

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

Ing. Estévez Freire Lila
liestevez@hotmail.com
Escuela Politécnica Nacional
Quito – Ecuador

Sotomayor Orozco Nelson, MSc
nelsons@mailfie.epn.edu.ec
Escuela Politécnica Nacional
Quito - Ecuador

ABSTRACT

The present project is designed and builds a system of information of parameters of an automobile that is able to detect minimum water level of the radiator, oil pressure and fuel level. Additionally it gives information to the user on when to refill the fuel tank, to change oil, to change brake and signal light bulbs, it also shows the date, hour and temperature inside the vehicle.

For the monitoring of the different parameters a microcontroller PIC16F877A will be used, all the information that this should give to the user it is shown in a alphanumeric LCD display 20X4, additionally it has a bicolor led that indicates the state of the system, if it is normal it shows green otherwise it is red.

With the present project it is sought to give an economic alternative to the users for a information system of parameters of an automobile that can be mounted in any type of motorized vehicle.

RESUMEN

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, baja 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, además 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.

1. DISEÑO DEL SISTEMA

En la Figura 1 se presenta la arquitectura del sistema.

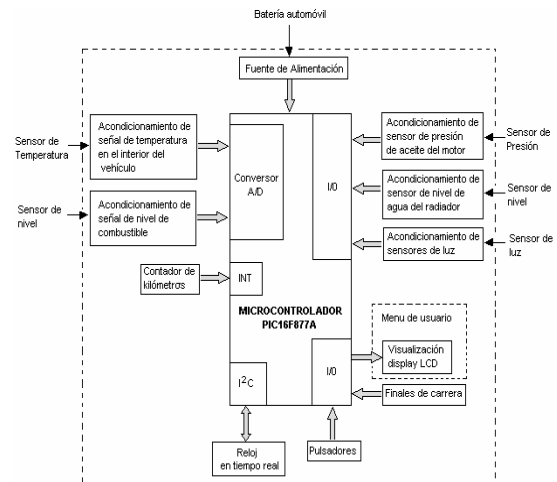


Figura 1 Arquitectura del Sistema

Como se puede apreciar en la Figura 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
- Reloj en tiempo real

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 incide en la superficie de la LDR menor será su resistencia y cuando menos luz incida mayor será la resistencia.

En el presente proyecto se utilizaron 6 sensores de luz acondicionados de la misma manera, como se puede apreciar en la Figura 3.

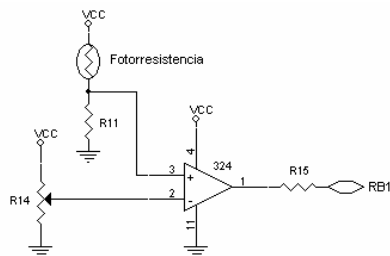


Figura 3 Acondicionamiento sensor de luz

Tabla 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

1.7 RELOJ EN TIEMPO REAL DS1307 [18]

El DS1307 es un reloj en tiempo real, serial de 64K x 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 I2C. Posee circuitería para detección de falla de energía y conmutación automática a una batería externa conectada al pin 3.

1.7.1 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.

1.7.2 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.

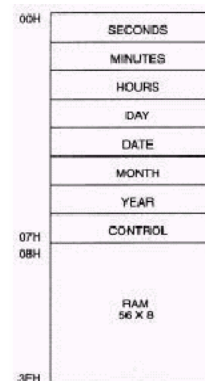


Figura 4 Mapa de direcciones

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.

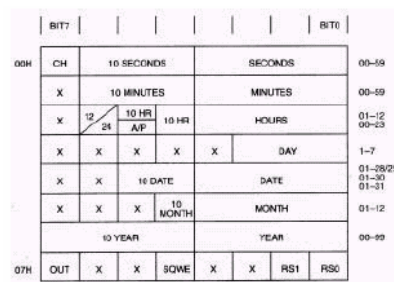


Figura 5 Registros del reloj y calendario

En el proyecto se implementó el circuito de la Figura 6, en el cual se colocaron resistencias de pull up en las líneas SDA y SCL, 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 [18].

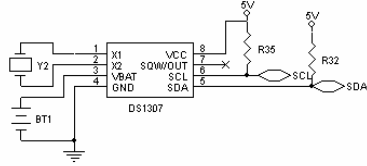


Figura 6 Circuito para el reloj en tiempo real DS1307

1.8 INTERFAZ HOMBRE MAQUINA

El interfaz hombre máquina esta 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 esta de acuerdo a la especificación se muestran los mensajes de la Tabla 2, un led bicolor indica al usuario el estado de los parámetros monitoreados, si todos están funcionando correctamente el led estará encendido en color verde, en caso de que exista alguna falla el led cambiará a rojo como señal de alarma.

Tabla 2 Mensajes de falla de variables monitoreadas

Variable	Mensaje
Presión	Peligro baja 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

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 navegar en el interior del sistema.

1.9 CONTADOR DE KILÓMETROS

Para poder contar los kilómetros se utilizó un encoder acoplado a la cadena del velocímetro, el encoder esta formado por un opto transistor de barrera y una rueda con 4 agujeros la cual gira cuando el automóvil se mueve (ver Figura 7).

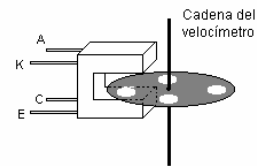


Figura 7 Esquema del encoder utilizado

En la Figura 8 se presenta el módulo contador de pulsos utilizado.



Figura 8 Módulo contador de pulsos (encoder)

1.10 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 rectificadas y enviada a la batería como corriente continua, para restituir la carga perdida.

La batería tiene una tensión de 12V, ya que el sistema funciona a 5V es necesario regular el voltaje usando el regulador LM7805.

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, como se muestra en la Figura 9.

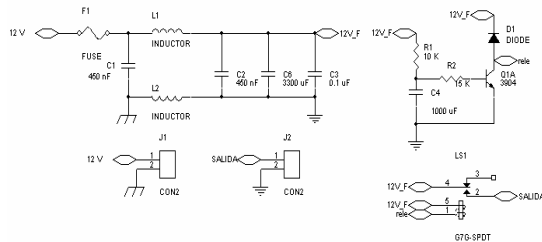


Figura 9 Etapa de filtrado y circuito de retardo en la conexión

2. PROGRAMA DE CONTROL

El programa esta basado en la arquitectura mostrada en la Figura 10, en la cual se puede apreciar como interactúa el microcontrolador con los diferentes módulos que forman parte del Sistema de Información de Parámetros del Automóvil.

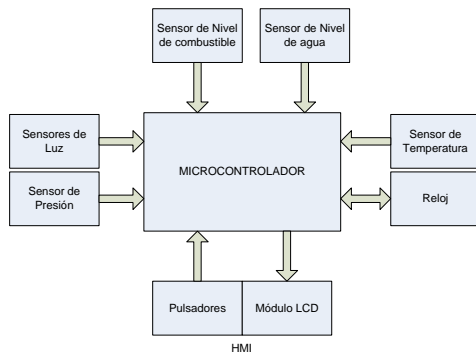


Figura 10 Arquitectura del programa

En el programa principal se revisa el estado de todos los sensores, los cuales dan la información del estado de las variables analizadas, si en alguna de ellas se produce una falla se levanta una bandera y se enciende un led indicador en rojo, si la falla ya no esta presente se baja la bandera correspondiente y se cambia el led a verde.

Posteriormente en la subrutina DISPLAY se revisa el estado de las banderas y de acuerdo al bit que se encuentre activado se muestra en el display LCD el mensaje correspondiente, si ningún bit está 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.

Tabla 3 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. PRUEBAS Y RESULTADOS

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 11 Vehículo utilizado

El sistema cuenta con 4 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, que en la segunda está el interfaz hombre máquina y el sensor de temperatura con su acondicionamiento, la tercera está

constituida por la fuente auxiliar para alimentar a los sensores de luz y la cuarta tiene el filtro previo a la alimentación, todas las tarjetas fueron montadas en la consola del automóvil como se puede observar en la Figura 12.



Figura 12 Ubicación de tarjetas del Li – Board

3.1 UBICACIÓN DE SENSORES

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 13.



Figura 13 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, con el fin de que no detecte la luz del día, ver Figura 14.



Figura 14 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.

3.2 PRUEBAS

3.2.1 SENSORES DE LUZ

Estos sensores fueron acondicionados con un circuito comparador de voltaje, en las pruebas realizadas se observó 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.

3.2.2 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. Esta prueba 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 aprecia en la Figura 15.



Figura 15 Prueba de baja presión

3.2.3 SENSOR DE NIVEL DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE

Para realizar esta prueba, 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 16).



Figura 16 Prueba del sensor de nivel

3.2.4 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, consiguiendo los resultados mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4 Datos de temperatura

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

3.2.5 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 del automóvil el nivel de combustible existente en el tanque. En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 5 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 el nivel estimado. 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.

3.2.6 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 y el que da el sistema, obteniéndose los mismos valores en varias pruebas realizadas en recorridos cortos (menor a 5Km) y en recorridos largos menores a 100Km.

Como algo adicional 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 2995, 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".

3.3 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.

Se ha implementado también un contador de kilómetros que empieza en cero cada vez que el usuario lo seleccione.

En la Figura 17 se puede observar la presentación final del sistema de información de parámetros del automóvil Li – Board.



Figura 17 Li – Board.

4. CONCLUSIONES

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. Además 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. 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, sin alterar el sistema microprocesado central, 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

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 más 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.

5. 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, www.vdo.com
- [4] Road Safety International, "Teen Driving Product RS-1000, Technical Specs," 2006, www.roadsafety.com/teen_techsspecs.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, 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 Micro_ controllers," 2003
- [22] Fairchild Semiconductor, "MC78XX/LM78XX/MC78XXA 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator", 2001, www.fairchildsemi.com.

6. BIOGRAFÍAS



Lila G. Estévez Freire

Nació en Yaruquí el 11 de Agosto de 1979. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Cardenal "Carlos María" de la Torre. Se graduó en la Escuela Politécnica Nacional como Ingeniera en Electrónica y Control en octubre del 2006.
Áreas de interés: Automatización y Control Industrial



Nelson G. Sotomayor

Nació en Quito el 9 de Septiembre de 1971. Realizó sus estudios secundarios en el Instituto Nacional Mejía. Se graduó en la Escuela Politécnica Nacional como Ingeniero en Electrónica y Control en 1999. Obtuvo su título de Magíster en Ingeniería industrial en junio del 2006. Actualmente desempeña el cargo de Profesor Agregado 2 T/C en el Departamento de Automatización y Control Industrial de la Escuela Politécnica Nacional. Además es Coordinador del Área de Circuitos, Control e Inteligencia Artificial
Áreas de interés: robótica móvil, informática y redes, microcontroladores, automatización y control industrial