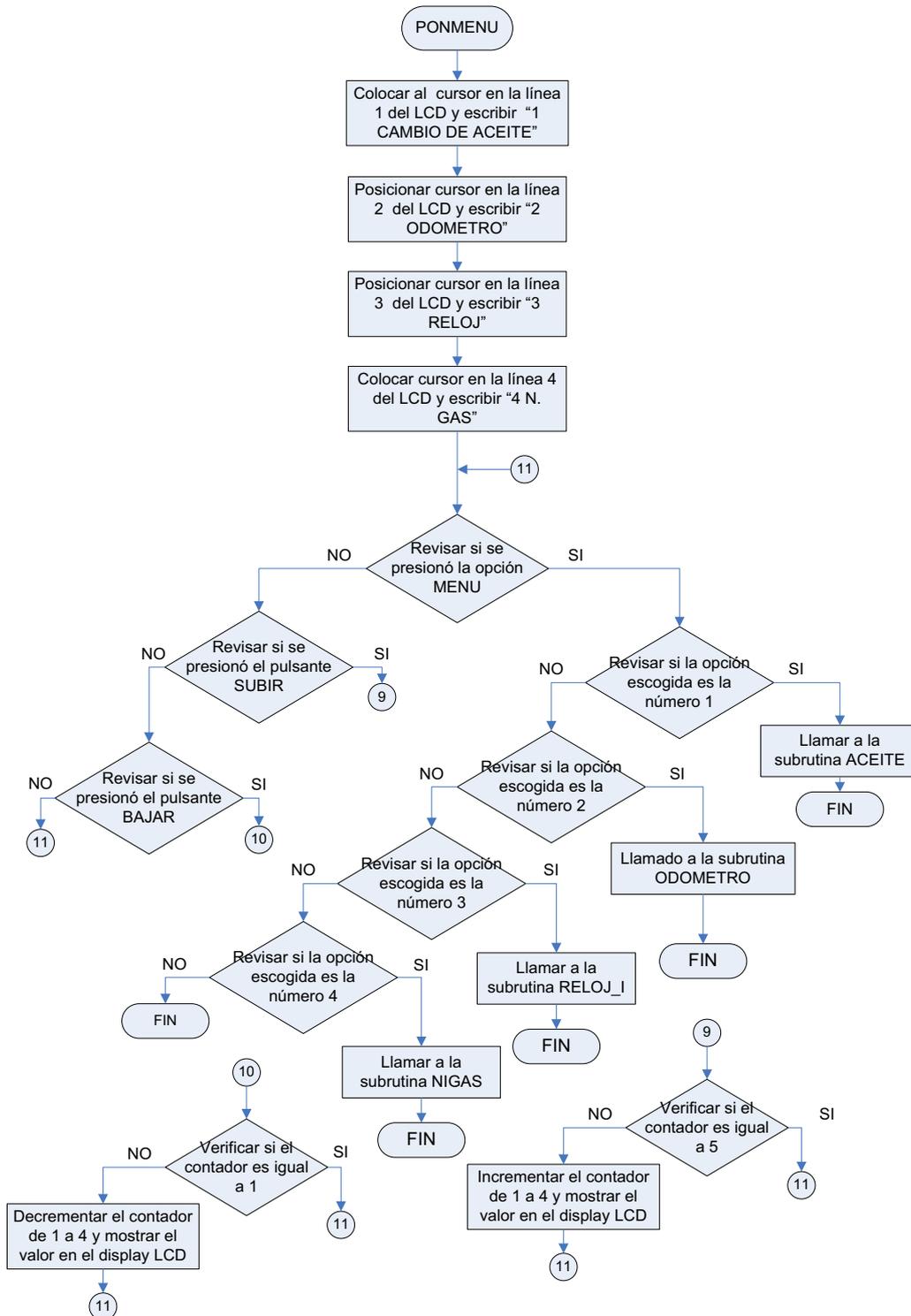


Figura 3.30 Diagrama de flujo de la subrutina PONMENU

SUBROUTINA ACEITE

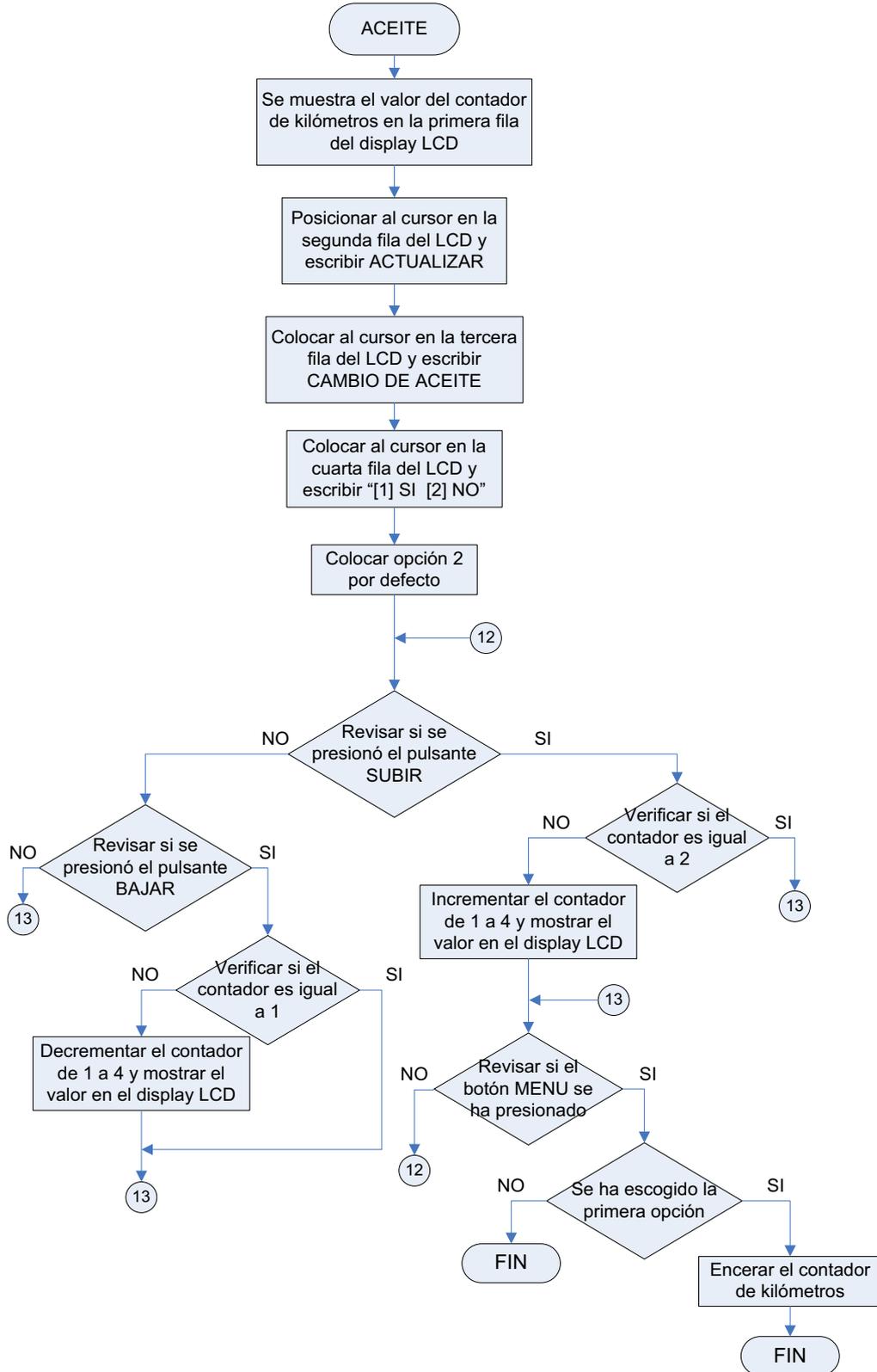


Figura 3.31 Diagrama de flujo de la subrutina ACEITE

SUBROUTINA MULTI

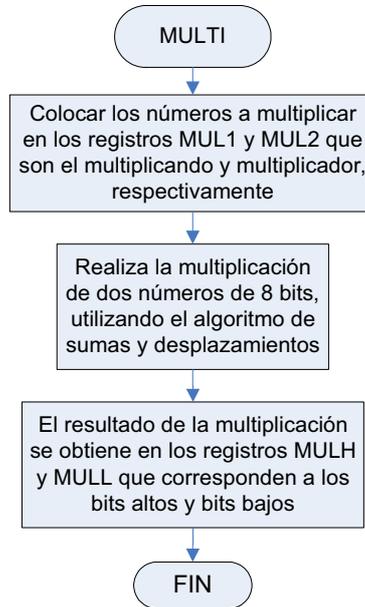


Figura 3.32 Diagrama de flujo de la subrutina MULTI

SUBROUTINA NIGAS

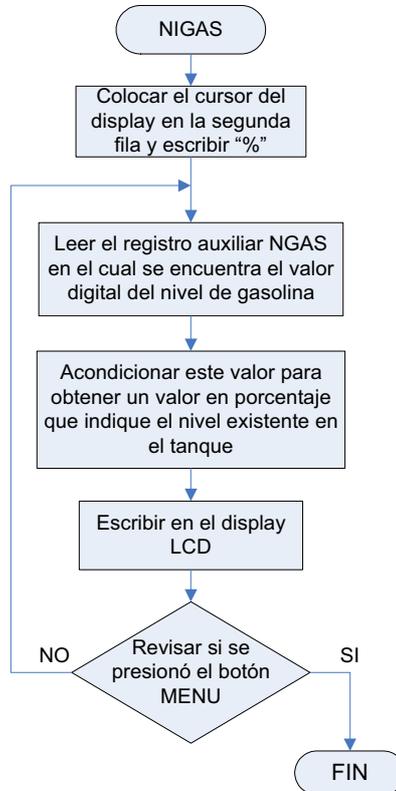


Figura 3.33 Diagrama de flujo de la subrutina NIGAS

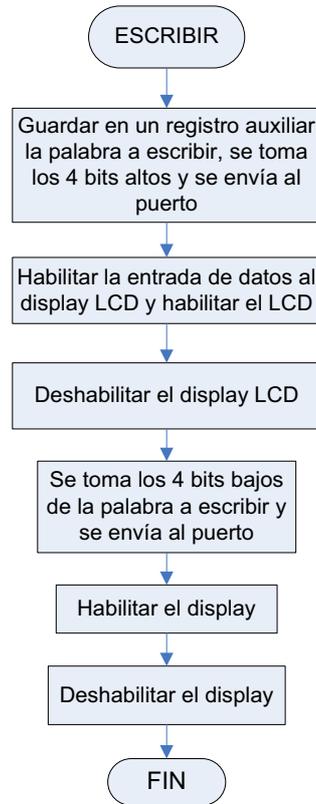
SUBROUTINA ESCRIBIR

Figura 3.34 Diagrama de flujo de la subrutina ESCRIBIR

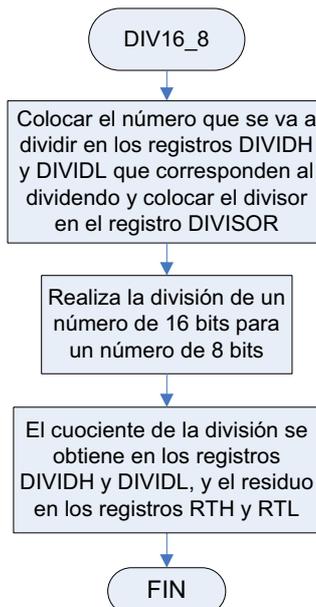
SUBROUTINA DIV16_8

Figura 3.35 Diagrama de flujo de la subrutina DIV16_8

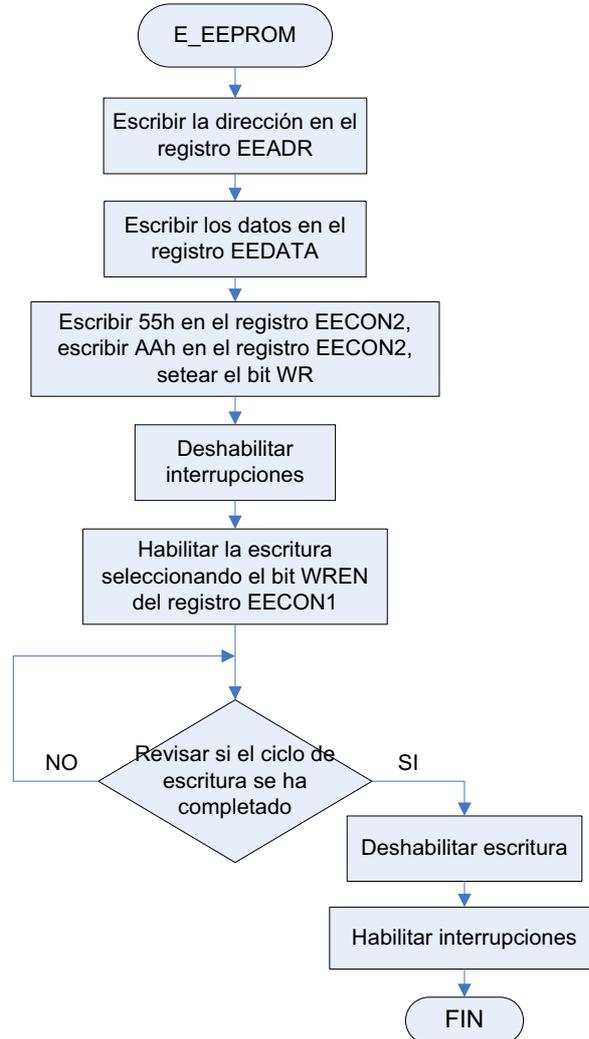
SUBROUTINA E_EEPROM

Figura 3.36 Diagrama de flujo de la subrutina E_EEPROM

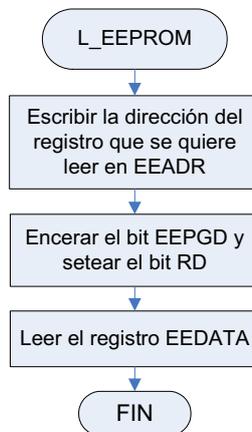
SUBROUTINA L_EEPROM

Figura 3.37 Diagrama de flujo de la subrutina L_EEPROM

SUBROUTINA CONVERTOR A/D

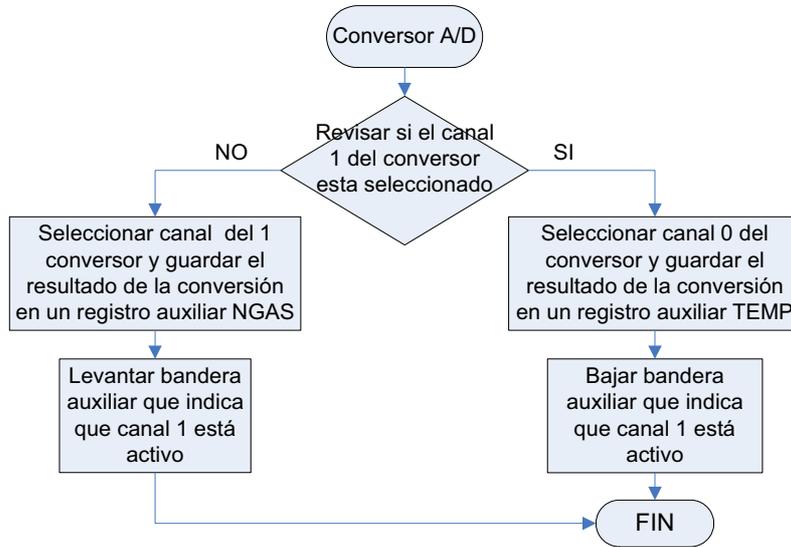


Figura 3.38 Diagrama de flujo de la subrutina CONVERTOR A/D

SUBROUTINA INTERRUPCION EXTERNA

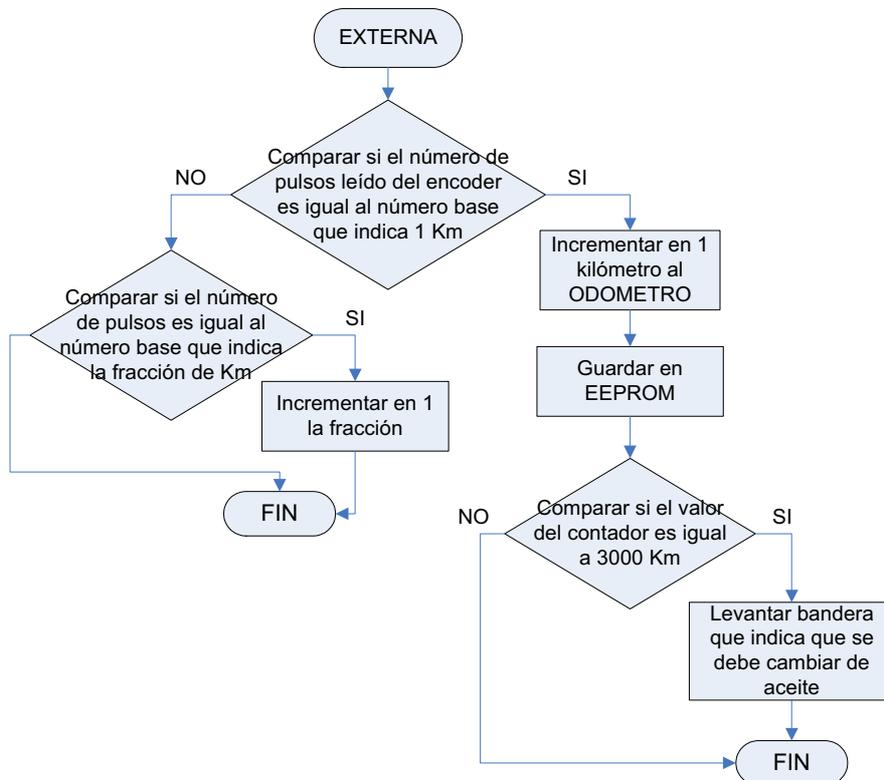


Figura 3.39 Diagrama de flujo de la subrutina INTERRUPCION EXTERNA

SUBROUTINA ODOMETRO

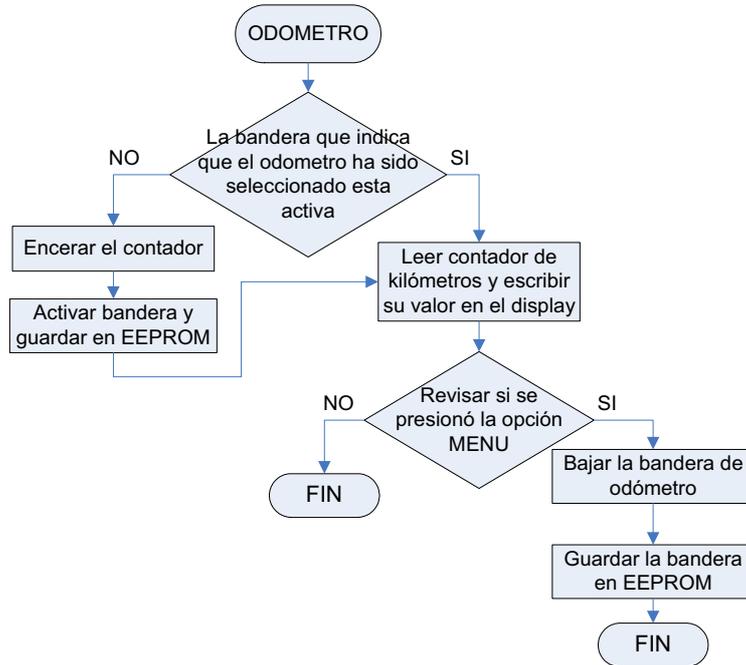


Figura 3.40 Diagrama de flujo de la subrutina ODOMETRO

SUBROUTINA G_KILOMETRO

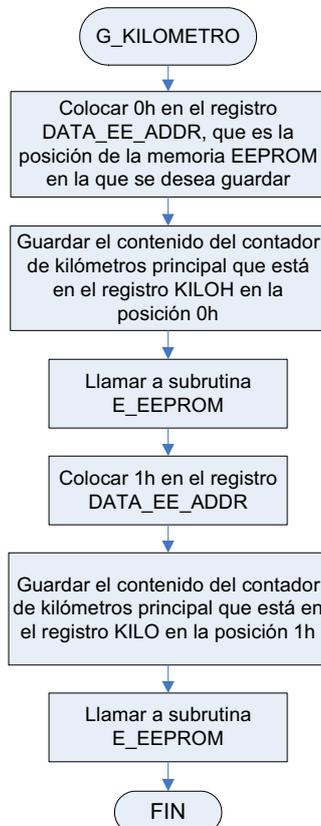


Figura 3.41 Diagrama de flujo de la subrutina G_KILOMETRO

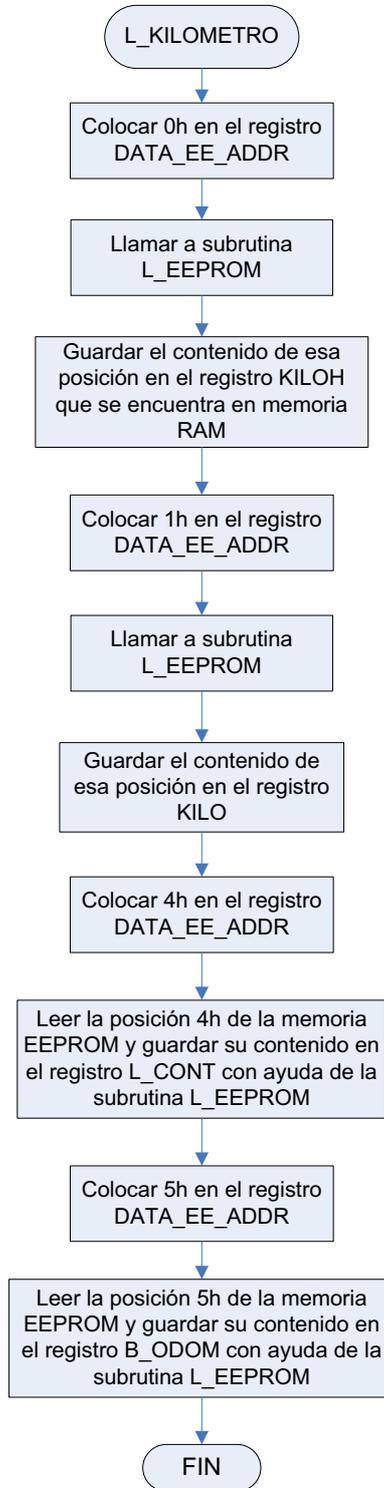
SUBROUTINA L_KILOMETRO

Figura 3.42 Diagrama de flujo de la subrutina L_KILOMETRO

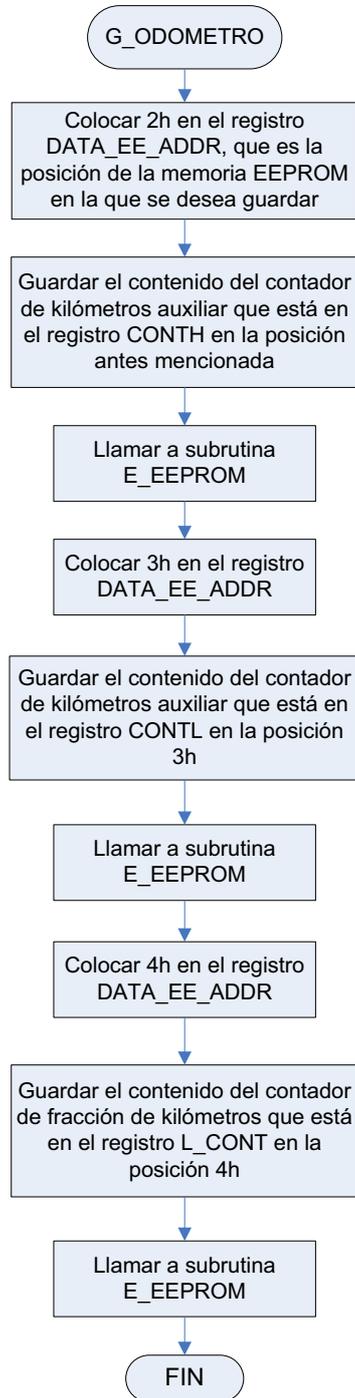
SUBROUTINA G_ODOMETRO

Figura 3.43 Diagrama de flujo de la subrutina G_ODOMETRO

SUBROUTINA L_ODOMETRO

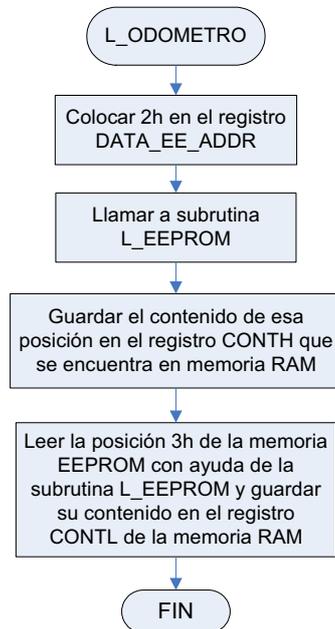


Figura 3.44 Diagrama de flujo de la subrutina L_ODOMETRO

SUBROUTINA RELOJ

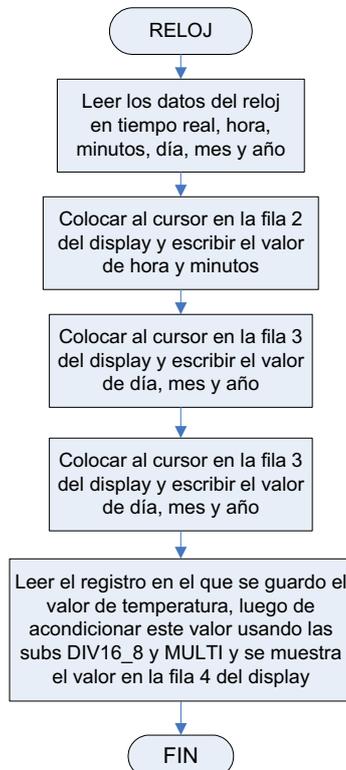


Figura 3.45 Diagrama de flujo de la subrutina RELOJ

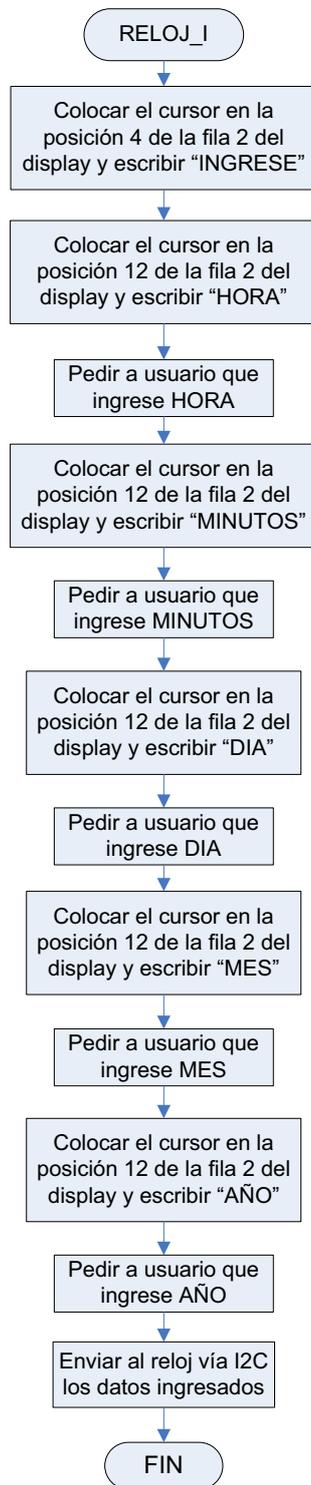
SUBROUTINA RELOJ_I

Figura 3.46 Diagrama de flujo de la subrutina RELOJ_I

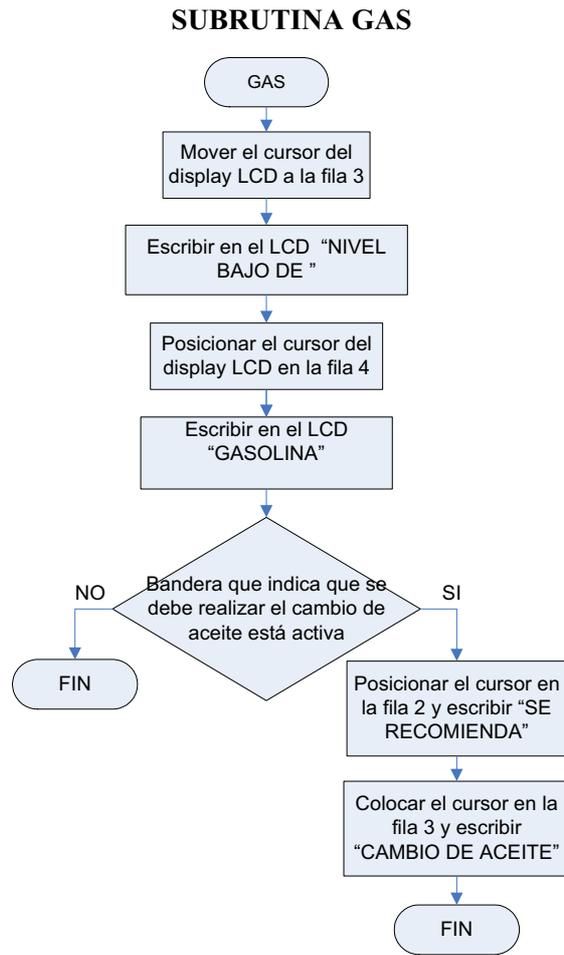


Figura 3.47 Diagrama de flujo de la subrutina GAS

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se describirá las pruebas realizadas en el sistema de información de parámetros del automóvil, Li – Board, con el objeto de comprobar el funcionamiento global del sistema. Las pruebas se realizaron montando el sistema en un automóvil Suzuki Swift de tres puertas, modelo 1994, se escogió este vehículo debido a que este no cuenta con un sistema similar instalado de fábrica, y se consideró que sería de mucha utilidad para el usuario del mismo.



Figura 4.1 Vehículo utilizado

El sistema cuenta con 2 tarjetas, en una de ellas se encuentra el sistema microprocesado y los circuitos de acondicionamiento de los sensores, la cual fue denominada como tarjeta de control, mientras que en la segunda esta el interfaz hombre máquina y el sensor de temperatura con su acondicionamiento, ambas

tarjetas fueron montadas en la consola del automóvil como se puede observar en la Figura 4.2.



Figura 4.2 Ubicación de tarjetas del Li – Board

4.1 UBICACIÓN DE SENSORES

Como se explicó en el capítulo anterior, para la medición del nivel de combustible y presión de aceite del motor, se utilizó los sensores propios del automóvil, que se encuentran ubicados en el interior del tanque de combustible y en el motor respectivamente. Para la medición de nivel del líquido refrigerante se colocó el sensor en el tanque de recuperación del radiador, el contador de kilómetros se encuentra ubicado en la cadena del velocímetro, ver Figura 4.3.



Figura 4.3 Ubicación de sensores en el cofre del motor

Los sensores de luz fueron ubicados en el interior de las lunas de las direccionales y frenos, previamente el sensor se colocó en un tubo plástico color negro (ver Figura 4.4), con el fin de que no detecte la luz del día, ver Figura 4.5



Figura 4.4 Sensor de Luz

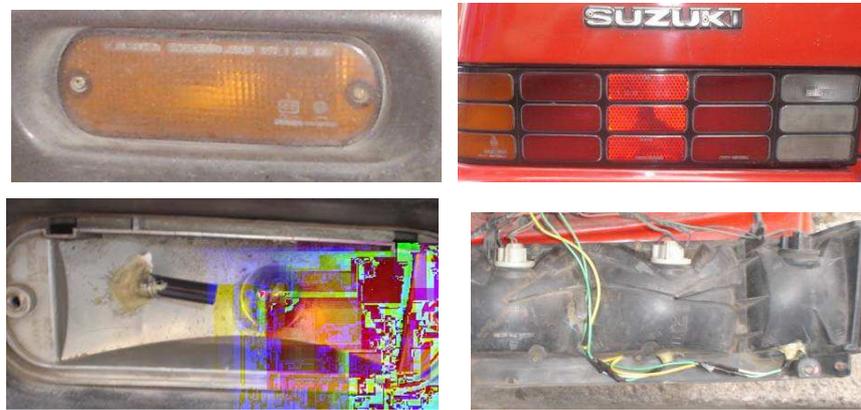


Figura 4.5 Ubicación del sensor de luz

El sensor de temperatura esta ubicado en la tarjeta del HMI, se consideró el mejor lugar debido a que se mide la temperatura en el interior del vehículo.

4.2 PRUEBAS

4.2.1 SENSORES DE LUZ

Estos sensores fueron acondicionados con un circuito comparador de voltaje cuyo nivel de referencia se fijó en 3,5 V, en las pruebas realizadas se observa que el voltaje que entrega el sensor al comparador varía de acuerdo a lo planificado, logrando que el circuito de acondicionamiento entregue al microcontrolador las señales 0L en caso de que las luces se encuentren apagadas y 1L cuando se encienden.

En la Tabla 4.1 se puede observar los niveles de voltaje que entrega el sensor al comparador bajo diferentes condiciones de iluminación ambiental.

Tabla 4.1 Niveles de voltaje del sensor de luz

Sensor	Mañana		Tarde		Noche	
	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
Freno izquierdo	4.5 V	0.4 V	4.8 V	0.7 V	4.68	0.08
Freno derecho	4.5 V	0.4 V	4.8 V	0.7 V	4.69	0.08
Direccional izquierda frontal	4.6 V	1.8 V	4.8 V	2.8 V	4.8	0.026
Direccional izquierda posterior	4.6 V	2.0 V	4.8 V	2.8 V	3.9	0.08
Direccional derecha frontal	4.7 V	1.8 V	4.8 V	2.8 V	4.77	0.08
Direccional derecha posterior	4.7 V	2.0 V	4.8 V	2.8 V	4.69	0.028

4.2.2 SENSOR DE PRESION

El sensor de presión propio del automóvil es de tipo ON/OFF, cuando existe baja presión entrega un nivel de voltaje bajo, en el orden de los milivoltios, cuando la presión supera el nivel mínimo recomendado por el fabricante se tiene a la salida del mismo 12V, por lo que a la salida del acondicionamiento realizado para este sensor se tendrán 0L si existe baja presión y 1L en caso contrario. La prueba de baja presión fue realizada colocando al automóvil en contacto en cuyo caso se tiene baja presión y luego encendiendo el mismo con lo cual la presión es la adecuada. Cuando se tiene baja presión se enciende el led en rojo y se muestra el mensaje correspondiente como se puede ver en la Figura 4.6



Figura 4.6 Prueba de baja presión

4.2.3 SENSOR DE NIVEL DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE

Para realizar esta prueba, en primer lugar se vació el tanque de recuperación, con lo cual a la salida del acondicionamiento de este sensor se tenía un nivel de 5V, el cual es interpretado como 1L por el microcontrolador, en cuyo caso se presentaba el mensaje “PELIGRO NIVEL BAJO DE AGUA” y se enciende el led en rojo, luego se llenó el tanque de recuperación obteniéndose a la salida del mismo 0V, el mismo que representa un nivel de 0L con lo que el led se enciende en verde y se retira el mensaje (Figura 4.7).



Figura 4.7 Prueba del sensor de nivel

4.2.4 SENSOR DE TEMPERATURA

Las pruebas de la medición de temperatura se realizaron contrastando la medida dada por el sistema de información con un termómetro de vidrio marca Philip Harris Limited (ver Figura 4.8) consiguiendo los resultados mostrados en la Tabla 4.2, en la cual se aprecia que las dos lecturas son iguales.

Tabla 4.2 Datos de temperatura

HORA	T. SISTEMA	T. TERMOMETRO
6h40	14	14
7h10	16	16
10h30	24	24
11h00	25	25
12h10	32	32



Figura 4.8 Termómetro Philip Harris Limited

4.2.5 SENSOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE

Para realizar estas pruebas se tomó datos de voltaje del sensor, el dato digital que entrega el sistema y se estimó en base al indicador de nivel de combustible (Figura 4.9) del automóvil el nivel de combustible existente en el tanque. En la Tabla 4.3 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 4.3 Resultado de prueba de sensor de nivel de combustible

Voltaje [V]	Valor digital [d]	Nivel estimado %
4.45	10	8
3.9	13	12.5
3.76	27	25
3.56	37	35
3,5	41	37.5
3	44	43.75
2,55	49	50
2,40	51	51
1,90	55	58
1,84	62	62
1,7	64	65
1,67	68	69
0,5	100	100

Como se puede apreciar en los resultados el nivel que entrega el sistema es muy similar al nivel estimado. Adicionalmente, el sistema da un mensaje de nivel bajo de combustible cuando el valor digital es menor a 15, en cuyo caso el led bicolor se enciende en rojo.



Figura 4.9 Tablero del automóvil

4.2.6 CONTADOR DE KILÓMETROS

Para esta prueba fue necesario previamente calibrar el sistema para que cuente kilómetros y no solamente pulsos, por lo que en primer lugar se programó el microcontrolador para que cuente pulsos y lo muestre en el display, obteniéndose que en un kilómetro el sistema contaba 2500 pulsos, luego se realizó la programación adecuada para que cada 2500 pulsos el contador de kilómetros incremente en una unidad. Una vez calibrado el sistema se realizó las pruebas, contrastando el valor mostrado por el contador de kilómetros propio del automóvil (Figura 4.9) y el que da el sistema, obteniéndose los mismos valores en varias pruebas realizadas con recorridos cortos (menores de 5Km) y en recorridos largos menores a 100Km.

Adicionalmente a esta prueba con el objeto de probar el funcionamiento del sistema de información de cambio de aceite, se colocó en el contador de kilómetros el valor de 2955, luego de recorrido 5 Km el sistema encendió el led

bicolor en rojo y mostró en el display el valor del contador de kilómetros y el mensaje “SE RECOMIENDA CAMBIO DE ACEITE”.

4.3 RESULTADOS

Luego de las pruebas realizadas se tiene como resultado un Sistema de información de Parámetros de un automóvil que da la siguiente información:

- Nivel mínimo del tanque de recuperación del líquido refrigerante
- Temperatura en el interior del vehículo
- Baja presión de aceite en el motor
- Cuando se debe rellenar el tanque de combustible
- Cuando se debe cambiar de aceite
- Si algún foco del sistema de frenos y direccionales está defectuoso
- Fecha y hora.

Adicionalmente se ha implementado un contador de kilómetros que empieza en cero cada vez que el usuario lo seleccione (Odómetro).

Por lo expuesto anteriormente se puede decir sin temor a equivocarse que el sistema cumple con los objetivos planteados inicialmente.

En la Figura 4.10 se puede observar la presentación final del sistema de información de parámetros del automóvil Li – Board.



Figura 4.10 Li – Board.

4.4 LISTA DE ELEMENTOS Y PRECIOS

En la Tabla 4.2 se muestra el listado detallado de los elementos utilizados para cada una de las tarjetas con sus respectivos precios. Al final de la sección se muestra el valor total del prototipo en dólares.

Tabla 4.4 Lista de Elementos y Precios

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Total Tarjeta de Control			71.02
Circuito impreso	1	27	27
Microcontrolador PIC16F877A	1	10	10
Resistencias 1/4 W	17	0.02	0.34
Potenciómetros de precisión	8	1.5	12
Condensadores cerámicos	8	0.05	0.4
Condensadores electrolíticos	2	0.10	0.20
Operacional, LM324	3	0.5	1.5
Reloj tiempo real, DS 1307	1	6	6
Regulador de Voltaje, LM7805	1	0.5	0.5
Pulsante	1	0.1	0.1
Diodo Tener	2	0.12	0.24
Cristal 4 MHz	1	0.8	0.8
Cristal 32.768 Khz	1	1	1
Transistores, NPN, 2N3904	2	0.07	0.14
Batería de litio	1	0.3	0.3
Zócalo 40 pines	1	1.20	1.20

Zócalo 14 pines	3	0.40	1.20
Zócalo 8 pines	1	0.25	0.25
Borneras 2 terminales	3	0.45	1.35
Borneras 3 terminales	4	0.75	3
Porta batería	1	3.50	3.50
Total HMI			134.95
Circuito impreso	1	20	20
Resistencias 1/4 W	10	0.02	0.2
Potenciómetros de precisión	1	1.5	1.5
Condensadores cerámicos	3	0.05	0.15
Condensador electrolítico	1	0.10	0.10
Display LCD 20x4	1	40	40
Pulsantes	3	0.45	1.35
Diodo led bicolor	1	0.50	0.50
Diodo Zener	1	0.12	0.12
Sensor de Temperatura, LM35	1	3.36	3.36
Transistor, NPN, 2N3904	1	0.07	0.07
Operacional, LM324	1	0.5	0.5
Header 16	1	0.35	0.35
Header 20	1	60	60
Bornera 3 terminales	1	0.75	0.75
Bus de datos	1	6	6
Total Tarjeta auxiliar			2.98
Regulador de Voltaje, LM7805	1	0.5	0.5
Condensadores cerámicos	4	0.05	0.20
Resistencias 1/4 W	4	0.02	0.08
Borneras 2 terminales	4	0.45	1.80
Tarjeta perforada	1	0.40	0.40
Total Filtro de la fuente			13.86
Condensadores cerámicos	3	0.05	0.15
Toroide	2	5	10
Relé 12V, contacto 24V NA, NC	1	2.0	2.0
Condensador electrolítico	2	0.10	0.20
Borneras 2 terminales	2	0.45	0.90
Diodo de señal	1	0.10	0.10
Resistencias 1/4 W	2	0.02	0.04
Transistor, NPN, 2N3904	1	0.07	0.07
Tarjeta perforada	1	0.40	0.40
Otros Gastos	1		61.4
Fotorresistencias	6	0.70	4.20
Tubos plásticos	6	0.10	0.60
Microswitchs	4	0.25	1
Cable 18 AWG	15m	0.2	3.0

Postes de sujeción	1	5	5
Porta fusible	1	1.50	1.50
Fusible	1	0.10	0.10
Encoger	1	30	30
Pinzas para ensamblaje	1	5	5
Switch	1	1	1
Varios		10	10
Total gastos			284.21

Adicionalmente a los gastos mostrados anteriormente se debe incluir los costos de diseño tanto de software como de hardware. En este ítem se incluye el diseño y el tiempo de elaboración del programa de control el mismo que fue desarrollado usando el programa MPLAB 7.3 el cual es de libre distribución, el diseño de los circuitos impresos tanto de la tarjeta de control como del HMI, los cuales fueron realizados utilizando el programa ORCAD 10.5, y la instalación del sistema. A lo anteriormente mencionado se le da un rubro de 1500 dólares. El costo total del prototipo sería entonces de 1784.21 dólares.

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones que se obtienen luego de haber realizado el presente trabajo.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se presentan las conclusiones que se obtuvieron en la realización del sistema de información de parámetros de un automóvil, se dan ciertas recomendaciones y el trabajo que se podría realizar en el futuro.

- Luego de haber realizado las diferentes pruebas al sistema, se concluye que éste cumple con el objetivo planteado que es informar al usuario sobre cuando se debe realizar el cambio de aceite, rellenar el tanque de combustible y cambiar luces de freno y direccionales. Adicionalmente da información de temperatura en el interior del vehículo, nivel mínimo del tanque de recuperación del líquido refrigerante, baja presión de aceite en el motor, fecha y hora.
- En la actualidad la mayoría de modelos de automóviles cuentan con un sistema denominado computador de abordo con funciones distintas, que permiten entre otras, detectar de forma inmediata fallas y su grado de importancia, para brindar seguridad y confort, es por esto que el presente sistema resulta útil, tomando en cuenta que existen muchos vehículos de modelos antiguos que no cuentan con un sistema similar instalado.
- Cuando se montan sistemas de información en vehículos se debería utilizar la mayor cantidad de sensores que se encuentran instalados en el mismo, ya que estos han sido probados durante mucho tiempo y se consideran confiables, además de esta manera la implementación resulta más económica.

- Para bajar el costo del sistema es necesario utilizar sensores de bajo costo que realicen su función de manera adecuada, es así que por ejemplo para conocer el estado de los focos de freno o direccionales, inicialmente se pensó en usar sensores de corriente, en este caso la implementación resultaba costosa por lo que se prefirió usar sensores de luz, con los cuales se obtiene el resultado deseado sin necesidad de realizar una alta inversión.
- Para instalar sensores de luz en un automóvil es necesario tener cuidado en la ubicación de los mismos, ya que éstos varían su valor dependiendo de la cantidad de luz que los ilumina, por lo que se ven afectados por la luz del día, por este motivo se debe cubrir al sensor con un tubo plástico negro con el cual se logre reducir considerablemente la incidencia de luz del día, adicionalmente es necesario que estos sensores se coloquen muy cerca del foco cuya luz va a ser sensada.
- Para sistemas que deben operar a durante todo el día con diferentes condiciones de luz es necesario prever la adecuada iluminación el display que se utilice, por lo que se utilizó un display con iluminación de fondo, para poder visualizar la información mostrada en el mismo inclusive en ausencia de luz.
- Cuando se trabaja con la fuente del automóvil para alimentar a sistemas sensibles como son los basados en microcontroladores se debe realizar previamente un filtrado adecuado para prever que el ruido generado por el automóvil afecte al funcionamiento del sistema microprocesado, el filtro recomendado es un LC como el presentado en el diseño de la fuente del sistema diseñado.
- Debido a que cuando arranca el vehículo éste consume gran cantidad de corriente es recomendable que cualquier sistema que se le añada al vehículo

tome la fuente después que el carro ha arrancado, por lo que se debe implementar una fuente con retardo en el encendido.

- Para asegurar que el microcontrolador PIC16F877A empiece a funcionar cuando el nivel de voltaje en la alimentación sea el adecuado se recomienda utilizar el brown out reset (BOR), el mismo que se lo activa en la palabra de configuración en el momento de programar el microcontrolador.

- El sistema de información de parámetros implementado si bien es cierto cumple con los alcances planteados, podría ser mejorado adicionando en él sensores y actuadores o modificando la programación del microcontrolador para que permita realizar tareas como:
 - Ayuda en el parqueo del automóvil
 - Velocidad promedio
 - Alerta de velocidad máxima para evitar multas
 - Tiempo de autonomía en el tanque de combustible
 - Consumo instantáneo de combustible
 - Estadísticas de consumo de combustible
 - Estadísticas de manejo del automóvil
 - Información de posición utilizando un sistema de posicionamiento global
 - Alarma del vehículo
 - Control de elevadores de vidrios, etc.

- Ya que los vehículos modernos cuentan con un computador interno, un trabajo futuro en el mismo campo podría ser el investigar el protocolo de comunicación On board diagnostics (OBD) que es utilizado por este tipo de computador para implementar un sistema de información que obtenga todos los datos que necesita del mismo, haciendo así factible aumentar la información de los

parámetros que indica el computador propio del automóvil a un costo menor comparado con el que ofrecen las casas comerciales de automóviles.

- El desarrollo del presente permitió conocer que sistemas prácticos probados satisfactoriamente en un laboratorio pueden fallar cuando son instalados en ambientes no controlados como en el caso de un automóvil, por lo que este tipo de pruebas son una buena aproximación si no se ha considerado en que ambiente va a funcionar el sistema que se esté desarrollando.
- Finalmente no queda mas que decir que el campo de desarrollo en sistemas de información para vehículos es muy amplio y conforme avanza la tecnología mayor cantidad de aditamentos podrían ser implementados para que el usuario de vehículos tenga el mayor confort posible, por lo que no se debería dejar de lado la investigación en este campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Lucero M., "Documentación de Computador de Abordo DG 512, Guía de Usuario," FUL-MAR S.A., Argentina, noviembre 2005

[2] Infodev EDI Inc, "Computador de a bordo DL-10," 2005, <http://www.infodev.ca/ES/vehicle/DL-10BES.shtml>

[3] VDO Handling a complex world, "Fleet Manager 200 Plus Technical Information," 2005, <http://www.vdo.com>

[4] Road Safety International, "Teen Driving Product RS-1000, Technical Specs," 2006, http://www.roadsafety.com/teen_techspecs.php

[5] Mayz E., "Conocimientos Básicos del Automóvil, Sistema de Enfriamiento," Automotriz, 2006, <http://www.automotriz.net>

[6] Federal Mogul Institute, "Mecánica de los sábados, Sistema de Enfriamiento," www.rolcar.com.mx

[7] BMWFAQ Club, "Conocimientos básicos del automóvil, Recalentamiento," enero 2004, <http://www.bmwfaq.com>

[8] Deere & Company, "Consejos semanales, Tapón del Radiador," México, 1996, <http://www.deere.com>

[9] Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, "Sistema de Combustible de los Motores de Combustión interna," Mexico DF, http://www.conae.gob.mx/transporte/pdf/sis_combustible.pdf

[10] Editorial Cultural, "Manual del automóvil reparación y mantenimiento: electricidad, accesorios y transmisión," 2000.

[11] ESSO, "Presión de aceite del motor," <http://www.autotecnicatv.com.ar/MARCELOMARTINS/autos/Biblioteca>

[12] GRUPO FACORSA, "Presión de aceite del motor," 2005, www.lubricar.net

[13] Ministerio de Educación y Ciencia CNICE, "Banco de imágenes, aforador, " Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa, Madrid, www.cnice.mec.es/

[14] Filter Manufacturers Council, "Technical Service Bulletin 83-2R2," 2005, www.filtercouncil.org

[15] Electrónica Unicrom "El Resistor fotosensible (LDR) o fotorresistor," 2002, www.unicrom.com/Tut_ldr.asp

[16] National Semiconductor, "LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors," 2000, www.national.com

[17] Robótica & μ C PIC X-Robotics, "Sensores," 2006, www.x-robotics.com.

[18] Dallas Semiconductor, "DS1307/DS1308 64 x 8 Serial Real Time Clock," 2001.

[19] Microchip Technology Inc., "AN976, Using the MSSP module to interface I2C Serial EEPROMs with PIC16 Devices," 2005.

[20] Optrex Corporation, "LCD Module Specification DMC20481NY-LY-ABE," 1999.

[21] Microchip Technology Inc., "PIC16F87XA Data Sheet, 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers," 2003

[22] Fairchild Semiconductor, "MC78XX/LM78XX/MC78XXA 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator", 2001, www.fairchildsemi.com.

ANEXO A

ANEXO A

MANUAL DE USUARIO

SISTEMA DE INFORMACION DE PARAMETROS DE UN AUTOMOVIL

El objetivo del presente es informar al usuario sobre las bondades y la correcta utilización del sistema de información de parámetros de un automóvil.

El sistema es capaz de dar información visual de ciertos parámetros del vehículo y adicionalmente en caso de mal funcionamiento de alguno de ellos da una alarma visual, tanto en mensaje como en señal luminosa. Los parámetros cuya información se da al usuario son:

- Nivel bajo de combustible
- Nivel bajo de agua del radiador
- Sobre Presión del aceite
- Fecha, hora y temperatura en el interior del vehículo

Adicionalmente el sistema da información de cuando se debe:

- Rellenar el tanque de combustible
- Cambiar de aceite
- Cambiar luces de freno y direccionales

El sistema consta de 4 placas, una contiene al sistema microprocesado que se encarga del monitoreo continuo de las variables analizadas, y en base a esa información comanda al interfaz hombre máquina que constituye la segunda placa, a la cual el usuario tiene acceso para conocer el estado de las variables analizadas del sistema e ingresar las alternativas de visualización, la tercera placa es la una fuente auxiliar de 5V y los acondicionamientos de los finales de carrera de freno y direccionales, mientras que la cuarta placa esta formada por un filtro LC y un relé con retardo en la conexión. Adicionalmente se tiene el encoder y los sensores de luz

En las Figuras A.1 se aprecia los componentes del sistema.

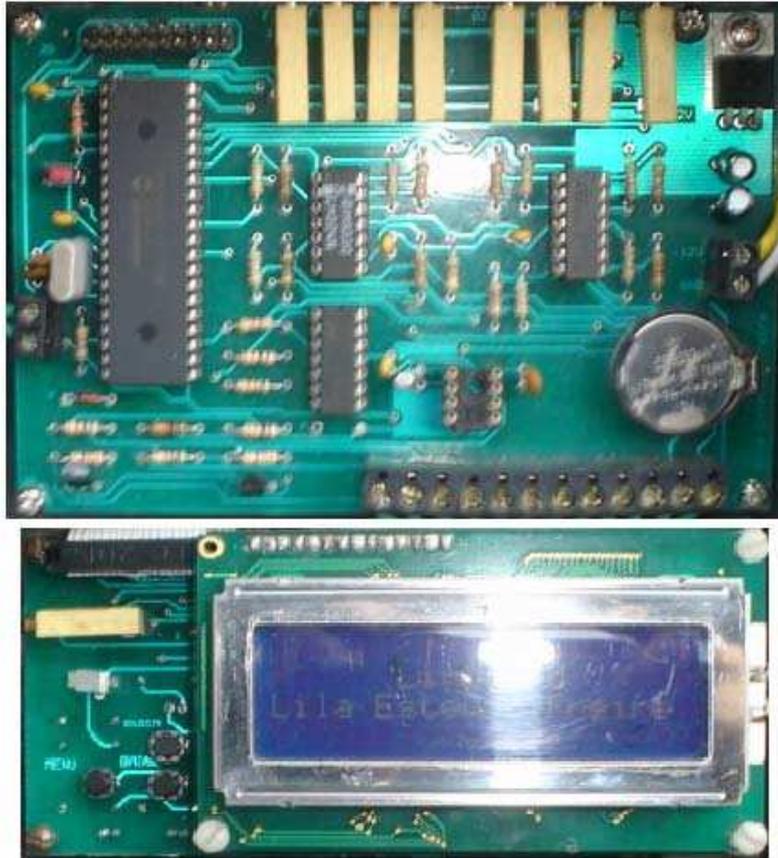


Figura A.1a Sistema Microprocesado y HMI

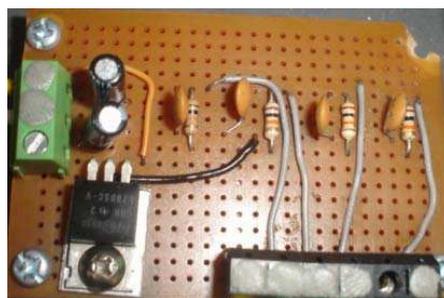


Figura A.1b Fuente auxiliar y acondicionamiento de finales de carrera



Figura A.1c Filtro LC y rele con retardo en la conexión



Figura A.1d Sensor de luz



Figura A.1e Encoder

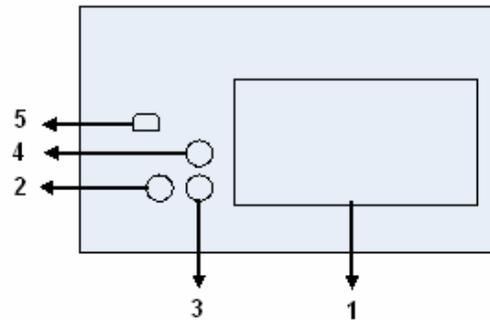


Figura A.2 Esquema interfaz hombre máquina

En base al esquema de la Figura A.2, el interfaz hombre máquina consta de:

- 1.- Display LCD alfanumérico 4x20.
- 2.- Pulsador menú
- 3.- Pulsador bajar
- 4.- Pulsador subir
- 5.- Indicador luminoso

A.1 DISPLAY LCD

Es un display alfanumérico de 4 filas y 20 caracteres por fila, en el cual se mostrarán los mensajes correspondientes de acuerdo al funcionamiento correcto o incorrecto del sistema. Si no se presenta ninguna falla en el sistema en el display se muestra la fecha, hora y la temperatura en el interior del vehículo, en el caso de presentarse falla se muestran los mensajes de la Tabla A.1.

Tabla A.1 Mensajes de falla en el sistema

Variable	Mensaje
Presión	Peligro sobre presión
Agua	Peligro nivel bajo de agua
Freno izquierdo	Foco de freno izquierdo defectuoso
Freno derecho	Foco de freno derecho defectuoso
Direccional izquierda frontal	Foco de direccional izq. frontal defectuoso
Direccional izquierda lateral	Foco de direccional izq. lateral defectuoso
Direccional izquierda posterior	Foco de direccional izq. posterior defectuoso
Direccional derecha frontal	Foco de direccional derecha frontal defectuoso
Direccional derecha lateral	Foco de direccional derecha lateral defectuoso
Direccional derecha posterior	Foco de direccional derecha posterior defectuoso
Aceite	Actualizar cambio de aceite [1] si [2] no
Gas	Peligro nivel bajo de gasolina

A.2 PULSADOR MENU

Con este pulsador el usuario del sistema ingresa al menú que le permite configurar ciertos datos importantes.

En el display se despliegan las opciones del menú:

- 1.- Cambio de aceite
- 2.- Odómetro
- 3.- Reloj
- 4.- Salir

A.2.1 CAMBIO DE ACEITE

Con esta alternativa se puede informar al sistema que se ha realizado un cambio de aceite para que el contador interno de kilómetros que indica cuando debe ser realizado el próximo cambio se encere. Al ingresar en el display se visualiza el número de kilómetros recorridos desde el último cambio y se da la alternativa de actualizar o no el cambio de aceite.

A.2.2 ODOMETRO

En esta opción en el display se muestra un contador de kilómetros de tres dígitos el cual se encera cada vez que se ingresa. Para salir de esta alternativa del menú se debe presionar nuevamente el botón menú.

A.2.3 RELOJ

Con esta alternativa el usuario tiene la posibilidad de igualar el reloj del sistema, paso a paso en el display se pedirá el ingreso de los nuevos valores de fecha y hora.

A.2.4 SALIR

Al seleccionar esta opción el sistema continúa con las labores de monitoreo.

A.3 PULSADOR BAJAR

Con este pulsador el usuario del sistema puede decrementar el contador que permite seleccionar la alternativa del menú

A.4 PULSADOR SUBIR

Con este pulsador el usuario del sistema puede incrementar el contador que permite seleccionar la alternativa del menú.

A.5 INDICADOR LUMINOSO

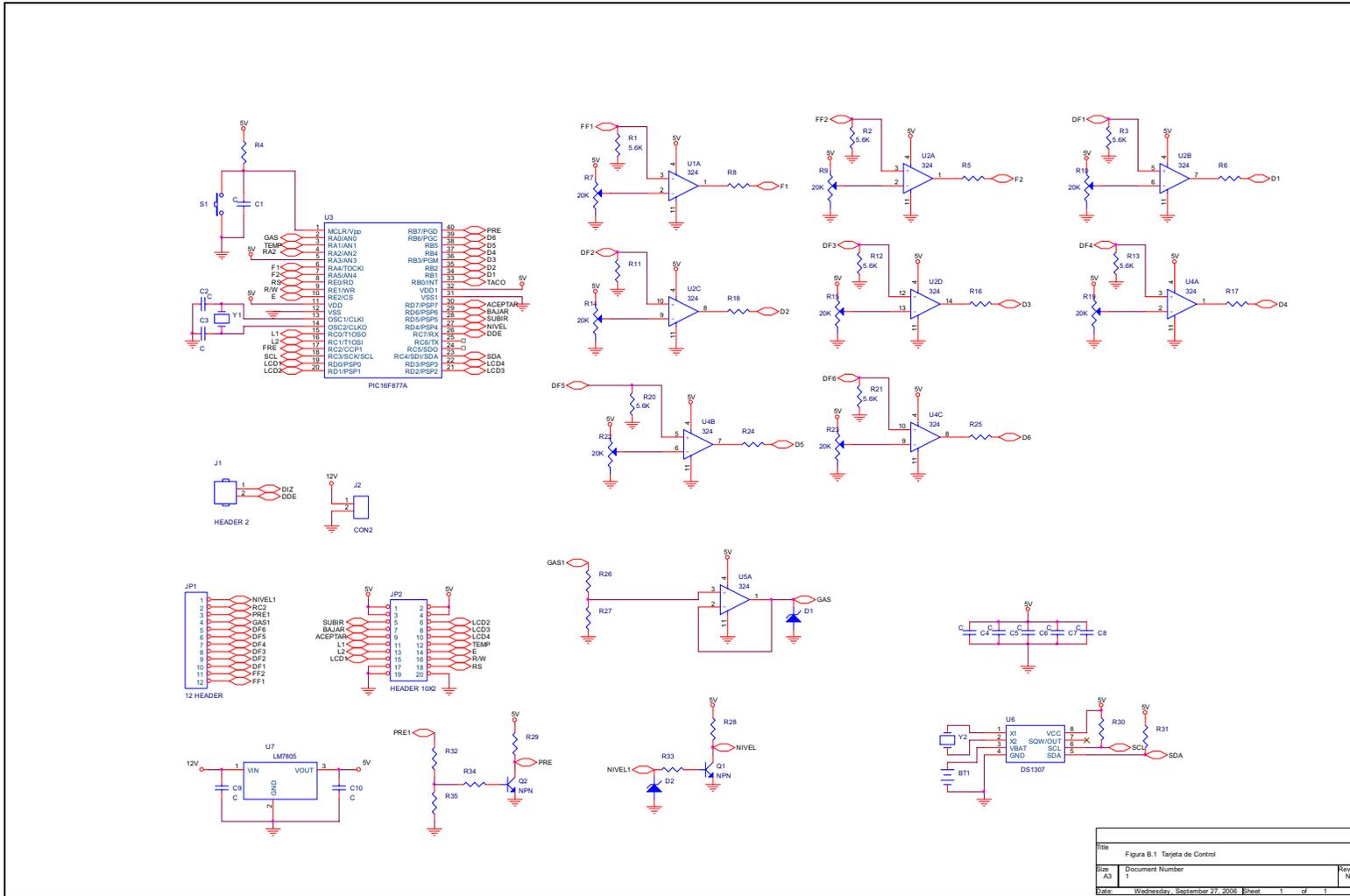
Está constituido por un led bicolor, el cual se enciende en verde cuando todos los parámetros analizados están correctos, y en rojo en caso contrario.

A.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla A.2 Especificaciones Técnicas

Parámetro	Medida
Tensión de alimentación	12 [V]
Encoder	4 pulsos por vueltas
Microcontrolador PIC16F877A	
Reloj en tiempo real (DS1307)	Hora, fecha, año
Temperatura interior	0°C a 100°C
Sensores de luz resistivos (LDR)	
Dimensiones placa sistema microprocesado	
Largo	13 cm
Ancho	9 cm
Dimensiones placa interfaz hombre máquina	
Largo	13. cm
Ancho	7 cm
Dimensiones placa fuente auxiliar	
Largo	7 cm
Ancho	5 cm
Dimensiones filtro LC	
Largo	7 cm
Ancho	5 cm

ANEXO B



Título: Figura B.1 Tarjeta de Control
 Pág. 1 / Document Number
 Date: Wednesday, September 27, 2016, Sheet 1 of 1

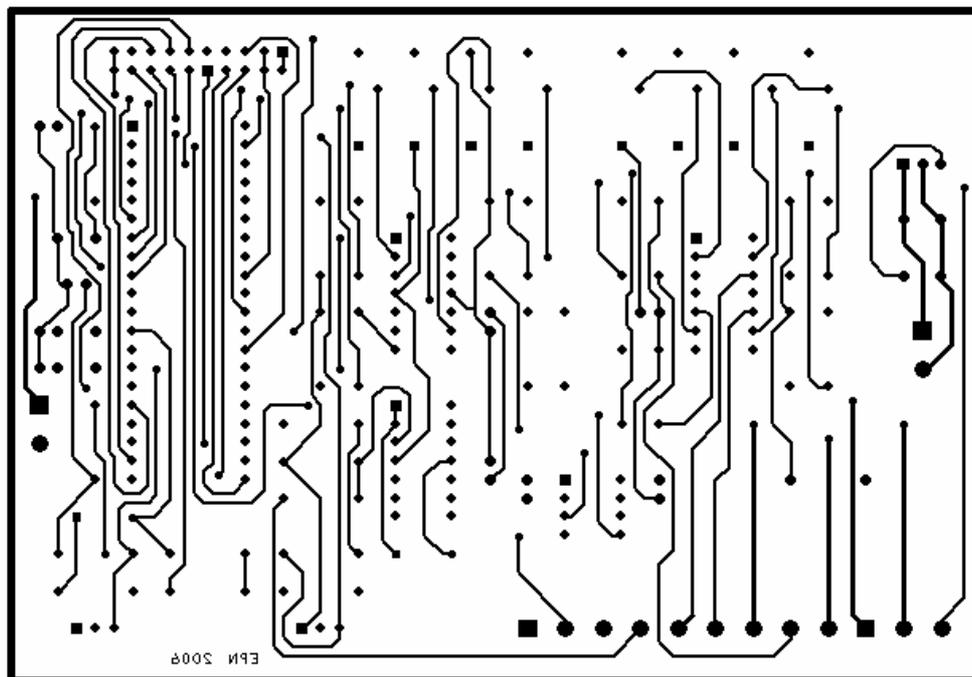


Figura B.4 Circuito impreso vista inferior, tarjeta de control

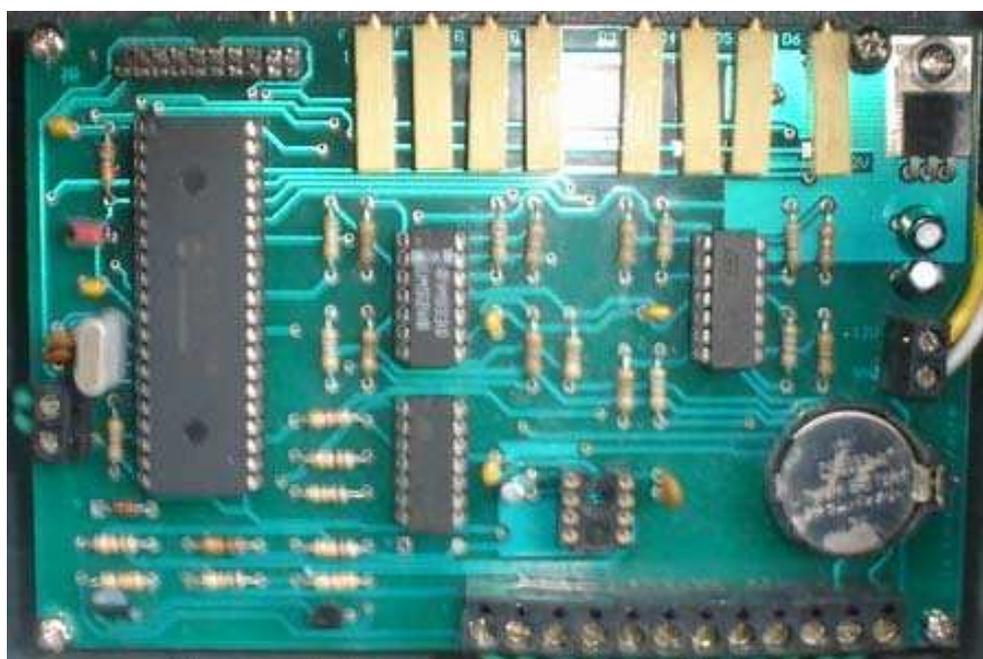
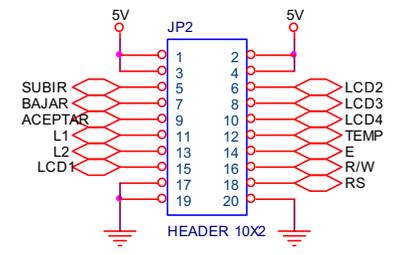
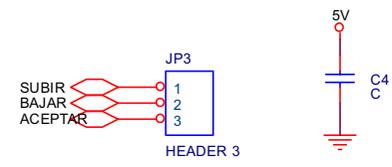
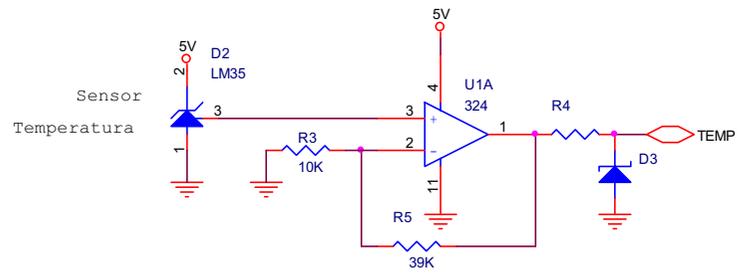
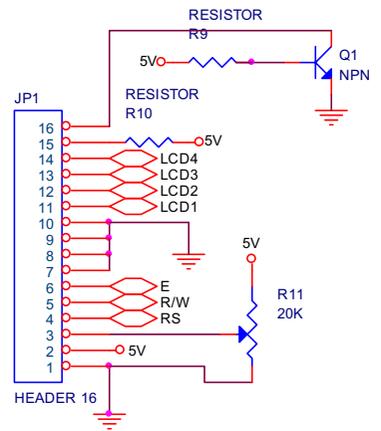
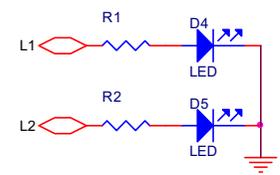
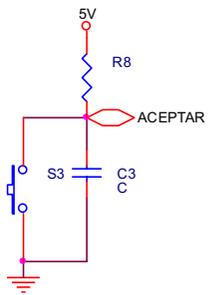
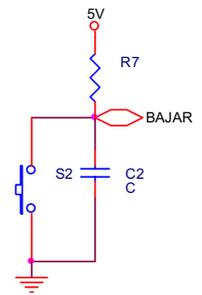
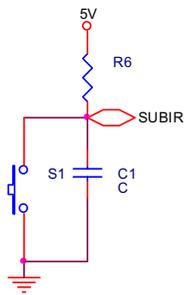


Figura B.5 Tarjeta de control

Tabla B.1 Listado de Elementos Placa #1

ELEMENTO	VALOR	DESCRIPCION
R1, R6, R8, R10, R15 R17, R19, R23, R25	10 $K\Omega$	Resistencias de 1/4 W
R2, R3, R4, R11, R12 R13, R20, R21	5.6 $K\Omega$	Resistencia de 1/4 W
R5, R7, R9, R14, R16 R18, R22, R24	20 $K\Omega$	Potenciómetros de precisión
C1	1 μ F	Condensador cerámico
C2,C3	22 pF	Condensadores cerámicos
C4, C5, C6, C7, C8	0.1 μ F	Condensadores cerámicos
C9	1000 μ F	Condensador cerámico
C10	10 μ F	Condensador cerámico
U1, U2, U3		Operacional, LM324
U4		Microcontrolador PIC 16F877A
U5		Reloj tiempo real, DS 1307
U6	5 V	Regulador de Voltaje, LM7805
S1		Pulsante
D1,D2	5.1 V	Diodo Zener
Y1	4MHz	Cristal
Y2		Cristal
Q1, Q2		Transistores, NPN, 2N3904
BT1	3 V	Batería de litio
JP3		Conector



Title		
Figura B.6 Interfaz Hombre Máquina		
Size	Document Number	Rev
A4	<Doc>	ns
Date:	Tuesday, September 19, 2006	Sheet 1 of 1

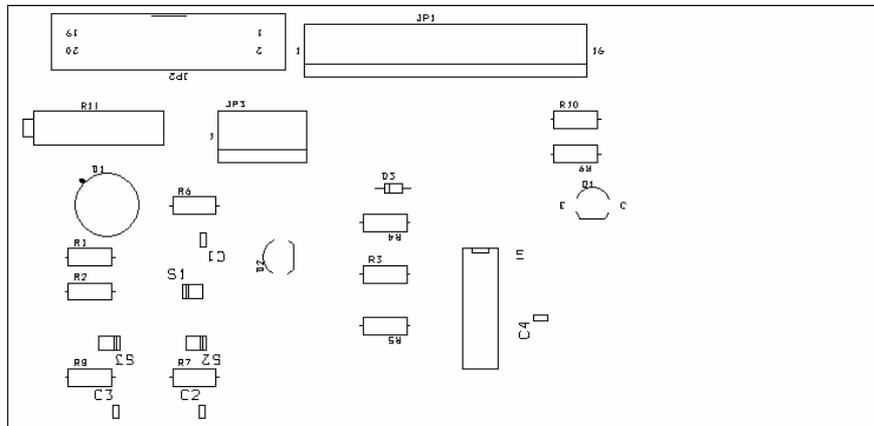


Figura B.7 Plano de posicionamiento, HMI

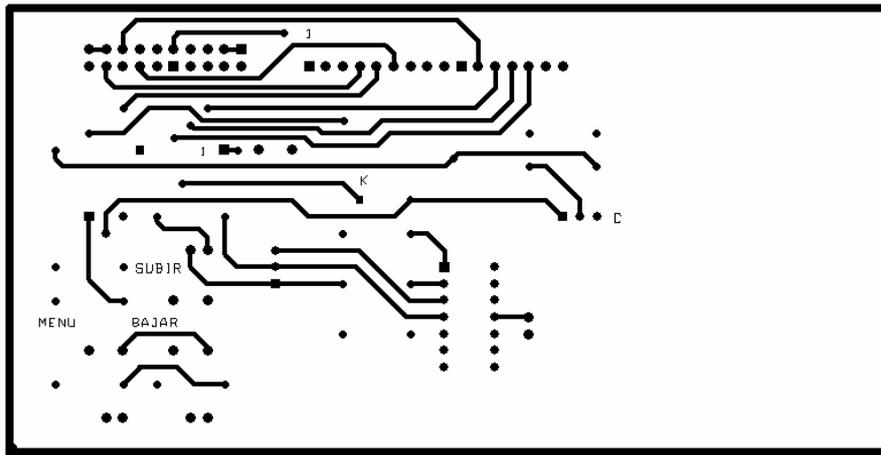


Figura B.8 Circuito impreso vista superior, HMI

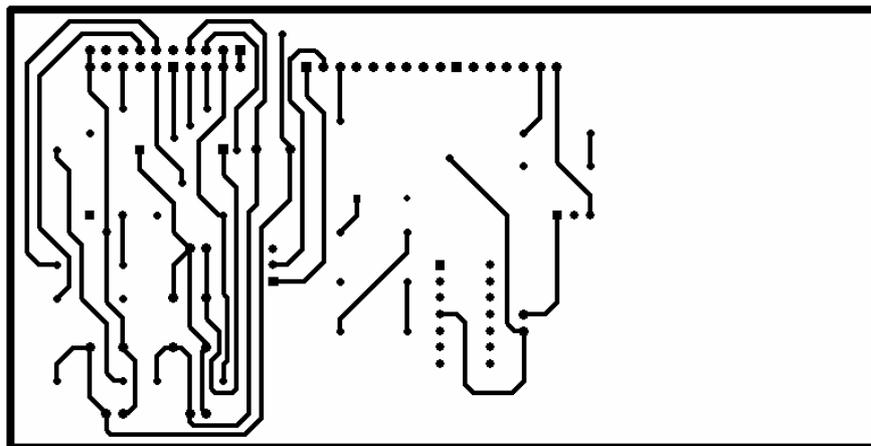


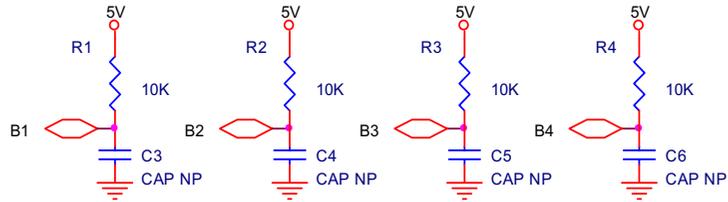
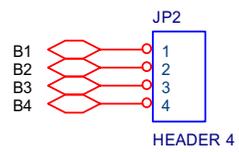
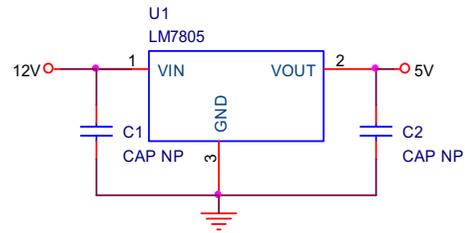
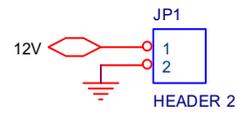
Figura B.9 Circuito impreso vista inferior, HMI



Figura B.10 Interfaz Hombre Máquina

Tabla B.2 Listado de Elementos Placa #2

ELEMENTO	VALOR	DESCRIPCION
R1, R2	330 Ω	Resistencias de 1/4 W
R3	8.2 K Ω	Resistencia de 1/4 W
R4	100 Ω	Resistencia de 1/4 W
R5	33 K Ω	Resistencia de 1/4 W
R6, R7, R8, R9	10 K Ω	Resistencia de 1/4 W
R10	150 Ω	Resistencia de 1/4 W
R11	20 K Ω	Potenciómetro
C1,C2,C3	0.1 μ F	Condensadores cerámicos
S1,S2,S3		Pulsantes
D1		Diodo bicolor
D3	5.1 V	Diodo Zener
T1		Sensor de Temperatura, LM35
Q1		Transistor, NPN, 2N3904
U1		Operacional, LM324
JP1		Conector
JP2		Conector
JP3		Conector



Title		
Figura B.11 Tarjeta auxiliar de fuente		
Size	Document Number	Rev
A4	<Doc>	ns
Date:	Tuesday, September 19, 2006	Sheet 1 of 1

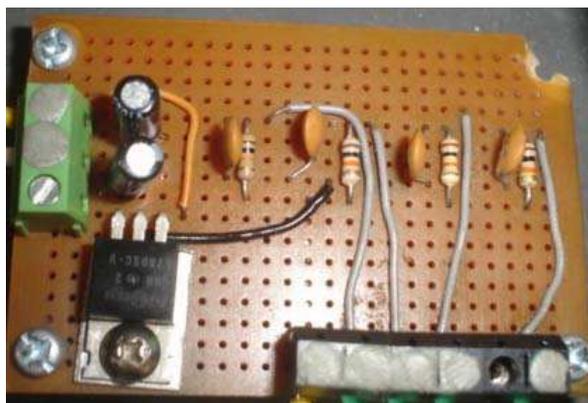
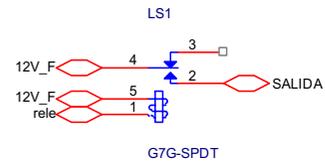
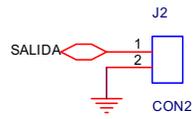
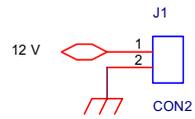
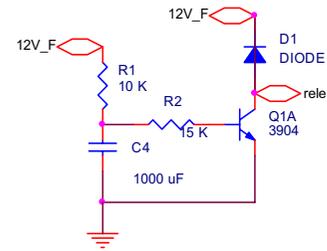
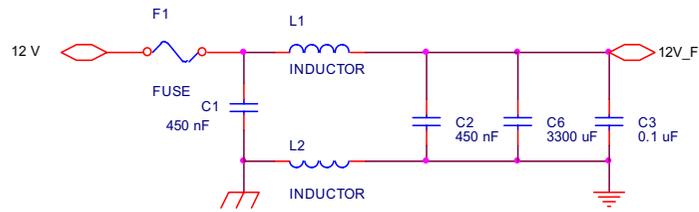


Figura B.12 Tarjeta auxiliar de fuente

Tabla B.3 Listado de Elementos Placa #3

ELEMENTO	VALOR	DESCRIPCION
R1, R2, R3, R4	10 $K\Omega$	Resistencias de 1/4 W
C1, C2, C3, C4	0,1 μF	Condensadores cerámicos
U1	5 V	Regulador de Voltaje, LM7805
JP1		Bornera 2 terminales



Title		
Figura B.13 Filtro LC y Relé on delay		
Size	Document Number	Rev
A4	<Doc>	ns
Date:	Tuesday, September 19, 2006	Sheet 1 of 1

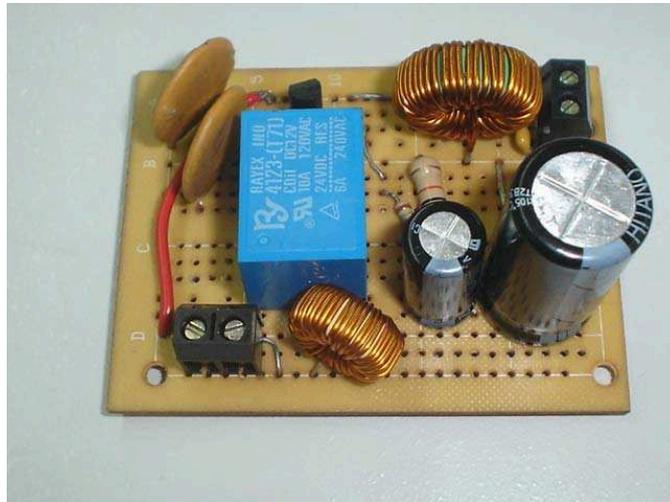


Figura B.14 Tarjeta de filtro

Tabla B.4 Listado de Elementos Placa #4

ELEMENTO	VALOR	DESCRIPCION
R1, R2	10 $K\Omega$	Resistencias de 1/4 W
C1, C2,C3	470nF	Condensadores cerámicos
C3	0,1 μ F	Condensador cerámico
C4	1000 μ F	Condensador electrolítico
C5	3300 μ F	Condensador electrolítico
JP1, JP2		Bornera 2 terminales
L1, L2		Toroide
Relé		Relé 12V, contacto 24V NA, NC
D1		Diodo de señal
Q1		Transistores, NPN, 2N3904

ANEXO C

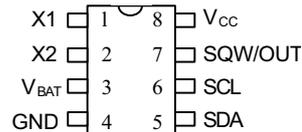
FEATURES

- Real time clock counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap year compensation valid up to 2100
- 56 byte nonvolatile RAM for data storage
- 2-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500 nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range -40°C to +85°C (IND) available for DS1307 and DS1308
- DS1307 available in 8-pin DIP or SOIC
- DS1308 available in 36-pin SMD BGA (Ball Grid Array)
- DS1308 accuracy is better than ± 2 minute/month at 25°C

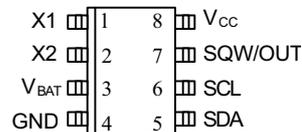
ORDERING INFORMATION

DS1307	Serial Timekeeping Chip; 8-pin DIP
DS1307Z	Serial Timekeeping Chip; 8-pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-pin DIP (IND)
DS1307ZN	8-pin SOIC (IND)
DS1308	36-pin BGA
DS1308N	36-pin BGA (IND)

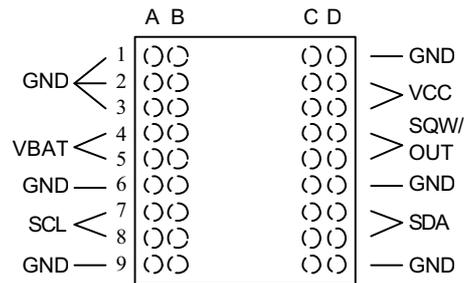
PIN ASSIGNMENT



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)



DS1307Z 8-Pin SOIC (150-mil)



DS1308 36-Pin SMD BGA
(TOP VIEW)

PIN DESCRIPTION DS1307/DS1308

V _{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768 kHz Crystal Connection
V _{BAT}	- +3 Volt Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square wave/Output Driver

DS1308 PIN IDENTIFIER

V _{CC}	- C2, C3, D2, D3
V _{BAT}	- A4, A5, B4, B5
SDA	- C7, C8, D7, D8
SCL	- A7, A8, B7, B8
SQW/OUT	- C4, C5, D4, D5
GND	- All Remaining Balls

DESCRIPTION

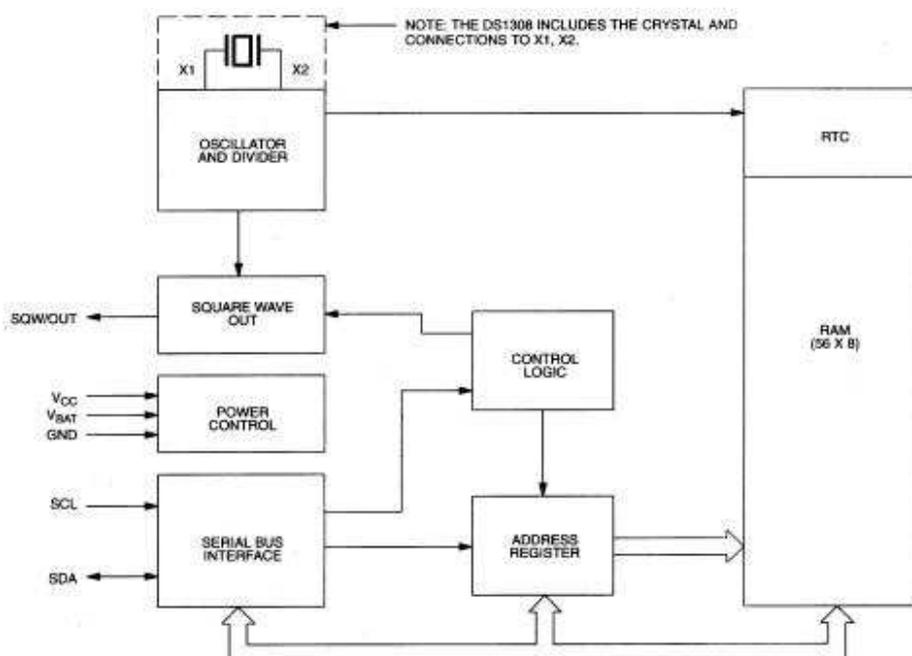
The DS1307 Serial Real Time Clock is a low power, full BCD clock/calendar plus 56 bytes of nonvolatile SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with less than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit which detects power failures and automatically switches to the battery supply.

The DS1308 incorporates the DS1307 chip with a 32.768 kHz crystal in a surface mountable, 36-pin ball grid array package (BGA). The close proximity of the embedded crystal to the high impedance crystal input pins on the DS1307 minimizes capacitive loading and noise injection problems associated with many other oscillator designs. The total area required for installation is less than that of one United States dime: thus, minimizing PCB space required.

OPERATION

The DS1307/1308 operates as a slave device on the serial bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below $1.25 \times V_{BAT}$ the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out of tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT} the device switches into a low current battery backup mode. Upon power up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than $V_{BAT} + 0.2V$ and recognizes inputs when V_{CC} is greater than $1.25 \times V_{BAT}$. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the Serial Real Time Clock.

DS1307/DS1308 BLOCK DIAGRAM Figure 1



SIGNAL DESCRIPTIONS

V_{CC}, GND - DC power is provided to the device on these pins. V_{CC} is the +5 volt input. When 5 volts is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a 3-volt battery is connected to the device and V_{CC} is below 1.25 x V_{BAT}, reads and writes are inhibited. However, the Timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage. As V_{CC} falls below V_{BAT} the RAM and timekeeper are switched over to the external power supply (nominal 3.0V DC) at V_{BAT}.

V_{BAT} - Battery input for any standard 3-volt lithium cell or other energy source. Battery voltage must be held between 2.0 and 3.5 volts for proper operation. The nominal write protect trip point voltage at which access to the real time clock and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A lithium battery with 48 mAhr or greater will back up the DS1307/DS1308 for more than 10 years in the absence of power at 25 degrees C.

SCL (Serial Clock Input) - SCL is used to synchronize data movement on the serial interface.

SDA (Serial Data Input/Output) - SDA is the input/output pin for the 2-wire serial interface. The SDA pin is open drain which requires an external pullup resistor.

SQW/OUT (Square Wave/ Output Driver) - When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square wave frequencies (1 Hz, 4 kHz, 8 kHz, 32 kHz). The SQW/OUT pin is open drain which requires an external pullup resistor.

NOTE: X1, X2 are not applicable for the DS1308 or DS1308N.

X1, X2 - Connections for a standard 32.768 kHz quartz crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (CL) of 12.5 pF.

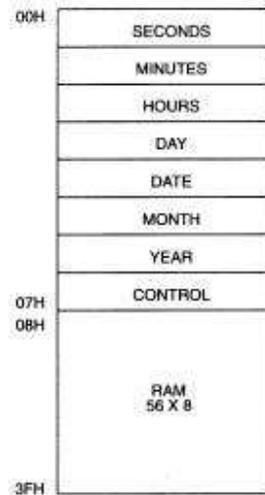
For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real Time Clocks." The DS1307 can also be driven by an external 32.768 kHz oscillator. In this configuration, the X1 pin is connected to the external oscillator signal and the X2 pin is floated.

Please review Application Note 95, "Interfacing the DS1307/DS1308 with a 8051-Compatible Microcontroller" for additional information.

RTC AND RAM ADDRESS MAP

The address map for the RTC and RAM registers of the DS1307/DS1308 is shown in Figure 2. The real time clock registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multi-byte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

DS1307 ADDRESS MAP Figure 2



CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. The real time clock registers are illustrated in Figure 3. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the Binary-Coded Decimal (BCD) format. Bit 7 of Register 0 is the Clock Halt (CH) bit. When this bit is set to a 1, the oscillator is disabled. When cleared to a 0, the oscillator is enabled.

Please note that the initial power on state of all registers is not defined. Therefore it is important to enable the oscillator (CH bit=0) during initial configuration.

The DS1307/DS1308 can be run in either 12-hour or 24-hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12- or 24-hour mode select bit. When high, the 12-hour mode is selected. In the 12-hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24-hour mode, bit 5 is the second 10 hour bit (20-23 hours).

DS1307/DS1308 TIMEKEEPER REGISTERS Figure 3

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

CONTROL REGISTER

The DS1307/DS1308 Control Register is used to control the operation of the SQW/OUT pin.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
OUT	X	X	SQWE	X	X	RS1	RS0

OUT (Output control): This bit controls the output level of the SQW/OUT pin when the square wave output is disabled. If SQWE=0, the logic level on the SQW/OUT pin is 1 if OUT=1 and is 0 if OUT=0.

SQWE (Square Wave Enable): This bit, when set to a logic 1, will enable the oscillator output. The frequency of the square wave output depends upon the value of the RS0 and RS1 bits.

RS (Rate Select): These bits control the frequency of the square wave output when the square wave output has been enabled. Table 1 lists the square wave frequencies that can be selected with the RS bits.

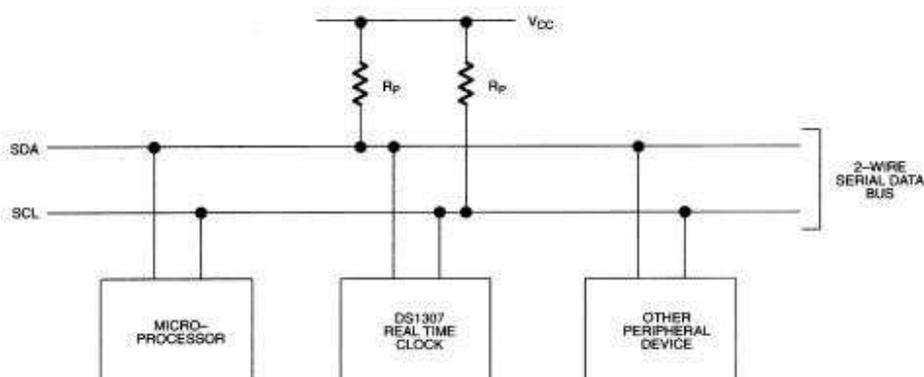
SQUAREWAVE OUTPUT FREQUENCY Table 1

RS1	RS0	SQW OUTPUT FREQUENCY
0	0	1 Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

2-WIRE SERIAL DATA BUS

The DS1307 supports a bi-directional 2-wire bus and data transmission protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The device that controls the message is called a master. The devices that are controlled by the master are referred to as slaves. The bus must be controlled by a master device which generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307/DS1308 operates as a slave on the 2-wire bus. A typical bus configuration using this 2-wire protocol is shown in Figure 4.

TYPICAL 2-WIRE BUS CONFIGURATION Figure 4



Figures 5, 6, and 7 detail how data is transferred on the 2-wire bus.

- Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is HIGH. Changes in the data line while the clock line is high will be interpreted as control signals.

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

Bus not busy: Both data and clock lines remain HIGH.

Start data transfer: A change in the state of the data line, from HIGH to LOW, while the clock is HIGH, defines a START condition.

Stop data transfer: A change in the state of the data line, from LOW to HIGH, while the clock line is HIGH, defines the STOP condition.

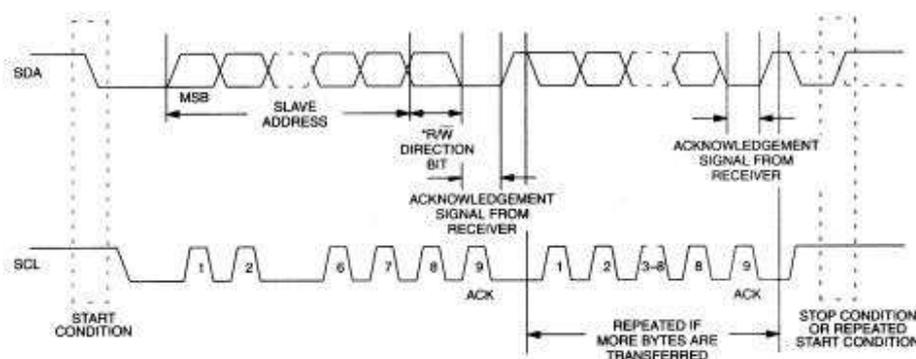
Data valid: The state of the data line represents valid data when, after a START condition, the data line is stable for the duration of the HIGH period of the clock signal. The data on the line must be changed during the LOW period of the clock signal. There is one clock pulse per bit of data.

Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between START and STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte-wise and each receiver acknowledges with a ninth bit. Within the 2-wire bus specifications a regular mode (100 kHz clock rate) and a fast mode (400 kHz clock rate) are defined. The DS1307/DS1308 operates in the regular mode (100 kHz) only.

Acknowledge: Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an acknowledge after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this acknowledge bit.

A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. A master must signal an end of data to the slave by not generating an acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave must leave the data line HIGH to enable the master to generate the STOP condition.

DATA TRANSFER ON 2-WIRE SERIAL BUS Figure 5



Depending upon the state of the $\overline{R/\overline{W}}$ bit, two types of data transfer are possible:

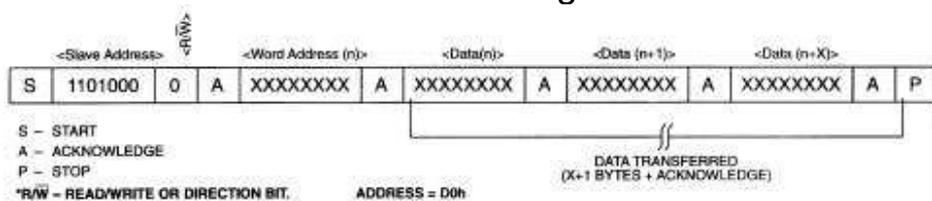
1. **Data transfer from a master transmitter to a slave receiver.** The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.
2. **Data transfer from a slave transmitter to a master receiver.** The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a 'not acknowledge' is returned.

The master device generates all of the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

The DS1307/DS1308 may operate in the following two modes:

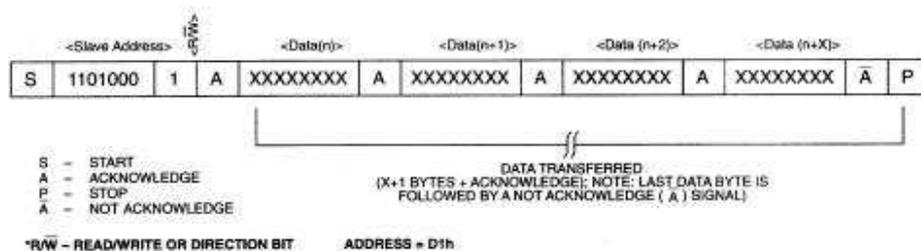
1. **Slave receiver mode (DS1307/DS1308 write mode):** Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Address recognition is performed by hardware after reception of the slave address and *direction bit (See Figure 6). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307/DS1308 address, which is 1101000, followed by the *direction bit ($\overline{R/\overline{W}}$) which, for a write, is a 0. After receiving and decoding the address byte the device outputs an acknowledge on the SDA line. After the DS1307/DS1308 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a register address to the DS1307/DS1308. This will set the register pointer on the DS1307/DS1308. The master will then begin transmitting each byte of data with the DS1307/DS1308 acknowledging each byte received. The master will generate a stop condition to terminate the data write.

DATA WRITE - SLAVE RECEIVER MODE Figure 6



2. **Slave transmitter mode (DS1307/DS1308 read mode):** The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the *direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. Serial data is transmitted on SDA by the DS1307/DS1308 while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (See Figure 7). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7-bit DS1307/DS1308 address, which is 1101000, followed by the *direction bit ($\overline{R/\overline{W}}$) which, for a read, is a 1. After receiving and decoding the address byte the device inputs an acknowledge on the SDA line. The DS1307/DS1308 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The DS1307/DS1308 must receive a Not Acknowledge to end a read.

DATA READ - SLAVE TRANSMITTER MODE Figure 7



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground -0.5V to +7.0V

Operating Temperature 0°C to 70°C

Storage Temperature -55°C to +125°C

Soldering Temperature 260°C for 10 seconds (See NOTE 12)

- * This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

The Dallas Semiconductor DS1307/DS1308 is built to the highest quality standards and manufactured for long term reliability. All Dallas Semiconductor devices are made using the same quality materials and manufacturing methods. However, standard versions of the DS1307/DS1308 are not exposed to environmental stresses, such as burn-in, that some industrial applications require. Products which have successfully passed through this series of environmental stresses are marked IND or N, denoting their extended operating temperature and reliability rating. For specific reliability information on this product, please contact the factory at (972) 371-4448.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS (0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V _{CC}	4.5	5.0	5.5	V	1
Logic 1	V _{IH}	2.2		V _{CC} +0.3	V	1
Logic 0	V _{IL}	-0.3		+0.8	V	1
V _{BAT} Battery Voltage	V _{BAT}	2.0		3.5	V	1

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (0°C to 70°C; V_{CC} = 4.5V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage	I _{LI}			1	μA	10
I/O Leakage	I _{LO}			1	μA	11
Logic 0 Output	V _{OL}			0.4	V	2
Active Supply Current	I _{CCA}			1.5	mA	9
Standby Current	I _{CCS}			200	μA	3
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I _{BAT1}		300	500	nA	4
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32 kHz)	I _{BAT2}		480	800	nA	4

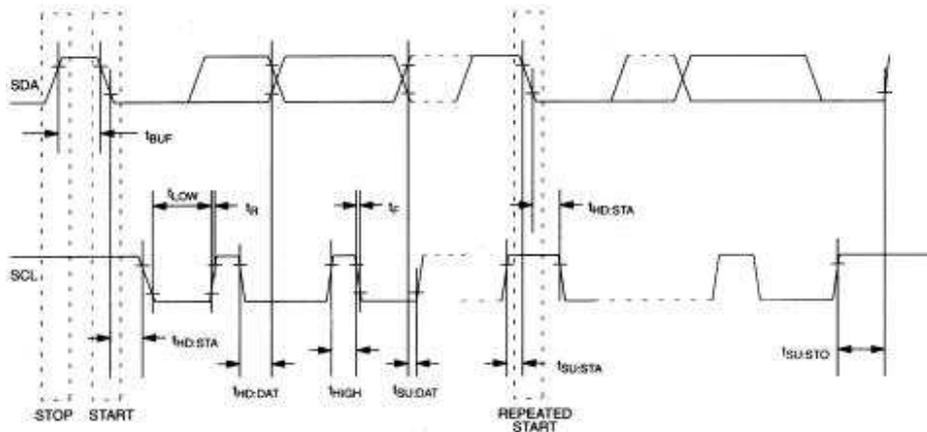
AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (0°C to 70°C; V_{CC} = 4.5V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
SCL Clock Frequency	f_{SCL}	0		100	kHz	
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}	4.7			μ s	
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	4.0			μ s	5
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}	4.7			μ s	
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}	4.0			μ s	
Set-up Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$	4.7			μ s	
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$	0			μ s	6, 7
Data Set-up Time	$t_{SU:DAT}$	250			ns	
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_R			1000	ns	
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_F			300	ns	
Set-up Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$	4.7			μ s	
Capacitive Load for each Bus Line	C_B			400	pF	8
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Specified Load Capacitance			12.5		pF	

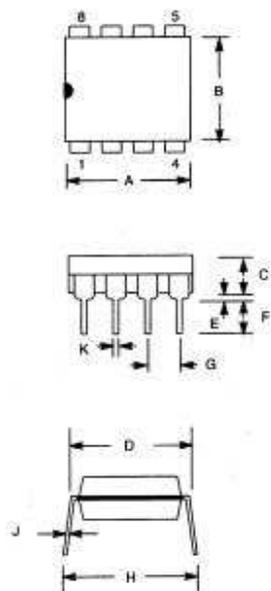
NOTES:

- All voltages are referenced to ground.
- Logic zero voltages are specified at a sink current of 5 mA at $V_{CC}=4.5V$, $V_{OL}=GND$ for capacitive loads.
- I_{CCS} specified with $V_{CC}=5.0V$ and SDA, SCL=5.0V.
- $V_{CC}=0V$, $V_{BAT}=3V$.
- After this period, the first clock pulse is generated.
- A device must internally provide a hold time of at least 300 ns for the SDA signal (referred to the V_{IHMIN} of the SCL signal) in order to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.
- The maximum $t_{HD:DAT}$ has only to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.
- C_B - total capacitance of one bus line in pF.
- I_{CCA} - SCL clocking at max frequency = 100 kHz.
- SCL only.
- SDA and SQW/OUT
- The DS1308 is designed to be subjected to no more than two passes through a solder reflow process to limit premature crystal aging effects and maintain a reasonable accuracy of ± 2 minutes/month at 25 degrees C (worst case).

TIMING DIAGRAM Figure 8

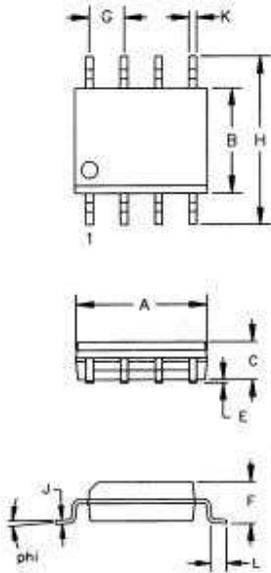


**DS1307 64 X 8 SERIAL REAL TIME CLOCK
8-PIN DIP MECHANICAL DIMENSIONS**



PKG	8-PIN		
	DIM	MIN	MAX
A	IN.	0.360	0.400
	MM	9.14	10.16
B	IN.	0.240	0.260
	MM	6.10	6.60
C	IN.	0.120	0.140
	MM	3.05	3.56
D	IN.	0.300	0.325
	MM	7.62	8.26
E	IN.	0.015	0.040
	MM	0.38	1.02
F	IN.	0.120	0.140
	MM	3.04	3.56
G	IN.	0.090	0.110
	MM	2.29	2.79
H	IN.	0.320	0.370
	MM	8.13	9.40
J	IN.	0.008	0.012
	MM	0.20	0.30
K	IN.	0.015	0.021
	MM	0.38	0.53

DS1307Z 64 X 8 SERIAL REAL TIME CLOCK 8-PIN SOIC (150-MIL) MECHANICAL DIMENSIONS

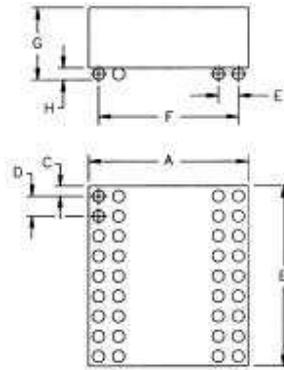


PKG	8-PIN (150 MIL)	
	MIN	MAX
A IN.	0.188	0.196
MM	4.78	4.98
B IN.	0.150	0.158
MM	3.81	4.01
C IN.	0.048	0.062
MM	1.22	1.57
E IN.	0.004	0.010
MM	0.10	0.25
F IN.	0.053	0.069
MM	1.35	1.75
G IN.	0.050 BSC	
MM	1.27 BSC	
H IN.	0.230	0.244
MM	5.84	6.20
J IN.	0.007	0.011
MM	0.18	0.28
K IN.	0.012	0.020
MM	0.30	0.51
L IN.	0.016	0.050
MM	0.41	1.27
phi	0°	8°

56-G2008-001

DS1308 MECHANICAL DIMENSIONS

PKG	36-PIN BALL GRID		
	DIM	MIN	MAX
A	IN. MM	0.395	0.405
B	IN. MM	0.445	0.455
C	IN. MM	0.022	0.028
D	IN. MM	0.047	0.053
E	IN. MM	0.047	0.053
F	IN. MM	0.347	0.353
G	IN. MM	0.170	0.190
H	IN. MM	0.025	0.030



DS1308 RECOMMENDED LAYOUT LAND PATTERN

