

DISEÑO DE UNA INTERFAZ GRÁFICA EN LABVIEW PARA EL DIAGNÓSTICO  
DE VEHÍCULOS POR MEDIO DE OBD2

JUAN MANUEL DIMATÉ CÁCERES  
PEDRO MAURICIO GONZÁLEZ CASTILLO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACIÓN  
BUCARAMANGA  
2010

DISEÑO DE UNA INTERFAZ GRÁFICA EN LABVIEW PARA EL DIAGNÓSTICO  
DE VEHÍCULOS POR MEDIO DE OBD2

JUAN MANUEL DIMATÉ CÁCERES  
PEDRO MAURICIO GONZÁLEZ CASTILLO

PROYECTO DE GRADO

OMAR PINZÓN ARDILA  
DIRECTOR DEL PROYECTO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACIÓN  
BUCARAMANGA  
2010

NOTA DE ACEPTACIÓN

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

-----  
FIRMA DEL JURADO

-----  
FIRMA DEL JURADO

BUCARAMANGA,, 19 DE JULIO DE 2010

## 1. TABLA DE CONTENIDO

---

|   | Pag. |
|---|------|
| LISTA DE ILUSTRACIONES .....  | 6    |
| LISTA DE TABLAS .....   | 6    |
| 1. INTRODUCCION .....   | 10   |
| 2. JUSTIFICACIÓN .....  | 11   |
| 3. OBJETIVOS .....  | 12   |
| 3.1 OBJETIVOS GENERALES .....   | 12   |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....   | 12   |
| 4. MARCO TEÓRICO.....   | 13   |
| 4.1 SISTEMA DE DIAGNÓSTICO A BORDO (OBD2) .....                         | 13   |
| 4.1.1 COMPONENTES.....  | 13   |
| 4.1.2 PROTOCOLOS .....  | 17   |
| 4.1.3 ESTÁNDARES .....  | 17   |
| 4.1.4 MODOS DE OPERACIÓN.....   | 18   |
| 4.1.5 FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA .....                                   | 20   |
| 4.2 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN SERIAL (RS232) .....                      | 26   |
| 4.2.1 INTERFAZ RS-232 .....   | 28   |
| 4.3 ENTORNO DE PROGRAMACIÓN GRÁFICA LABVIEW .....                       | 31   |
| 4.3.1 ARQUITECTURA DE SOFTWARE PARA INSTRUMENTOS VIRTUALES (VISA) ..... | 31   |
| 4.4 HARDWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS (ELMSCAN 5) .....                  | 32   |
| 4.4.1 ESPECIFICACIONES.....   | 32   |
| 4.4.2 CIRCUITO INTEGRADO ELM327 .....                                   | 33   |
| 4.4.3 CONFIGURACIÓN DEL ELM327 .....                                    | 33   |
| 4.4.4 DIAGRAMA DEL ELMSCAN 5 .....                                      | 34   |
| 5. DESCRIPCION DEL SOTWARE DESARROLLADO .....                           | 35   |
| 5.1 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE .....                         | 36   |
| 5.2 INTEGRACION CON EL HARDWARE .....                                   | 38   |
| 5.3 COMPONENTES DE LA INTERFÁZ GRÁFICA.....                             | 38   |
| 5.3.1 INICIO (HOME).....  | 39   |
| 5.3.2 INDICADORES PRINCIPALES (MAIN GAUGES).....                        | 40   |

|       |  |                                      |
|-------|--|--------------------------------------|
| 5.3.3 | INDICADORES SECUNDARIOS (SECONDARY GAUGES) .....     | 41                                   |
| 5.3.4 | DATOS DE LOS SENSORES (SENSORS DATA) .....           | 42                                   |
| 5.3.5 | SENSORES DE OXÍGENO (OXYGEN SENSORS) .....           | 45                                   |
| 5.3.6 | CÓDIGOS DE FALLA (DATA TROUBLE CODES) .....          | 47                                   |
| 5.3.7 | CUADRO DE DATOS CONGELADOS (FREEZE FRAME DATA)<br>50 |                                      |
| 5.4   | DIAGRAMAS DE FLUJO DE LA PROGRAMACION .....          | 51                                   |
| 6.    | RESULTADOS .....                                     | 60                                   |
| 7.    | CONCLUSIONES .....                                   | 61                                   |
| 8.    | RECOMENDACIONES .....                                | 62                                   |
| 9.    | BIBLIOGRAFÍA .....                                   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 10.   | ANEXOS .....   | 63                                   |

## 2. LISTA DE ILUSTRACIONES

---

|   | Pag. |
|---|------|
| <i>Ilustración 1.</i> Módulo de control del motor .....                     | 15   |
| <i>Ilustración 2.</i> Conector de diagnostico (DLC).....                    | 16   |
| <i>Ilustración 3.</i> Estructura de un código de error. ....                | 22   |
| <i>Ilustración 4.</i> Especificaciones eléctricas de la interfaz RS232..... | 28   |
| <i>Ilustración 5.</i> Interfaz RS232.....                                   | 29   |
| <i>Ilustración 6.</i> Certificado OBD2.....                                 | 36   |
| <i>Ilustración 7.</i> Diagrama de conexión.....                             | 38   |
| <i>Ilustración 8.</i> Pantalla de Inicio. ....                              | 39   |
| <i>Ilustración 9.</i> Indicadores principales.....                          | 40   |
| <i>Ilustración 10.</i> Indicadores secundarios.....                         | 42   |
| <i>Ilustración 11.</i> Datos de los sensores. ....                          | 42   |
| <i>Ilustración 12.</i> Sensores de oxígeno.....                             | 46   |
| <i>Ilustración 13.</i> Códigos de Falla.....                                | 47   |
| <i>Ilustración 14.</i> Monitores.....                                       | 48   |
| <i>Ilustración 15.</i> Cuadro de datos congelados.....                      | 50   |

### 3. LISTA DE TABLAS

---

|   |    |
|---|----|
| <i>Tabla 1</i> Especificaciones de voltaje DC en RS-232.....    | 29 |
| <i>Tabla 2.</i> Designaciones de terminales en EIA RS-232. .... | 30 |
| <i>Tabla 3.</i> Características del ELMSCAN 5. ....             | 37 |
| <i>Tabla 4.</i> Requerimientos del sistema.....                 | 37 |
| <i>Tabla 5.</i> Instrumentos. ....                              | 41 |
| <i>Tabla 6.</i> Indicadores Secundarios.....                    | 42 |
| <i>Tabla 7.</i> Indicadores de la página 1. ....                | 43 |
| <i>Tabla 8.</i> <i>Indicadores pagina 2</i> .....               | 44 |
| <i>Tabla 9.</i> Indicadores de la página 3. ....                | 44 |
| <i>Tabla 10.</i> Indicadores de la página 4. ....               | 44 |
| <i>Tabla 11.</i> Indicadores de la página 5. ....               | 45 |
| <i>Tabla 12.</i> Indicadores de la página 6. ....               | 45 |
| <i>Tabla 13 .</i> Instrumentos. ....                            | 46 |
| <i>Tabla 14.</i> Botones.....                                   | 48 |
| <i>Tabla 15.</i> Monitores .....                                | 49 |

## **RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** DISEÑO DE UNA INTERFAZ GRÁFICA EN LABVIEW PARA EL DIAGNOSTICO DE VEHÍCULOS POR MEDIO DE OBD2

**AUTORES:** JUAN MANUEL DIMATÉ CÁCERES  
PEDRO MAURICIO GONZÁLEZ CASTILLO

**FACULTAD:** FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA

**DIRECTOR:** ING. OMAR PINZÓN ARDILA

### **RESUMEN**

Este proyecto de grado se realizó con el fin de crear una herramienta que permita al usuario hacer el diagnostico de los vehículos que posean el sistema de diagnostico a bordo de segunda generación (OBD2) utilizando un computador personal. Herramientas de este tipo son fundamentales para garantizar el óptimo funcionamiento de los sistemas que componen el vehículo.

Este Programa da al usuario grandes ventajas como el acceso a información complementaria proveniente del Modulo de Control del Vehículo (PCM) que solo se encuentra en escáneres comerciales muy sofisticados y de alto costo, sumado a la practicidad de ser utilizado en un computador personal.

El Programa permite desde la lectura de simples Códigos de Error (DTC) generados por la PCM hasta gráficas que registran el comportamiento de los sensores de oxígeno los cuales permiten la regulación de las emisiones de gases de escape del vehículo; el mal funcionamiento del sistema de emisiones trae como consecuencia el aumento del consumo de combustible y de emisión gases altamente contaminantes para el medio ambiente.

**PALABRAS CLAVES:** OBD2, (PCM).



## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE**

**TITLE:** DESIGN OF A GRAPHIC INTERFACE IN LABVIEW FOR THE DIAGNOSIS OF OBD2 COMPLIANT VEHICLES

**AUTHORS:** JUAN MANUEL DIMATÉ CÁCERES  
PEDRO MAURICIO GONZÁLEZ CASTILLO

**FACULTY:** ELECTRONIC ENGINEERING

**DIRECTOR:** ENG. OMAR PINZÓN ARDILA

### **ABSTRACT**

This Degree Project was developed with ends to create a tool that allows the user to perform diagnosis on vehicles with: On Board Diagnosis System Second Generation (OBD2) using a personal computer. These kinds of tools are fundamental to guarantee optimal performance in the vehicle's component systems.

This software provides the user with great advantages such as access to complimentary information, coming from the control module of the vehicle (PCM) which can only be found in very sophisticated-high-cost commercial scanners, with the practicality of being able to be used in a personal computer.

This software allows from reading of simple error codes (DTC) generated by PCM, and to draw graphs that register oxygen sensors behavior which allow regulation of emission exhaust gases from the vehicle; the wrong functioning of the emissions system has as a consequence an increased fuel consumption and emission of highly polluting exhaust gases to the environment.

**KEY WORDS:** OBD2, (PCM).

## INTRODUCCION

---

El sistema de diagnostico a bordo (OBD) surgió de la necesidad de los fabricantes de automóviles para cumplir con las regulaciones medioambientales impuestas a finales de los 80's como consecuencia de su preocupación por alcanzar un aire más saludable. En los años anteriores ya se habían adoptado medidas como la instalación de sistemas para el control de emisiones los cuales le restaban potencia y eficiencia a los vehículos. No fue hasta que surgiera el convertidor catalítico a mediados de los 70's y con la llegada de los vehículos equipados con computadora a bordo, que se hizo posible la implementación de un sistema de control de emisiones. A finales de los 80's todos los automóviles vendidos en el estado de California, en los Estados Unidos, debían tener el sistema OBD en sus vehículos el cual estaba encargado de monitorear el funcionamiento correcto del sistema de control de emisiones.

La función del OBD es la de monitorear constantemente el sistema de control de emisiones del vehículo y asignar códigos que identifiquen las fallas en este, almacenándolas en la memoria de la ECU (*Engine Control Unit*) o computadora del vehículo. Hace parte de este sistema de monitoreo una luz indicadora de falla MIL (*Malfunction Indicator Light*) localizada en el tablero del vehículo, la cual indica al conductor un problema en el sistema de control de emisiones.

Más adelante requirieron cambios en el sistema de diagnostico original, los cuales dieron lugar al Sistema de Diagnostico de Segunda Generación (OBD2). Con la implementación del nuevo sistema de diagnóstico, se requirió la estandarización por parte de los fabricantes, de los códigos de falla con su respectiva definición, así como también del conector utilizado para el diagnostico del sistema DLC (*Data Link Connector*) y la luz MIL. Con el OBD2 no sólo se monitorea el sistema de control de emisiones sino también el sistema de combustible, transmisión, emisión de gases; en fin, todos los sensores y actuadores que posee un vehículo. Este sistema se hizo obligatorio en 1996 en Estados Unidos y se ha adoptado por muchos países en el mundo, principalmente como un sistema efectivo de control de emisiones en los vehículos.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

---

En la aplicación de la ingeniería se busca entre otras cosas la optimización de los procesos; en el caso de los vehículos es indispensable contar con herramientas que permitan el diagnostico a favor del funcionamiento optimo de los sistemas que los componen. El sistema de Diagnostico a Bordo OBD2 permite tener acceso a información en tiempo real del vehículo facilitando el diagnostico de fallas en su funcionamiento. El funcionamiento óptimo trae importantes ventajas, como el uso eficiente del combustible y mantener bajos los niveles de contaminación, temas que han adquirido una mayor relevancia en los últimos años.

En la actualidad el diagnostico en los vehículos con OBD2 se hace con ayuda de un aparato denominado *scanner*, el cual se conectan a la interfaz de diagnóstico y permite el acceso a la información del vehículo, facilitando así el diagnostico de fallas en éste. Los *scanners* los hay básicos y avanzados. Los básicos muestran desde códigos de error hasta información almacenada por el vehículo y los más avanzados poseen una interfaz que permite ver el estado de los sensores en tiempo real, graficas y datos almacenados, lo cual facilita enormemente el diagnostico por parte del usuario. Estos últimos scanners tiene un alto costo, lo que dificulta su acceso por parte de mecánicos y estudiantes.

Este proyecto consiste en que a través del diseño y la programación en Labview, se pueda crear una interfaz grafica de fácil interpretación para mecánicos o estudiantes, que muestre información del sistema OBD2. Fundamental para el diagnóstico de los vehículos modernos. Utilizando un hardware adquirido pero necesario para el desarrollo de la aplicación y que cumple la función de adquisición de datos entre el vehículo y un computador.

## 5. OBJETIVOS

---

### 2.1 OBJETIVOS GENERALES

---

- Utilizar el Sistema de Diagnostico a Bordo (OBD2) para diseñar una interfaz grafica en Labview que permita realizar por parte del usuario, el diagnostico de los diferentes sistemas del vehículo.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

---

- Identificar el protocolo de comunicación que utiliza el Sistema de Diagnostico a Bordo (OBD2).
- Investigar sobre de un dispositivo electrónico de uso comercial que realice la comunicación entre el vehículo y la computadora.
- Recopilar información de distintas fuentes referentes a mecánica automotriz para seleccionar la información de mayor relevancia que permita obtener un diagnostico acertado de los sistemas del vehículo.
- Investigar cómo obtener e interpretar la información de los sensores del vehículo.
- Investigar cómo establecer el protocolo de comunicación entre Labview y el vehículo.
- Realizar el programa en Labview que permita obtener una interfaz grafica que nos permita optimizar el diagnóstico del vehículo por parte del usuario.
- Realizar la documentación final.

## 6. MARCO TEÓRICO

---

### 3.1 SISTEMA DE DIAGNÓSTICO A BORDO (OBD2)

---

OBD II es la segunda generación de sistemas de Diagnóstico a Bordo (OBD). El sistema se incorpora dentro de las computadoras de todos los vehículos nuevos desde 1996. Se incluye en vehículos de pasajeros, camionetas pick up y vehículos deportivos. El sistema OBD II monitorea cualquier componente que pueda afectar el desempeño del sistema de control de emisiones; esto asegura que el vehículo se mantenga amigable con el ambiente durante su vida útil. Si un problema es detectado, el sistema OBDII encenderá una luz de advertencia en el tablero para dar a entender al conductor que existe una falla y que se requiere un servicio para corregir el problema. “El sistema OBDII almacena la información con lo cual el técnico podrá con precisión encontrar y corregir el problema.”<sup>1</sup>

#### 3.1.1 COMPONENTES

---

Fundamentalmente el sistema de diagnostico a bordo de segunda generación está compuesto por el Modulo de Control del Motor (PCM) conocida popularmente como computadora del vehículo, la Luz Indicadora de Fallas (MIL), la cual se encuentra en el tablero, y el Conector de Diagnostico (DLC), el cual nos permite la comunicación con la PCM.

##### 3.1.1.1 Modulo De Control Del Motor (PCM)

---

El modulo PCM (Powertrain Control Module) es el cerebro que controla el motor. Antes estos computadores eran llamados ECU (Unidad de Control del Motor) y ECM (Modulo Electrónico de Control), pero con la llegada del sistema OBD2 y la asignación de nuevas tareas se le llama Control del Tren de Potencia o PCM. Sin este computador ningún vehículo moderno podría cumplir con las regulaciones modernas de emisiones y eficiencia, manteniendo un bajo consumo de

---

<sup>1</sup> Que es obd2 [En línea]. - 11 de Diciembre de 2009. - <http://www.mzcomer.com/QUE%20ES%20OBDII.pdf>.

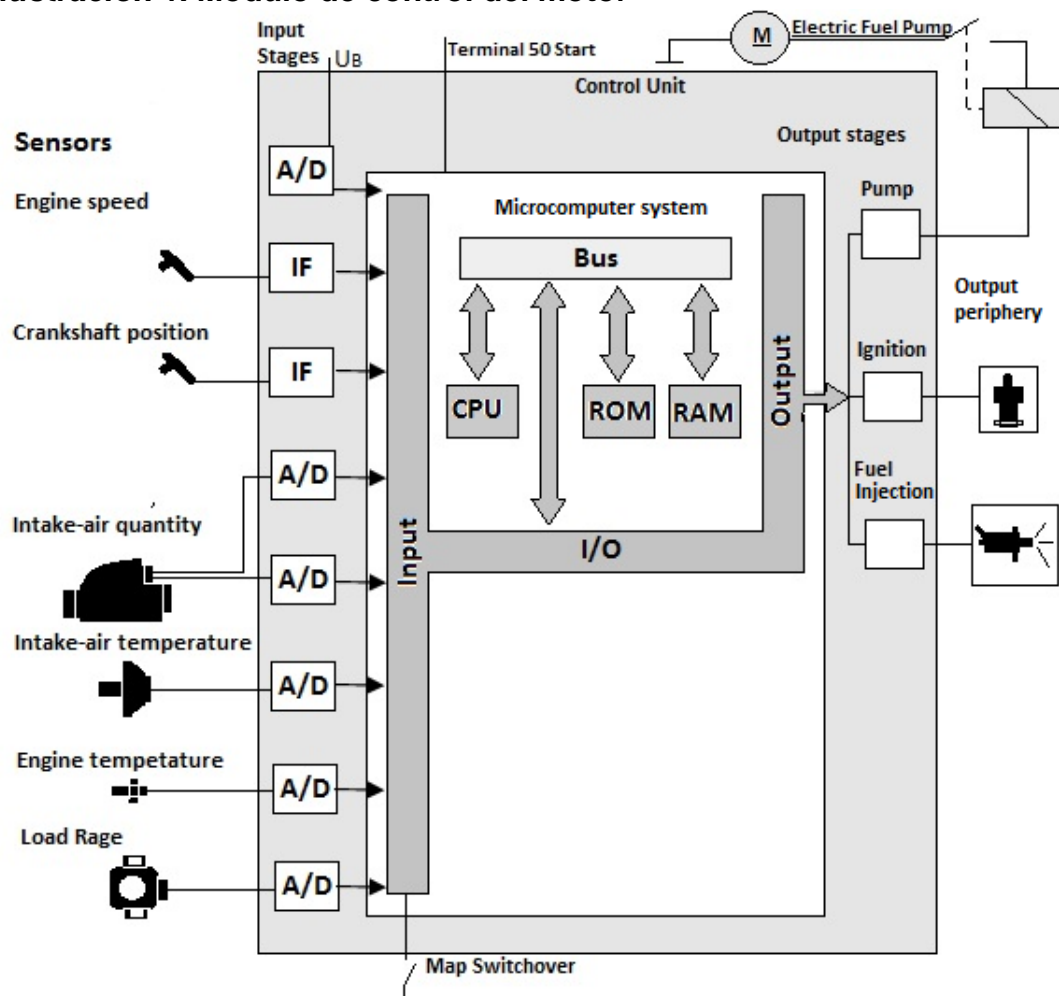
combustible sin afectar el rendimiento. Este computador constantemente ajusta el tiempo de encendido y el ancho de pulso de los inyectores mientras el vehículo se encuentre en operación, estas decisiones la toma basado en una comparación entre un flujo de datos proveniente de varios sensores y un mapa tridimensional incluido en el programa de operación del modulo. Este mapa contiene dos tipos de información: fija y variable. La información fija incluye el sistema operativo del computador y constantes del vehículo como el número de cilindros, el tipo de sistema de emisiones que posee el vehículo y rangos de operación. La información variable es la que se obtiene durante la operación del vehículo como la velocidad, flujo de entrada de aire, posición del acelerador, tiempo de encendido, temperatura del motor y toda la información obtenida a través de los diferentes sensores.

La función del PCM se divide en tres partes de acuerdo a la ilustración 1: etapa de entrada, procesamiento y etapa de salida. La etapa de entrada convierte las señales de entrada de todos los sensores a un formato digital que el PCM requiere para su almacenamiento y su posterior procesamiento. En la etapa de salida se encuentran las señales de control de los actuadores, las cuales pueden ser digitales como la chispa de ignición, el pulso de control de los inyectores, el encendido del ventilador, el control de la válvula del sistema de recirculación de gases y muchos otros sistemas cuya operación es de encendido y apagado. Existen también las salidas de señales analógicas, las cuales poseen un convertidor digital a analógico que le permite controlar ciertos actuadores que lo requieren. Este controlador también requiere de una serie de circuitos integrados que le permita comunicarse a través de una gran variedad de estándares de comunicación usados actualmente en los vehículos modernos como el protocolo CAN (*Controller Area Network*) creado por la proliferación de vehículos con varias unidades de control ubicadas en diferentes áreas, y las cuales necesitan comunicarse constantemente a través de un bus de datos que opera bajo el protocolo de comunicación CAN.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> **Jim Moore** Estrategias de Diagnostico del Sistema OBD-2 [Libro]. - [s.l.] : Delphi, 2008. - Vol. Primera Edición.

**Ilustración 1. Módulo de control del motor**



OBD2 & Electronic Engine Management System Manual

### 3.1.1.2 Luz Indicadora De Falla (MIL)

La luz indicadora de falla, mejor conocida como MIL (Malfunction Indicator Light) por sus siglas en ingles cumple un propósito muy importante a la hora del control de emisiones, alertando al conductor de la necesidad de una revisión del vehículo. La luz MIL se enciende a causa de un código de falla permanente que se ha

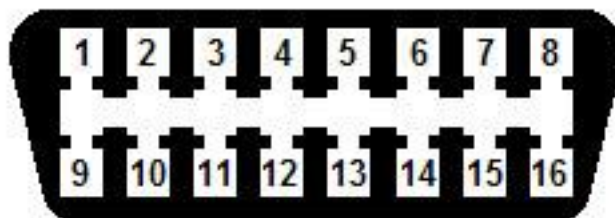
almacenado y que requiere de la atención inmediata del conductor. La luz MIL posee dos tipos de alerta: una es cuando la luz se enciende continuamente, lo cual significa que se requiere una revisión inmediata del vehículo y cuando la luz se enciende intermitentemente lo cual significa que se requiere de una revisión en el corto plazo. Estos estados de la luz MIL son directamente proporcionales al código de falla que lo genera, si el código es de gran importancia como el relacionado con el control de emisiones se requerirá de servicio inmediato y si es un código del chasis o de un sistema secundario, generara un estado intermitente o no se dará esta alerta.<sup>3</sup>

### 3.1.1.3 Conector De Diagnostico (DLC)

El DLC (Diagnostic Link Connector) se encuentra en el compartimento de los pasajeros, generalmente en la parte baja del tablero de instrumentos, al lado del conductor y es el medio por el cual los *scanners* se conectan físicamente y establecen comunicación con el PCM.

El DLC es también conocido como el conector J1962. Una designación tomada del número asignado al estándar dado por la Asociación de Ingenieros Automotrices (SAE), que también establece la configuración y función de cada uno de los pines y que se muestran en la ilustración 2.<sup>4</sup>

#### **Ilustración 2. Conector de diagnostico (DLC)**



<http://www.apsanl.org.mx/obdii.htm>

#### **Asignación de los pines**

- 1- A discreción del fabricante
- 2- SAE J1850 line (BUS +) Línea positiva

<sup>3</sup> **Henderson Bob Haynes John** OBD2 & Electronic Engine Management System Manual [Libro]. - Newbury Park : Haynes, 2006.

<sup>4</sup> OBD (ON BOARD DIAGNOSTIC) [En línea]. - 2 de 7 de 2010. - <http://www.mecanicavirtual.org/obd2.htm>.



- 3- A discreción del fabricante
- 4- Tierra (chasis)
- 5- Señal de tierra
- 6- Bus de datos CAN, Alto - ISO 15765-4
- 7- Línea-K - ISO 9141-2/ISO 14230-4
  - 8- A discreción del fabricante
- 9- A discreción del fabricante
  - 10- SAE J1850 (BUS +) Línea negativa
  - 11- A discreción del fabricante
- 12- A discreción del fabricante
  - 13- A discreción del fabricante
  - 14- Bus de datos CAN, Baja- ISO 15765-4
  - 15- Línea-L
  - 16- Positivo de la batería

### 3.1.2 PROTOCOLOS

---

Básicamente existen 3 protocolos de comunicación del sistema OBDII. Y los fabricantes han escogido un único protocolo que será utilizado en todos los vehículos que fabrican.

*ISO 9141-2:* Se encuentra en vehículos europeos, asiáticos y Chrysler con variantes.

*SAE J1850 VPW:* Que significa Ancho de Pulso Variable (*Variable Pulse Width*) y lo utiliza GM USA (General Motors).

*SAE J1850 PWM:* Que indica Modulación Ancho de Pulso (*Pulse Width Modulation*) utilizado por Ford USA.

*KWP 1281 y KWP 2000:* Utilizado por el grupo VAG.

*ISO 14230:* Utilizado por Renault.

Cada uno de estos protocolos, requiere de un tratamiento de la información diferente, antes de conectar el OBD2 con el computador personal, y por tanto, se requieren interfaces de conexión diferentes. Existe la posibilidad de utilizar una interfaz multiprotocolo, capaz de utilizar todos los protocolos e incluso seleccionar automáticamente cual es el protocolo utilizado por el vehículo a conectar.

### 3.1.3 ESTÁNDARES

---

Los fabricantes de vehículos y de herramientas de escaneo se rigen por los siguientes estándares propuestos por la SAE (Asociación de Ingenieros Automotrices) y la ISO (*International Organization for Standardization*) para la interfaz de diagnóstico OBD2:<sup>5</sup>

*J1962 SAE*, Este estándar define la conexión física usada en la interfaz de OBD2.

*J1850 SAE*, Estándar para la interfaz de red de comunicación clase B.

*J1939 SAE, ISO 11898* Estándar para el envío de datos por un bus CAN en vehículos pesados.

*J1978 SAE*, Estándar para las herramientas de diagnóstico en OBD2.

*J1979 SAE*, Estándar para los test de diagnóstico del sistema OBD2.

*J2012 SAE*, estándar para los reportes de los test de emisiones.

*J2178-1 SAE*, Estándar de mensajes para redes de comunicaciones clase B: dirección y formato.

*J2178-2 SAE*, Estándar de mensajes para redes de comunicaciones clase B: parámetros de datos.

*J2178-3 SAE*, Estándar de mensajes para redes de comunicaciones clase B: Identificación de cuadros de datos de un byte.

*J2178-4 SAE*, Estándar de mensajes para redes de comunicaciones clase B: Definiciones de mensajes.<sup>6</sup>

### 3.1.4 MODOS DE OPERACIÓN

---

El sistema OBD2 permite el acceso a información en tiempo real y almacenado en la PCM agrupada en 9 modos:

---

<sup>5</sup> **Henderson Bob Haynes John** OBD2 & Electronic Engine Management System Manual [Libro]. - Newbury Park : Haynes, 2006.

<sup>6</sup> OBDII Bus [En línea]. - 12 de 04 de 2010. - <http://www.interfacebus.com/OBDII-pinout-signal-assignment.html>.

#### **3.1.4.1 Modo 1: Datos de Diagnostico Actuales del Tren de Fuerza**

---

El modo 1 es utilizado para monitorear constantemente los datos de un sensor o actuador. La herramienta de exploración o *scanner* envía un requerimiento de datos de diagnostico al PCM (*Power Control Module*), el cual responde con los datos actualizados identificando el parámetro o de forma de PID's.

#### **3.1.4.2 Modo 2: Datos del Cuadro Congelado del Tren de Fuerza**

---

Un cuadro congelado es simplemente un flujo de datos instantáneo relacionado con las emisiones que se genera después de que se almacena un DTC. Esta información se almacena en forma de PIDS. Estos datos son muy útiles para duplicar una falla intermitente, ya que se muestran las condiciones de operación y el técnico puede reproducir las mismas condiciones de manejo.

#### **3.1.4.3 Modo 03: Códigos de Falla de Diagnostico Relacionados con la Emisiones**

---

Es el modo más útil ya que muestra DTCS ya confirmados, los cuales identifican una falla específica y repetitiva, Para confirmar un DTC es necesario que la falla se presente durante una serie de ciclos de manejo específica y será almacenado por un periodo de 40 ciclos de calentamiento después de que la luz indicadora de falla haya sido apagada. Esta información se obtiene a través de un requerimiento de la herramienta de exploración o *scanner*.

#### **3.1.4.4 Modo 4: Borrado de la Información de Diagnostico Relacionada con las Emisiones**

---

Este modo se utiliza para borrar los DTCS pero también borra los ciclos de calentamiento, los datos del cuadro congelado y los datos del modo 6, lo cual puede impedir la aprobación en una eventual verificación de emisiones.

#### **3.1.1.5 Modo 5: Resultados de las Pruebas de Monitoreo del Sensor de Oxígeno**

---

Este modo muestra los resultados de las pruebas del sensor de oxígeno, que también están disponibles en el modo 6. Algunas herramientas de exploración muestran los datos en tiempo real que dependiendo del vehículo y fabricante puede estar o no disponible.

#### **3.1.1.6 Modo 6: Resultados de las Pruebas de Monitoreo Abordo Para Sistemas Específicos Monitoreados**

---

El modo 6 son datos codificados que se utiliza internamente por el PCM para determinar el estado de la luz indicadora de fallas. No son valores en tiempo real, pero muestran una serie de resultados de pruebas realizadas. En algunos vehículos de última generación con protocolo CAN puede variar el contenido del modo 6.

#### **3.1.1.7 Modo 7: Códigos de Falla de Diagnostico Relacionados con las Emisiones Detectados Durante el Último o Actual Ciclo de Manejo Completado**

---

Estos son los resultados de las pruebas en un vehículo que está siendo conducido durante un ciclo de manejo. Cualquier DTC pendiente relacionado con el sistema de emisiones, es reportado en este modo. Para pasar al modo 3 de DTCS confirmados, se pueden requerir hasta 3 ciclos de manejo continuo con la misma falla.

#### **3.1.1.8 Modo 8: Control de la Prueba, Del Sistema de Monitoreo Abordo**

---

En este modo se requiere que la herramienta de exploración realice una prueba especial que active un dispositivo o realice una verificación dinámica y dependiendo de esa prueba el PCM puede posteriormente reportar los DTCS.

#### **3.1.1.9 Modo 9: Requerimiento de la Información del Vehículo**

---

Este es un requerimiento de mostrar el número de identificación del vehículo o VIN, la identificación del PCM y las calibraciones del software almacenados en el PCM.<sup>7</sup>

### **3.1.5 FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA**

---

El sistema de diagnostico a bordo OBD2 en su programación tiene un comportamiento específico que permite el monitoreo y la ejecución de rutinas de control que se encargan de vigilar el funcionamiento de todos los componentes del

---

<sup>7</sup> **Jim Moore** Estrategias de Diagnostico del Sistema OBD-2 [Libro]. - [s.l.] : Delphi, 2008. - Vol. Primera Edición.

vehículo y generan códigos de fallas alertando de esta forma al usuario que existen averías de distintos grados de severidad.

### **3.1.5.1 Códigos De Falla DTC (Data Trouble Codes)**

---

Un código de falla es una herramienta que permite la identificación de un problema específico. Los códigos de falla se pueden generar a través de diferentes pruebas llamadas monitores, los cuales verifican el funcionamiento de cada uno de los sistemas en cada viaje del sistema y se almacenan en el modo 3 del sistema OBD2. Cada código de falla posee una identificación del sistema al cual pertenece, un número que indica si es un código genérico o específico de un fabricante y un número de identificación de la falla.

El estándar SAE J2Q12 define un código de 5 dígitos como se observa en la ilustración 3 en el cual cada dígito representa un valor predeterminado. Todos los códigos son presentados de igual forma para facilidad del mecánico. Algunos de estos se definen por este estándar y otros son reservados para uso de los fabricantes.

El código tiene el siguiente formato YXXXX (ej, P0308)

Donde Y, el primer dígito, representa la función del vehículo:

- P - Electrónica de Motor y Transmisión (*Powertrain*)
- B - Carrocería (*Body*)
- C - Chasis (*Chassis*)
- U - No definido (*Undefined*)

El segundo dígito indica la organización responsable de definir el código,

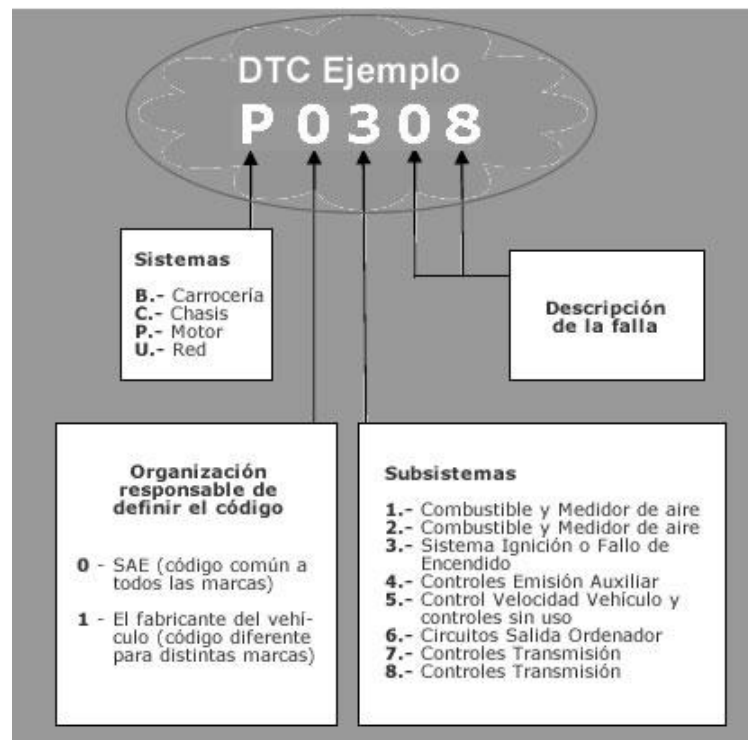
- 0 - SAE (código común a todas las marcas)
- 1 - El fabricante del vehículo (código diferente para distintas marcas)

El tercer dígito representa una función específica del vehículo:

- 0 - El sistema electrónico completo
- 1 y 2 - Control de aire y combustible
- 3 - Sistema de encendido
- 4 - Control de emisión auxiliar
- 5 - Control de velocidad y ralentí
- 6- ECU y entradas y salidas
- 7 - Transmisión

El cuarto y quinto dígito están relacionados específicamente con la falla. Entonces el código P0308 indica un problema en la electrónica de motor (P), definido por SAE (0) y común a cualquier vehículo, relacionado con el sistema de encendido (3), y falla en el cilindro número 8 (08).

**Ilustración 3. Estructura de un código de error.**



<http://www.mecanicavirtual.org/obd2.htm>

IMPORTANTE puede haber códigos de falla almacenados en la ECU que no activen la MIL (luz de indicación de falla).<sup>8</sup>

### 3.1.5.2 Monitores Continuos Y No Continuos

Los monitores son rutinas de control y verificación que se encuentran programadas en la unidad de control electrónico y se encargan de vigilar el funcionamiento de todos los componentes del sistema. Estos se dividen en monitores continuos y no continuos:

<sup>8</sup> OBD (ON BOARD DIAGNOSTIC) [En línea]. - 2 de 7 de 2010. - <http://www.mecanicavirtual.org/obd2.htm>.

## MONITORES CONTINUOS:

Se les llama monitores continuos porque se están ejecutando constantemente, bajo toda clase de condiciones <sup>9</sup> y son los siguientes:

*Monitor de Falta de Chispa:* Este monitor realiza pruebas verificando la velocidad del cigüeñal para detectar fallas en cada una de las levas del mismo. Este monitor es tan preciso que detecta el cilindro que está fallando y define la gravedad de la falla.

*Monitor del Sistema de Combustible:* El monitor del sistema de combustible es una prueba de dos viajes y es uno de los monitores más importantes y de alta prioridad. Este monitor controla la entrega de combustible necesario a corto y largo plazo. Si la cantidad de combustible entregada es poca o demasiada, se generara un código de falla con su respectivo cuadro de datos según su prioridad.

*Monitor de los componentes compresivos:* El monitor de los componentes compresivos agrupa varios monitores, los cuales se ejecutan constantemente. Algunos de estos monitores son el de la posición del cigüeñal, posición del árbol de levas, Temperatura del refrigerante del motor y sensor de la masa de aire. Este monitor verifica los rangos de las señales de salida y busca corto circuitos y circuitos abiertos en cada uno de los sensores.<sup>10</sup>

## MONITORES NO CONTINUOS

Los monitores no continuos son aquellos que se ejecutan durante un viaje del sistema, bajo condiciones específicas de velocidad, aceleración, tiempo de manejo y varían de acuerdo al monitor de cada sistema. Los monitores más comunes en toda clase de vehículos, son los siguientes.

*Monitor de Eficiencia del catalizador:* Esta estrategia monitorea los dos sensores de oxigeno, comparando la concentración de oxigeno presente en los gases de escape antes y después del convertidor catalítico. La cantidad de oxigeno

---

<sup>9</sup> **Jim Moore** Estrategias de Diagnostico del Sistema OBD-2 [Libro]. - [s.l.] : Delphi, 2008. - Vol. Primera Edición.

<sup>10</sup> **Jim Moore** Estrategias de Diagnostico del Sistema OBD-2 [Libro]. - [s.l.] : Delphi, 2008. - Vol. Primera Edición.

presente en los gases de escape después de haber pasado por el catalizador, es un indicador del funcionamiento de este ya que el catalizador utiliza el oxígeno presente en la reacción química.

*Monitor del Sensor de Oxígeno:* Este monitor consta de dos pruebas, que involucran a los dos sensores de oxígeno. Las pruebas consisten en el seguimiento a la señal de cada uno de los sensores y la segunda es la verificación del funcionamiento de los elementos calefactores cuya función es mantener cada uno de los sensores a una temperatura de 675 grados centígrados. Una prueba que hace el sistema es fijar un ancho de pulso predeterminado para el control de los inyectores, verificando el tiempo y voltaje de respuesta de cada sensor de oxígeno.

*Monitor del Sistema EGR:* El monitor de el sistema de recirculación de los gases de escape tiene una prioridad alta, ya que este sistema controla la temperatura de la cámara de combustión, evitando que alcance temperaturas por encima de los 1371 grados centígrados ya que a temperaturas superiores el nitrógeno se combina con el oxígeno para formar Oxido Nitroso (NOX) y Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), los cuales son dos gases nocivos para el medio ambiente ya que combinados con los hidrocarburos forman smog fotoquímico.

*Monitor del Sistema EVAP:* El monitor del sistema de emisiones evaporativas, verifica el funcionamiento del sistema evaporativo del tanque de combustible. Los vapores de combustible del tanque son almacenados en un deposito que contiene carbón activo y el monitor lo que hace es verificar el sello de todo el sistema con una bomba detectora o con valores estrictos de fuga, los cuales en el sistema de diagnostico abordo no pueden superar las 0.020 pulgadas de diámetro y más de 1.35 gramos de hidrocarburos por milla.

*Monitor AIR:*El sistema de inyección de aire secundario controla la cantidad de combustible no quemado en el escape, ya que durante la fase de encendido en frio se incrementa la cantidad de hidrocarburos en el convertidor catalítico. El sistema de aire secundario ayuda a la post oxidación, creando un efecto de post combustión e inyectando oxígeno adicional. El monitor verifica la respuesta de los sensores de oxígeno, la cual consiste en inyectar aire antes del primer sensor, produciendo un cambio de la concentración de gases en el catalizador y un cambio en la señal de respuesta de los sensores.<sup>11</sup>

### **3.1.5.3 Ciclo De Manejo**

---

<sup>11</sup> **Jim Moore** Estrategias de Diagnostico del Sistema OBD-2 [Libro]. - [s.l.] : Delphi, 2008. - Vol. Primera Edición.



El Ciclo de Manejo del sistema OBD2 es un nombre dado a una serie de pruebas que el sistema de diagnostico abordo realiza para verificar el funcionamiento de los diferentes dispositivos que conforman los sistemas del vehículo. Estas pruebas comprenden diferentes modos de conducción. Durante el Ciclo de Manejo se requiere operar el vehículo hasta un punto en el cual entre en lazo cerrado, es decir hasta que el vehículo complete su ciclo de calentamiento, alcanzando su temperatura estándar de operación además de otras condiciones de manejo requeridas para verificar una o más fallas. La secuencia de las pruebas puede variar ligeramente con cada fabricante. Sin embargo, los resultados deben ser similares para asegurar que un problema pueda identificarse a pesar del fabricante.<sup>12</sup>

En un ciclo de manejo se debe realizar un diagnostico de todos los sistema. Normalmente toma alrededor de 15 minutos y requiere de los siguientes pasos:

1. *Arranque en frío.* El motor debe estar a menos de 50°C y con una diferencia máxima de 6°C con respecto a la temperatura ambiente.
2. *Ralentí.* El motor debe andar por 2 minutos y medio con el aire acondicionado y el desempañado trasero encendidos. A mayor carga eléctrica mejor. Esto prueba el calentador de los sensores de oxígeno, purga del canister, falla de encendido y el ajuste de combustible (*Fuel trim*).
3. *Aceleración.* Acelerar hasta alcanzar los 85 km/h con el aire acondicionado y demás cargas eléctricas apagadas.
4. *Velocidad constante.* Mantener la velocidad constante a 85 Km/h durante 3 minutos. Durante este periodo se prueba la respuesta de los sensores de oxígeno, el sistema de recirculación de los gases de escape (EGR) y el ajuste de combustible.
5. *Desaceleración.* Se debe soltar el acelerador, y sin pisar el freno se debe dejar que el vehículo disminuya la velocidad gradualmente hasta alcanzar los 30 Km/h.
6. *Aceleración.* Acelerar a 3/4 del pedal hasta alcanzar de 85 a 95 Km/h.
7. *Velocidad constante.* Mantener la velocidad constante a 85 Km/h durante 5 minutos. Esto proba lo mismo del paso 4 y el catalizador.

---

<sup>12</sup> **Jim Moore** Estrategias de Diagnostico del Sistema OBD-2 [Libro]. - [s.l.] : Delphi, 2008. - Vol. Primera Edición.

8. *Desaceleración*. Soltar el pedal del acelerador, sin pisar el freno o embrague. Con este paso se deben completar todas las pruebas a los diferentes sistemas.<sup>13</sup>

#### 3.1.5.4 Viaje Del Sistema

---

Un viaje del sistema OBD2 consiste de la operación del vehículo, seguido de un periodo de tiempo con el motor apagado, teniendo en cuenta que se necesita el tiempo suficiente para que se complete al menos uno o más monitores. Un viaje se completa cuando se cumplen una serie de criterios de habilitación para un procedimiento de diagnostico dado. Cada monitor requiere de diferentes criterios para poder realizarse, que dependen del modo en que se conduzca el vehículo en aspectos como el calentamiento del motor, velocidad crucero, aceleración, desaceleración y un cierto requerimiento de tiempo en cada modo.

El propósito es verificar que todos los componentes relacionados con las emisiones estén funcionando adecuadamente, como una forma de inspección y mantenimiento, con el fin de generar códigos de falla que permitan evitar incrementos de emisiones por un tiempo prolongado.<sup>14</sup>

### 3.2 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN SERIAL (RS232)

---

La comunicación serial de datos es el protocolo más comúnmente utilizado para la comunicación entre dispositivos.<sup>15</sup> Todos los computadores poseen puertos seriales RS-232 que permiten la comunicación con otros computadores o dispositivos como impresoras, scanner y otros dispositivos de adquisición de datos.<sup>16</sup>

La comunicación serial envía y recibe información de a un bit, hasta completar todos los bits de un dato, a diferencia de la comunicación en paralelo que permite la transmisión de un byte completo pero tiene la desventaja de utilizar una gran cantidad de líneas por lo que es más costoso y tiene la desventaja de que a largas

---

<sup>13</sup> AUTOMOTIVE DIAGNOSTIC TOOL [En línea]. - 10 de 03 de 2010. - <http://lasolucion.freeoda.com/docs/obd2.pdf>.

<sup>14</sup> **Jim Moore** Estrategias de Diagnostico del Sistema OBD-2 [Libro]. - [s.l.] : Delphi, 2008. - Vol. Primera Edición.

<sup>15</sup> Comunicación Serial [En línea]. - 13 de 06 de 2010. - <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>.

<sup>16</sup> Tutorial del Protocolo RS-232 [En línea]. - 13 de 06 de 2010. - <http://www.rootshell.be/~wcruzy/cd/tutorialserialrs232.pdf>.

distancias se atenúa la señal, debido a la capacitancia entre los conductores y a los parámetros distribuidos. Por ejemplo la especificación IEEE 488 para la comunicación en paralelo especifica que la distancia máxima de transmisión en una comunicación en paralelo es de 20 metros, y no más de 2 metros entre equipos. A diferencia de la comunicación serial que puede llegar a ser a una distancia de 1200 metros.<sup>17</sup>

Normalmente la comunicación serial se realiza a través de tres líneas: transmisión de datos, recepción de datos y tierra. Existen dos tipos de transmisión serial, síncrona y asíncrona, en la comunicación asíncrona es posible recibir y transmitir simultáneamente y la duración de cada bit está dada por la velocidad de transmisión. Normalmente cuando no se está transmitiendo información, la línea permanece en estado alto y cuando se quiere iniciar la transferencia de datos se coloca en bajo por un tiempo determinado, esto se conoce como bit de arranque. Después de transmitir cada uno de los bits del menos significativo al más significativo se coloca la línea de nuevo en alto un tiempo determinado antes de transmitir otro byte de información. Para realizar una comunicación síncrona, existen otras líneas de intercambio de pulsos de sincronización, los cuales indican cuanto un byte es válido.<sup>18</sup> Los parámetros más importantes en la comunicación serial son:

*Velocidad de transmisión (Baud rate):* La velocidad de transmisión se define como el número de bits por segundo que se envían. Por ejemplo una comunicación a 300 baudios significan 300 bits por segundo.

*Bits de datos:* Este parámetro se refiere al número de bits que se enviarán por paquete. El número de bits por paquete no siempre es de la longitud de un byte, pueden ser menos o más bits. Los bits de todos los determinan el tipo de información que se envía. Un paquete se refiere a la transferencia de los bits de datos, bits de inicio/parada y paridad.

*Bits de parada:* Se refiere al bit que indica el fin de la comunicación de un paquete. Debido a que cada equipo posee su propio reloj, es posible que no estén sincronizados. Por lo que los bits de parada también proporcionan un margen de tolerancia.

*Paridad:* El bit de paridad sirve para verificar si hay errores en la comunicación serial. Existen tres tipos de paridad: par, impar y espaciada. En la paridad par e

---

<sup>17</sup>Comunicación Serial [En línea]. - 13 de 06 de 2010. - <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>.

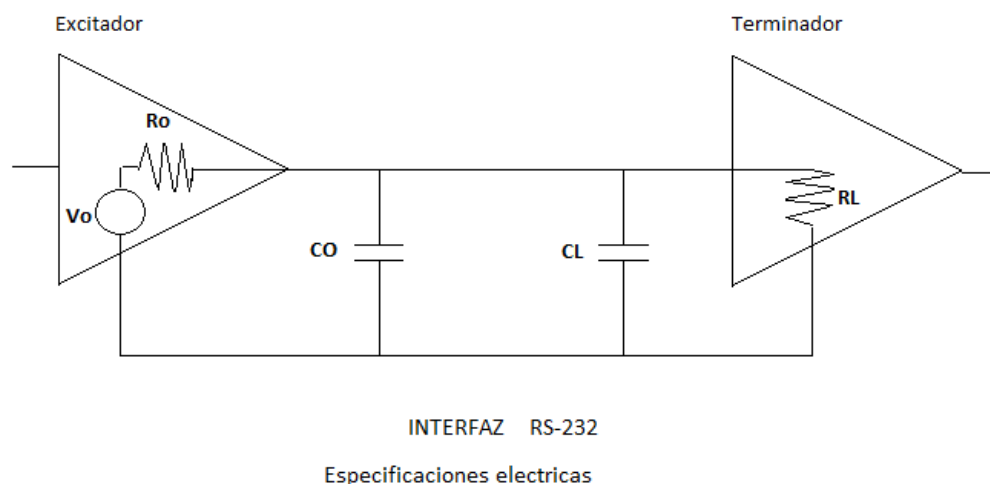
<sup>18</sup> Tutorial del Protocolo RS-232 [En línea]. - 13 de 06 de 2010. - <http://www.rootshell.be/~wcruzy/cd/tutorialserialrs232.pdf>.

impar, la comunicación serial fijara un bit en un valor específico después de los bits de datos, para asegurarse que el dato tenga un número par o impar de bits en alto.<sup>19</sup>

### 3.2.1 INTERFAZ RS-232

La norma RS-232 especifica un conector DB25P/DB25S. Las características eléctricas de la conexión que se observan en la ilustración 4, especifican una capacitancia de 2500pF, que incluye la capacitancia de la línea de transmisión. La impedancia en el extremo de la línea de transmisión debe ser de 3000 Ohms a 7000 Ohms y la impedancia de salida mayor a 300 Ohms. Teniendo en cuenta estas especificaciones eléctricas y con un límite de la velocidad de transmisión de 20.000 bits por segundo o 20.000 baudios, la longitud máxima de la línea de transmisión en la interfaz RS-232 es de unos 15 metros o 50 pies.<sup>20</sup>

#### **Ilustración 4. Especificaciones eléctricas de la interfaz RS232.**



Tomasi Wayne. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas

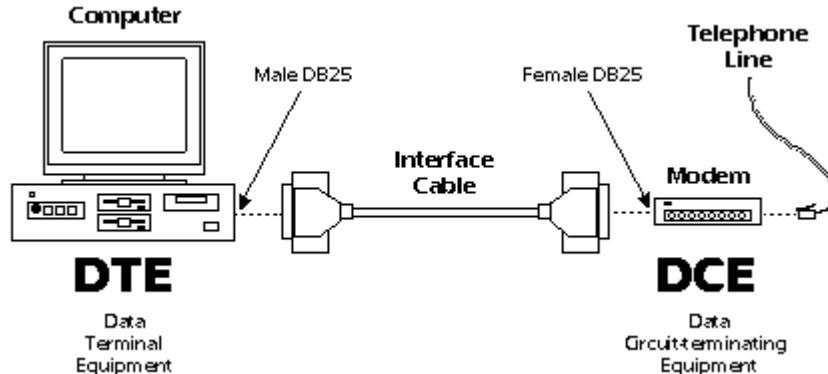
Como está definido en la norma, el equipo ubicado al final de la conexión tiene el nombre de DTE (*Data terminal equipment*), y posee un puerto macho. El equipo más cercano a la línea es llamado DCE (*Data circuit terminal equipment*) y posee un puerto hembra como se muestra a continuación en la ilustración 5.

<sup>19</sup> Comunicación Serial [En línea]. - 13 de 06 de 2010. -

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>

<sup>20</sup> **Tomasi Wayne** Sistemas de Comunicaciones Electrónicas [Libro]. - México : Pearson Educativa, 2003. - Vol. Cuarta Edición.

### Ilustración 5. Interfaz RS232.



[http://www.camiresearch.com/Data\\_Com\\_Basics/RS232\\_standard.html](http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html).

La norma de la interfaz RS-232 también especifica los valores de voltaje que se envían por la línea de transmisión por el DTE y el DCE. Ambos equipos el DTE Y DCE poseen circuitos que garantizan los valores de voltaje especificados por la norma, convirtiéndolos a valores RS-232. Por ejemplo, si un DTE usa lógica TTL y se comunica con un DCE que usa lógica ECL, sus valores lógicos internos no son compatibles. Los circuitos de nivelación de voltaje internos en cada equipo convierten esos valores internos a los especificados por la norma. Un nivelador se llama excitador si produce un voltaje de señal al cable, y un terminador si acepta un voltaje de señal del cable.<sup>21</sup>

**Tabla 1 Especificaciones de voltaje DC en RS-232.**

|            | Terminales de Datos |          | Terminales de Control |                |
|------------|---------------------|----------|-----------------------|----------------|
|            | 1 Lógico            | 0 Lógico | Activar ON            | Desactivar OFF |
| Excitador  | -5 a +15            | +5 a +15 | +5 A +15              | -5 a -15       |
| Terminador | -3 a -25            | +3 a +25 | +3 a +25              | -3 a -25       |

**Tomasi Wayne. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas**

Se puede ver en la tabla 1 que los límites para un excitador son más incluyentes que los de un terminador. El excitador puede producir cualquier voltaje entre +5 y +15, o -5V y -15Vcd, y in terminador acepta cualquier voltaje entre +3V y +25V, y -3V y -25Vcd. Esta diferencia entre los valores de voltaje entre el excitador y terminador es llamada margen de ruido. Este margen de voltaje reduce la susceptibilidad de la interfaz al ruido en la línea de transmisión. Los voltajes normales que se usan en las señales de datos y de control son +-7Vcd y +-10Vcd.

<sup>21</sup> **Tomasi Wayne** Sistemas de Comunicaciones Electrónicas [Libro]. - México : Pearson Educativa, 2003. - Vol. Cuarta Edición.

Las terminales del cable de interfaz RS-232 se clasifican funcionalmente como tierra, datos, control o de sincronización. Todas las terminales que se observan en la tabla 2, de la interfaz RS232 son unidireccionales, esto quiere decir que las señales solo se propagan del DTE al DCE o viceversa.<sup>22</sup>

**Tabla 2. Designaciones de terminales en EIA RS-232.**

| Terminal | Nomenclatura EIA  | Acrónimos comunes | Dirección |
|----------|---|-------------------|-----------|
| 1        | Tierra de protección (AA)                               | GWG               | Ninguna   |
| 2        | Datos transmitidos (BA)                                 | TD, SD            | DTE a DCE |
| 3        | Datos recibidos (BB)                                    | RD                | DCE a DTE |
| 4        | Petición de transmitir (CA)                             | RS, RTS           | DTE a DCE |
| 5        | Borrar para transmitir (CB)                             | CS, CTS           | DCE a DTE |
| 6        | :Conjunto de datos listos (CC)                          | DSR, MR           | DCE a DTE |
| 7        | Tierra de señal (AB)                                    | GND               | Ninguna   |
| 8        | Detección de señal recibida en línea (CF)               | RLSD, CD          | DCE a DTE |
| 9        | Sin asignar   |                   |           |
| 10       | Sin asignar   |                   |           |
| 11       | Sin asignar   |                   |           |
| 12       | Detección de señal recibida en línea (SCF)              | SRLSD             | DCE a DTE |
| 13       | Borrar secundaria para transmitir (SCB)                 | SCS               | DCE a DTE |
| 14       | Datos secundarios transmitidos (SBA)                    | STD               | DTE a DCE |
| 15       | Sincronización de elemento de señal de transmisión (DB) | SCT               | DCE a DTE |
| 16       | Datos secundarios recibidos (SBB)                       | SRD               | DCE a DTE |
| 17       | Sincronización de elementos de señal en receptor (DD)   | SCR               | DCE a DTE |
| 18       | Retroalimentación local                                 | LL                | DTE a DCE |
| 19       | Petición secundaria para transmitir (SCA)               | SRS               | DTE a DCE |
| 20       | Terminal de datos lista (CD)                            | DTR               | DTE a DCE |
| 21       | Detector de calidad de señal (CG)                       | SQD               | DCE a DTE |
| 22       | Indicador de timbrado (CE)                              | RL                | DCE a DTE |

<sup>22</sup> **Tomasi Wayne** Sistemas de Comunicaciones Electrónicas [Libro]. - México : Pearson Educativa, 2003. - Vol. Cuarta Edición

|    |   |      |           |
|----|---|------|-----------|
| 23 | Selector de rapidez de señal de datos (CH)              | RI   | DTE a DCE |
| 24 | Sincronización de elemento de señal de transmisión (DA) | DSRS | DTE a DCE |
| 25 | Modo de prueba  | SCTE | DCE a DTE |

**Tomasi Wayne. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas**

### 3.3 ENTORNO DE PROGRAMACIÓN GRÁFICA LABVIEW

---

Labview como lenguaje de programación es una poderosa herramienta con la cual se puede incrementar la eficiencia y productividad en varias situaciones. Labview es un lenguaje de programación grafica desarrollado por National Instruments. Su naturaleza grafica lo hace ideal para pruebas y medidas, automatización, control de instrumentación, adquisición de datos y para aplicaciones de análisis de datos.<sup>23</sup>

#### 3.3.1 ARQUITECTURA DE SOFTWARE PARA INSTRUMENTOS VIRTUALES (VISA)

---

VISA (Arquitectura de Software para Instrumentos Virtuales) es un estándar utilizado por la Alianza de Sistemas VXI plug & play que agrupa a 35 de las compañías más grandes en la industria de la instrumentación. Visa unifica la industria del desarrollo de software con el fin de que pueda ser interpretado y rehusado por más tiempo sin importar el tipo de operación del instrumento, eliminando la proliferación de drivers con problemas en diferentes sistemas operativos y dependencia de interfaces.

LabView posee una librería llamada VISA que tiene la capacidad de controlar VXI, GPIB, RS232 y comunicación serial en diferentes plataformas como Windows, MacOS, Linux y Solaris.<sup>24</sup>

##### 3.3.1.1 VISA Write

---

<sup>23</sup> **Bitter Rick Mohiuddin Taqui, Nawrocky Matt** LabView Advanced programming techniques [Libro]. - Boca raton fl : Taylor y Francis Group, 2007. - Vol. Segunda Edición.

<sup>24</sup> Programacion en LabView [En línea]. - 25 de 06 de 2010. - <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/154/3/Capitulo%202.pdf>.

Escribe el dato o información contenida en el buffer de escritura, en el dispositivo o interface especificada en el *VISA resource name*. La transferencia de datos se puede realizar síncrona o asíncrona dependiendo de la plataforma utilizada. Cuando la transferencia de datos se realiza síncronamente, se bloquea el hilo de comunicación por el tiempo que dure la transferencia de datos. Esto puede afectar otros procesos que requieran el hilo de comunicación.

### **3.3.1.2 VISA Serial**

---

Este bloque configura e inicializa la conexión serial entre LabView y el dispositivo serial conectado al computador. Para establecer conexión se debe introducir el puerto serial virtual a través de *VISA resource name*, La velocidad de transmisión o *Baud rate*, El numero de bits del dato entrante o data bits, El numero de bits de parada el cual indica el fin de una trama de datos y otros parámetros que se requieren en una comunicación serial.

### **3.3.1.3 VISA Read**

---

Este bloque lee un numero específico de bytes del dispositivo o interfaz especificada por el *VISA resource name*. La lectura de datos se puede realizar síncrona o asíncrona, si se realiza síncrona se bloquea el hilo de comunicación durante la transferencia de datos. El tiempo varía dependiendo de la velocidad de transferencia, pero si se requiere la transferencia de datos lo más rápido posible se puede dedicar exclusivamente a una operación específica.<sup>25</sup>

## **3.4 HARDWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS (ELMSCAN 5)**

---

ELMSCAN 5 es un hardware de adquisición de datos OBD2, el cual está construido con base en el circuito integrado ELM327 de Microchip. Este cuenta con un modulo de comunicación serial RS232, un convertidor de señal analoga a digital para mediciones de voltaje y un modulo multiprotocolo. Mediante el uso de este hardware se puede acceder a la información en todos los modos y así realizar el diagnostico completo de vehículos de cualquier fabricante.

### **3.4.1 ESPECIFICACIONES**

---

---

<sup>25</sup> LABVIEW User Manual [En línea]. - 5 de 06 de 2010. - <http://www.cmst.be/student/lvuser.pdf>.



|                       |   |
|-----------------------|---|
| Procesador:           | Genuine ELM327  |
| Protocolos OBDII:     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO15765-4 (CAN)</li> <li>• ISO14230-4 (Keyword Protocol 2000)</li> <li>• ISO9141-2</li> <li>• J1850 VPW</li> <li>• J1850 PWM</li> </ul> |
| Protocolo de Salida:  | USB Virtual COM Port  |
| Tasa de Baudios:      | 9600 or 38400   |
| LEDs Indicadores:     | OBD Tx/Rx, RS232 Tx/Rx, Power   |
| Voltaje de Operación: | 12V, protección internade cortos circuitos y sobrevoltajes.   |
| Dimensiones:          | 3.75" x 1.7" (95 mm x 43 mm)  |

### 3.4.2 CIRCUITO INTEGRADO ELM327

---

El ELM327 se comunica a través de una conexión RS232 serial, pero ya que los nuevos computadores no poseen una conexión serial apropiada, existen muchas formas de crear un puerto serial virtual y el más común es el un adaptador de USB a RS232, existen otros como tarjetas de adquisición de datos, dispositivos ethernet y adaptadores Bluetooth entre otros.<sup>26</sup>

#### 3.4.2.1 Configuración Del ELM327

---

Muchos de los parámetros de funcionamiento del circuito integrado ELM327 pueden ser modificados. Estos no necesariamente tienen que configurarse o cambiarse antes comunicarse con el vehículo, ya que cada parámetro posee un valor por defecto. Pero si el usuario lo desea, puede configurarlo según sus necesidades por ejemplo eliminando el eco o variando un tiempo de espera. Estos cambios se realizan a través de los comandos AT. Este sistema es usado en computadores y módems para su configuración interna, los cuales reconocen los comandos AT. El ELM 327 esencialmente utiliza el mismo método, buscando los datos que empiecen por la letra A y después por la letra T lo cual significa que se está introduciendo un dato de configuración. Si el comando es un ajuste, el ELM327 responderá con un OK lo cual significa que la tarea se completó satisfactoriamente.

---

<sup>26</sup> ELM327 OBD to RS232 [En línea]. - 5 de 07 de 2009. - <http://www.elmelectronics.com/DSheets/ELM327DS.pdf>.

Algunos de los comandos permiten modificar los valores internos, esto se logra introduciendo los valores, generalmente en pares de números en hexadecimal o a través de los números 1 ó 0 los cuales son símbolos universales de encendido y apagado. Una completa descripción de cada comando se puede encontrar en la hoja de especificaciones del circuito integrado.<sup>27</sup>

### 3.4.3 DIAGRAMA DEL ELMSCAN 5

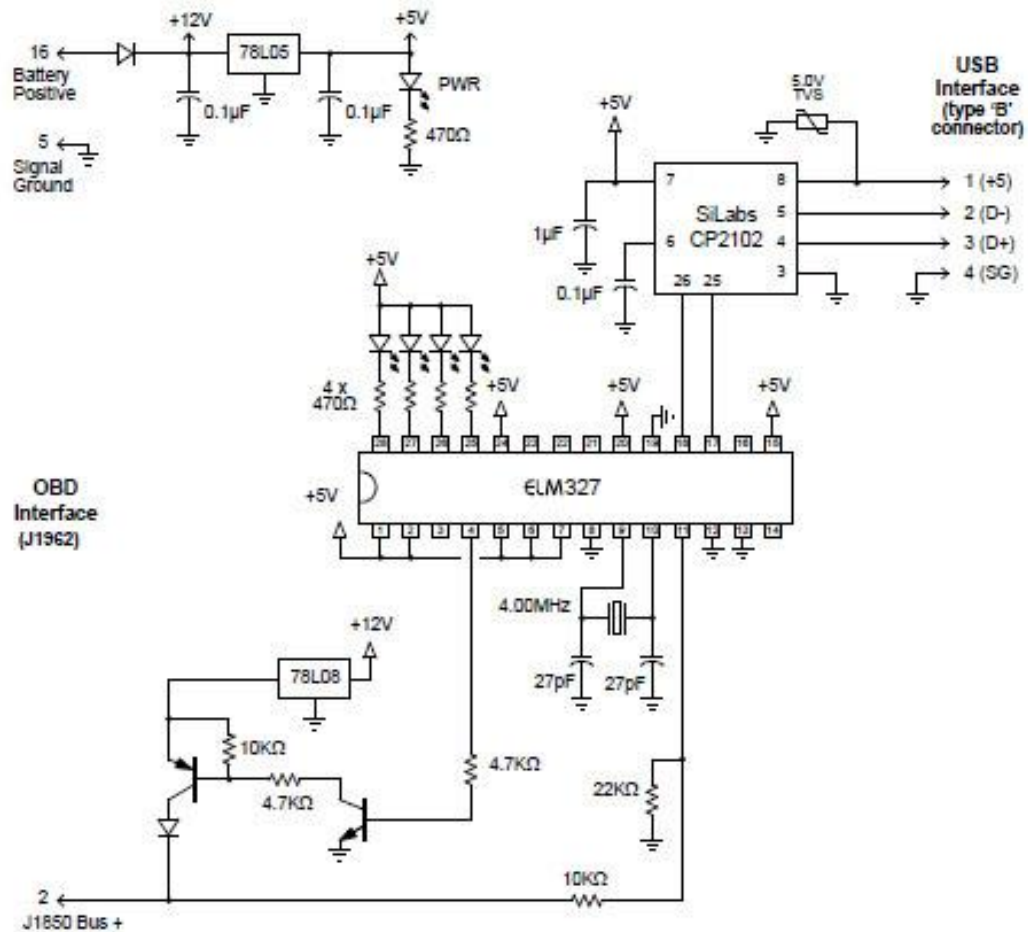
---

Como se muestra en la ilustración 7, el ELMSCAN 5 está compuesto por un micro controlador ELM327 intérprete OBD2, además de un modulo USB, reguladores de voltaje y un convertidor analógico a digital.

***Ilustración 6. Diagrama interno del ELM327.***

---

<sup>27</sup>ELM327 OBD to RS232 [En línea]. - 5 de 07 de 2009. - <http://www.elmelectronics.com/DSheets/ELM327DS.pdf>.



<http://www.elmelectronics.com/DSheets/ELM327DS.pdf>

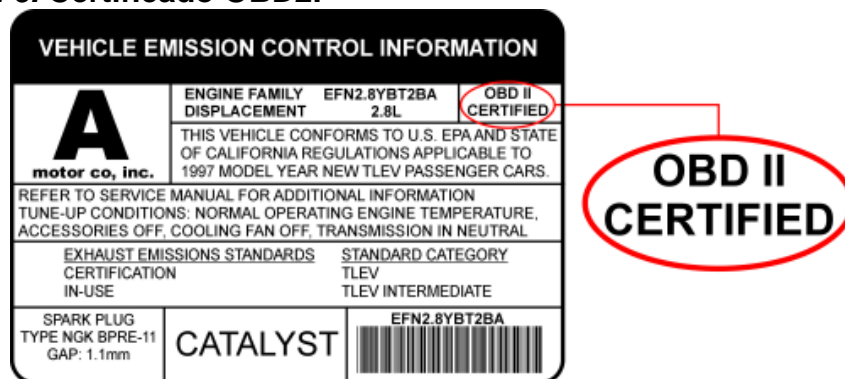
## 7. DESCRIPCION DEL SOTWARE DESARROLLADO

El Programa desarrollado consta de 7 secciones, las cuales presentan información proveniente del Sistema de Diagnóstico a Bordo en el vehículo y que permiten realizar el diagnostico de problemas en este. Las secciones son: Indicadores Principales, Indicadores Secundarios, Información de los Sensores, Sensores de Oxígeno, Códigos de Falla y Cuadro de Datos Congelados.

La Interfaz Grafica del Programa se desarrolló teniendo en cuenta las necesidades principales del usuario; esta está compuesta de indicadores análogos, digitales, tablas y graficas que facilitan la visualización de la información permitiendo así realizar un mejor diagnostico del vehículo.

El Programa es compatible con los vehículos fabricados a partir de 1996 y que soporten el sistema de Diagnostico a Bordo de Segunda Generación OBD2. Estos generalmente tienen una etiqueta en el motor como la que aparece en la *Ilustración 8*.

**Ilustración 6. Certificado OBD2.**



www.scantool.net

Entre los fabricantes de vehículos que son soportados por el Programa se encuentran:

|              |          |             |            |             |            |
|--------------|----------|-------------|------------|-------------|------------|
| Acura        | Daihatsu | Isuzu       | Mercedes   | Porsche     | Smart      |
| Alfa Romeo   | Daimler  | Jaguar      | Mercury    | Regal       | Subaru     |
| Aston Martin | Dodge    | Jeep        | MG         | Renault     | Suzuki     |
| Audi         | Ferrari  | Kia         | Mini       | Rolls-Royce | Toyota     |
| Bentley      | Fiat     | Lamborghini | Mitsubishi | Roush       | Triumph    |
| BMW          | Ford     | Lancia      | Nissan     | Rover       | TVR        |
| Buick        | Geo      | Land Rover  | Oldsmobile | Saab        | Vauxhall   |
| Cadillac     | GMC      | Lexus       | Opel       | Saleen      | Volkswagen |
| Chevrolet    | Holden   | Lincoln     | Pagani     | Saturn      | Volvo      |
| Chrysler     | Honda    | Lotus       | Panoz      | Seat        |            |
| Citroen      | Hummer   | Maserati    | Peugeot    | Scion       |            |
| Daewoo       | Hyundai  | Mazda       | Plymouth   | Shelby      |            |
|              | Infiniti | McLaren     | Pontiac    | Skoda       |            |

#### 4.1 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

El hardware de adquisición de datos utilizado es el ELMSCAN 5 el cual está construido con base al intérprete multiprotocolo OBD2, ELM327 de Microchip, por este motivo el hardware de adquisición de datos que se vaya a utilizar deberá utilizar este mismo circuito integrado. Hardware de similares características

podrían no ser compatibles con todos los vehículos o podrían no ser totalmente compatibles con el Programa. A continuación se presentan los requerimientos del hardware de adquisición de datos utilizado:

**Tabla 3. Características del ELMSCAN 5.**

| CARACTERISTICA             | COMPONENTES                     |
|----------------------------|---------------------------------|
| Interprete de obd2 a RS232 | Microchip Elm327 o equivalente  |
| Modulo de RS232 a USB      | CP2102                          |
| Protocolos soportados      | ISO, SAE, KWP y sus variaciones |
| Conector de diagnostico    | Según la norma j1962 de la SAE  |

www.scantool.net

Además es necesario contar con un computador personal con Labview versión 8.5 o superior instalado con los requerimientos de la tabla 4 a continuación.

**Tabla 4. Requerimientos del sistema.**

| Windows                          |   |  |
|----------------------------------|---|--|
|                                  | Requerimientos mínimos                    | Requerimientos recomendados                    |
| <b>Procesador</b>                | Pentium III/Celeron 866 MHz o equivalente | Pentium 4/M o equivalente                      |
| <b>RAM</b>                       | 256 MB                                    | 1 GB   |
| <b>Resolución de la pantalla</b> | 800 x 600 pixeles                         | 1024 x 768 pixeles                             |
| <b>Sistema operativo</b>         | Windows7/Windows Vista/XP/2000            | Windows Vista/XP                               |
| <b>Espacio en disco</b>          | 1.2 GB                                    | 1.2 GB (Incluyendo los drivers de instalación) |
| Mac OS X                         |   |  |
|                                  | Requerimientos mínimos                    | Requerimientos recomendados                    |
| <b>Procesador</b>                | G3 (o Intel)                              | G4 o superior (o Intel)                        |
| <b>RAM</b>                       | 256 MB                                    | 1 GB   |
| <b>Resolución de la pantalla</b> | 800 x 600 pixeles                         | 1024 x 768 pixeles                             |
| <b>Sistema operativo</b>         | Mac OS X 10.3 o posterior                 | Mac OS X 10.3 o posterior                      |
| <b>Espacio en disco</b>          | 502 MB                                    | 734 MB (Para la instalación completa)          |

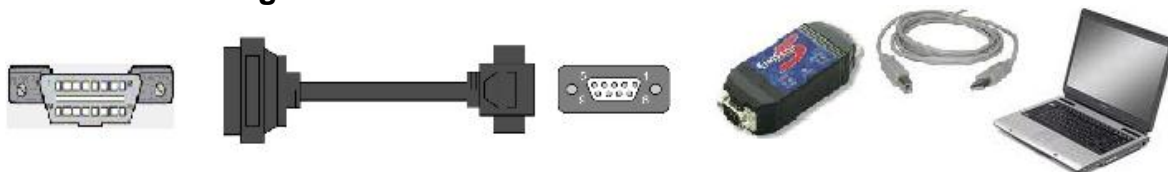
| Linux®                           |  |  |
|----------------------------------|--|--|
|                                  | Requerimientos mínimos   | Requerimientos recomendados  |
| <b>Procesador</b>                | Pentium III/Celeron 866 MHz o equivalente  | Pentium 4/M o equivalente  |
| <b>RAM</b>                       | 256 MB   | 1 GB   |
| <b>Resolución de la pantalla</b> | 800 x 600 pixeles  | 1024 x 768 pixeles   |
| <b>Sistema operativo</b>         | Linux Kernel 2.2.x, 2.4.x, o 2.6.x, Para arquitectura Intel x86, GNU C Library (glibc) Versión 2.2.4 o posterior | Red Hat Enterprise Linux WS 3, MandrakeLinux/Mandriva 10.0, SuSE Linux 9.1 |
| <b>Espacio en disco</b>          | 450 MB   | 640 MB (Para la instalación completa)                                      |

<http://www.ni.com/labview/esa/requirements.htm>

## 4.2 INTEGRACION CON EL HARDWARE

En la ilustración 9 se muestra el diagrama de conexión entre el sistema de diagnostico OBD2 y el computador personal. Este se realiza a través del ELMSCAN 5 que se conecta con su cable propietario OBD2 al conector DLC del vehículo y al computador personal por medio de un cable USB.

**Ilustración 7. Diagrama de conexión.**



[www.scantool.net](http://www.scantool.net)

## 4.3 COMPONENTES DE LA INTERFÁZ GRÁFICA

El programa de diagnostico se ha dividido en 7 secciones principales que son: inicio o configuración, instrumentos, instrumentos secundarios, datos de los sensores, sensores de oxígeno, códigos de error y cuadro de datos congelados.

Cada una de las anteriores secciones cumple una función específica en el diagnóstico y posee diferentes instrumentos gráficos y numéricos que facilitan su análisis.

#### 4.3.1 INICIO (HOME)

---

Se accede a través de la pestaña Home en el Menú y muestra la información del programa. Además en esta ventana se realiza la configuración que permite la conexión del programa con el vehículo como se muestra en la *Ilustración 8*.

**Sección Configuración:** Permite realizar la configuración del puerto de comunicación con el Computador y realizar la Conexión y Desconexión con el vehículo. Esta sección está compuesta de los siguientes botones:

**COM Port:** Permite seleccionar el puerto de comunicación serial utilizado por el Computador.

**Conectar (Connect):** Inicia la conexión entre el sistema OBD2 del vehículo y el Computador.

**Desconectar (Disconnect):** Cierra la conexión entre el vehículo y el Computador.

**Salir (Exit):** Cierra el Programa.

***Ilustración 8. Pantalla de Inicio.***



#### 4.3.2 INDICADORES PRINCIPALES (MAIN GAUGES)

Se accede a través de la pestaña Gauges en el Menú. Muestra en forma de aguja y digitalmente los indicadores más importantes del vehículo como se muestra en la *Ilustración 9*. En esta ventana se pueden visualizar los siguientes indicadores:

**KMH** (Velocidad del Vehículo)

**RPM** (Revoluciones por Minuto del Motor)

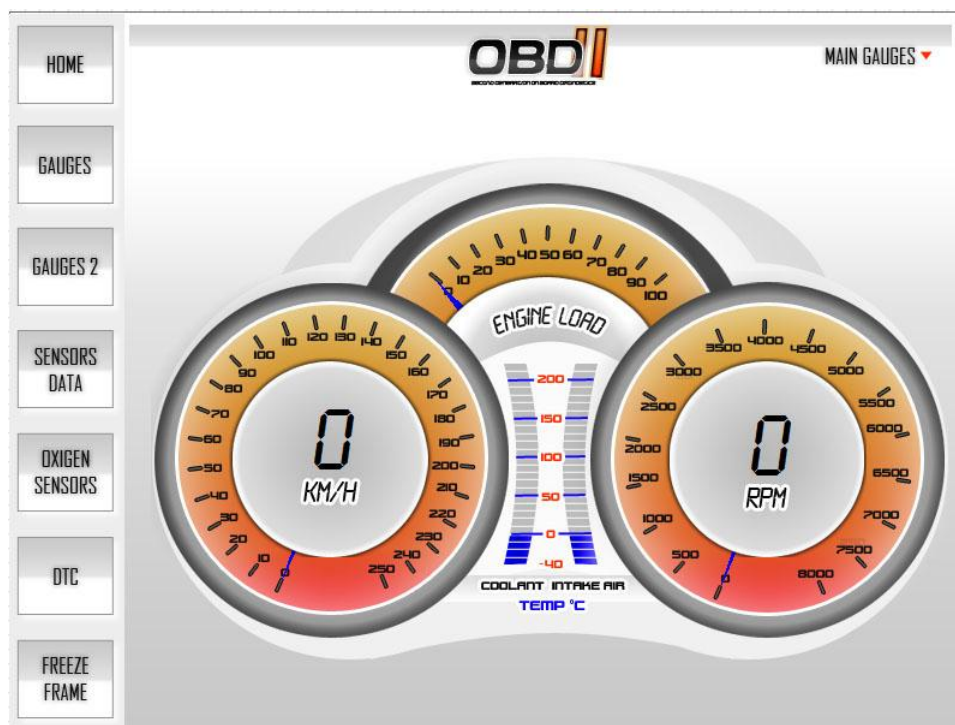
**Engine Load** (Carga del Motor)

**Coolant Temperature** (Temperatura del Refrigerante)

**Intake Air Temperature** (Temperatura del Aire en la Toma)

***Ilustración 9.*** Indicadores principales.





En la *Tabla 5* se muestra las unidades y rango de valores de cada uno de los Indicadores Principales.

**Tabla 5. Instrumentos.**

|   | Indicadores            | Unidades | Valores Posibles |
|---|------------------------|----------|------------------|
| 1 | KMH                    | Km/h     | 0 - 250          |
| 2 | RPM                    | Rpm      | 0 - 8000         |
| 3 | Engine Load            | %        | 0 - 100          |
| 4 | Coolant Temperature    | °C       | (-40) - 220      |
| 5 | Intake Air Temperature | °C       | (-40) - 220      |

#### 4.3.3 INDICADORES SECUNDARIOS (Secondary Gauges)

Se tiene acceso a través de la pestaña Gauges 2 en el Menú. Muestra indicadores en forma de aguja y digitalmente como se puede observar en la *Ilustración 10*. En esta ventana se pueden visualizar los siguientes indicadores:

**Intake Absolute Pressure** (Presión Absoluta del Aire en Toma)

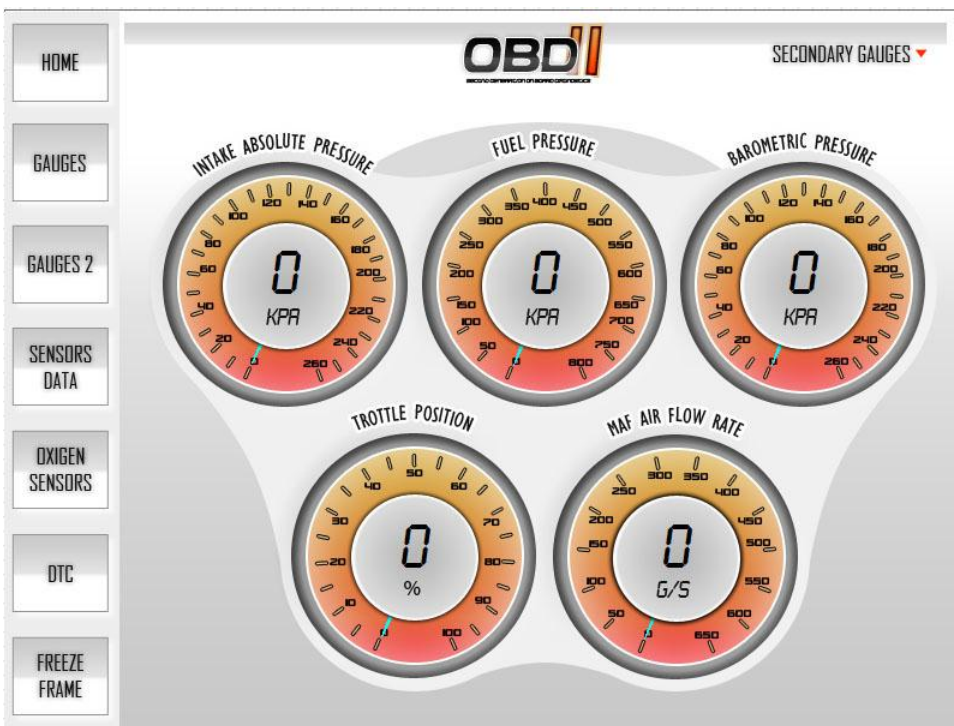
**Fuel Pressure** (Presión de Combustible)

**Barometric Pressure** (Presión Absoluta)

**Throttle Position** (Posición del Acelerador)

## MAF Air Flow Rate (Taza de Flujo de Aire en el MAF)

### **Ilustración 10.** Indicadores secundarios.



En la *Tabla 6* se muestra la unidades y rango de valores de cada uno de los Indicadores Secundarios.

**Tabla 6.** Indicadores Secundarios.

|   | Indicadores              | Unidades | Valores Posibles |
|---|--------------------------|----------|------------------|
| 1 | Intake Absolute Pressure | kPa      | 0 -260           |
| 2 | Fuel Pressure            | kPa      | 0 -800           |
| 3 | Barometric Pressure      | kPa      | 0 - 260          |
| 4 | Throttle Position        | %        | 0 -100           |
| 5 | MAF Air Flow Rate        | g/s      | 0 - 650          |

#### 4.3.4 DATOS DE LOS SENSORES (SENSORS DATA)

Se accede a través de la pestaña Sensors Data en el Menú. Muestra la información proveniente de los sensores y actuadores del vehículo, organizados por relevancia. La información se encuentra dividida en 6 páginas en el Menú de la Ventana como se muestra en la *Ilustración 11*.

### **Ilustración 11.** Datos de los sensores.



En las *Tablas 7 a la 12* se muestran las unidades y rango de valores de cada uno de los Indicadores que se encuentran en cada Página del Menú.

#### *Página 1*

**Tabla 7. Indicadores de la página 1.**

|   | Indicadores                       | Unidades | Valores Posibles |
|---|-----------------------------------|----------|------------------|
| 1 | Engine coolant temperature        | °C       | (-40) - 220      |
| 2 | Calculated engine load value      | %        | 0 - 100          |
| 3 | MAF air flow rate                 | g/s      | 0 - 650          |
| 4 | Intake air temperature            | °C       | (-40) - 220      |
| 5 | Timing advance                    | °        | (-64) – 63.5     |
| 6 | Vehicle speed                     | km/h     | 0 - 260          |
| 7 | Engine RPM                        | rpm      | 0 - 8000         |
| 8 | Intake manifold absolute pressure | kPa      | 0 - 260          |
| 9 | Throttle position                 | %        | 0 - 100          |

#### *Página 2*

**Tabla 8. Indicadores pagina 2**

|   | <b>Indicadores</b>                      | <b>Unidades</b> | <b>Valores Posibles</b> |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 1 | Long term fuel trim - Bank 1            | %               | 0 - 100                 |
| 2 | Short term fuel trim - Bank 1           | %               | 0 - 100                 |
| 3 | Long term fuel trim - Bank 2            | %               | 0 - 100                 |
| 4 | Short term fuel trim - Bank 2           | %               | 0 - 100                 |
| 5 | Bank 1, Sensor 1: Oxygen sensor voltage | volts           | 0 - 1                   |
| 6 | Bank 1, Sensor2:Oxygen sensor voltage   | volts           | 0 - 1                   |
| 7 | Bank 2, Sensor 1:Oxygen sensor voltage  | volts           | 0 - 1                   |
| 8 | Bank 2, Sensor 2: Oxygen sensor voltage | volts           | 0 - 1                   |
| 9 | Run time since engine start             | sec             | 0 – 65.535              |

*Página 3***Tabla 9. Indicadores de la página 3.**

|   | <b>Indicadores</b>                    | <b>Unidades</b> | <b>Valores Posibles</b> |
|---|---------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 1 | Fuel Rail Pressure                    | kPa             | 0 - 5177                |
| 2 | Distance traveled with MIL on         | km              | 0 – 65.000              |
| 3 | Warm-ups since codes cleared          | N/D             | 0 - 255                 |
| 4 | Fuel Level Input                      | %               | 0 - 100                 |
| 5 | Commanded evaporative purge           | %               | 0 - 100                 |
| 6 | EGR Error                             | %               | 0 - 100                 |
| 7 | Commanded EGR                         | %               | 0 - 100                 |
| 8 | EVAP System Vapor Pressure            | Pa              | -8,192 – 8,192          |
| 9 | Distance traveled since codes cleared | km              | 0 – 65.535              |

*Página 4***Tabla 10. Indicadores de la página 4.**

|   | <b>Indicadores</b>                       | <b>Unidades</b> | <b>Valores Posibles</b> |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 1 | O2S1 WR lambda Equivalence Ratio Voltage | volts           | 0 - 8                   |
| 2 | O2S2 WR lambda Equivalence Ratio Voltage | volts           | 0 - 8                   |
| 3 | O2S3 WR lambda Equivalence Ratio Voltage | volts           | 0 - 8                   |
| 4 | O2S4 WR lambda Equivalence Ratio Voltage | volts           | 0 - 8                   |
| 5 | O2S1 WR lambda Equivalence Ratio Current | mA              | 0 - 8                   |
| 6 | O2S2 WR lambda Equivalence Ratio Current | mA              | 0 - 8                   |
| 7 | O2S3 WR lambda Equivalence Ratio Current | mA              | 0 - 8                   |
| 8 | O2S4 WR lambda Equivalence Ratio Current | mA              | 0 - 8                   |
| 9 | Barometric pressure                      | kPa             | 0 - 260                 |

**Tabla 11. Indicadores de la página 5.**

|   | Indicadores                      | Unidades | Valores Posibles |
|---|----------------------------------|----------|------------------|
| 1 | Commanded throttle actuator      | %        | 1 -100           |
| 2 | Ambient air temperature          | °C       | 0 – 6513,5       |
| 3 | Relative throttle position       | %        | 0 - 100          |
| 4 | Command equivalence ratio        | N/D      | 0 - 2            |
| 5 | Absolute engine load value       | %        | 0 - 100          |
| 6 | Control module voltage           | volts    | 0 - 8            |
| 7 | Time since trouble codes cleared | min      | 0 – 65.535       |
| 8 | Time run with MIL on             | min      | 0 – 65.535       |
| 9 | Absolute throttle position B     | %        | 0 - 100          |

**Tabla 12. Indicadores de la página 6.**

|   | Indicadores                           | Unidades | Valores Posibles |
|---|---------------------------------------|----------|------------------|
| 1 | Absolute throttle position C          | %        | 0 - 100          |
| 2 | Accelerator pedal position D          | %        | 0 - 100          |
| 3 | Accelerator pedal position E          | %        | 0 - 100          |
| 4 | Accelerator pedal position F          | %        | 0 - 100          |
| 5 | Catalyst Temperature Bank 1, Sensor 1 | °C       | 0 – 6513,5       |
| 6 | Catalyst Temperature Bank 1, Sensor 2 | °C       | 0 – 6513,5       |
| 7 | Catalyst Temperature Bank 2, Sensor 1 | °C       | 0 – 6513,5       |
| 8 | Catalyst Temperature Bank 2, Sensor 2 | °C       | 0 – 6513,5       |

#### 4.3.5 SENSORES DE OXÍGENO (OXYGEN SENSORS)

A esta ventana se tiene acceso a través de la Pestaña Oxygen Sensors en el Menú del Programa. Esta ventana se aprecia en la *Ilustración 12* y consta de 2 secciones:

La primera sección muestra la ubicación de los sensores de oxígeno en el vehículo y el estado de funcionamiento del sistema de combustible. En esta sección se encuentra la siguiente información:

## Sensores de Oxígeno Presentes (Oxygen Sensors Present) Estado de funcionamiento del Sistema de Combustible (Fuel System Status)

La segunda sección muestra el comportamiento de los sensores de oxígeno de cada Banco en graficas de Voltaje contra Tiempo. En esta sección se encuentran lo siguientes botones:

**Bank 1** (Banco 1) Selecciona el Banco 1 de los sensores de oxígeno.

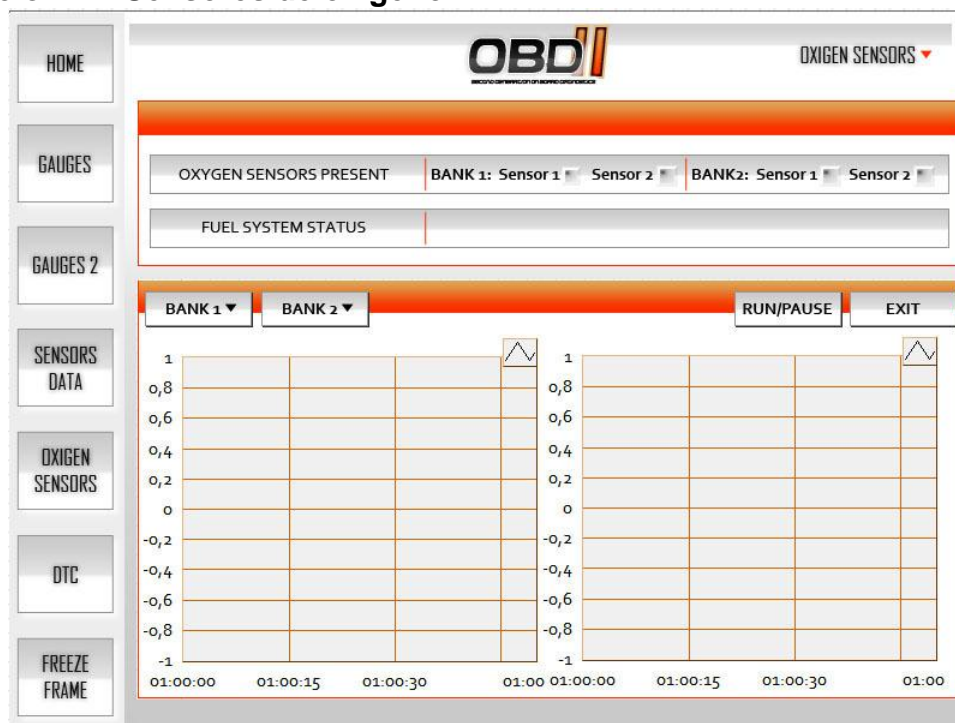
**Bank 2** (Banco 2 ) Selecciona el Banco 1 de los sensores de oxígeno.

**Read** (Leer) Inicia las gráficas de los sensores de oxígeno. Este botón cambia a Run/pause luego de haber oprimido Leer.

**Run/Pause** (Correr/Pausar) Pausa y reanuda las graficas de los sensores de oxígeno.

**Exit** (Salir) Vuelve a la ventana Sensores de Oxígeno en el programa.

### Ilustración 12. Sensores de oxígeno.



En la *Tabla 13* se muestra las unidades y posibles valores que pueden tomar los indicadores en cada sección de la ventana.

**Tabla 13 . Instrumentos.**

|  | Indicadores | Unidades | Valores Posibles |
|--|-------------|----------|------------------|
|--|-------------|----------|------------------|

|   |                       |            |                                    |
|---|-----------------------|------------|------------------------------------|
| 1 | Oxygen Sensors Pesent | N/D        | Bank1 Sensor1, B1 S2, B2 S1, B2 S2 |
| 2 | Fuel System Status    | N/D        | Open Loop, Closed Loop             |
| 3 | Bank 1 Sensor 1       | volts/step | (-1,0);(1,10)                      |
| 4 | Bank 1 Sensor 2       |            |                                    |
| 5 | Bank 2 Sensor 1       |            |                                    |
| 6 | Bank 2 Sensor 2       |            |                                    |

#### 4.3.6 CÓDIGOS DE FALLA (DATA TROUBLE CODES)

A esta ventana se tiene acceso a través de la Pestaña DTC en el Menú del Programa y se puede apreciar en la *Ilustración 13*. Esta ventana consta de 3 secciones:

La primera sección permite la lectura y el borrado de los Códigos de Falla del vehículo. Un indicador se enciende si un Código de Falla es detectado en el vehículo. En esta sección se encuentran los siguientes botones.

**Read (Leer)** Lee los Códigos de Falla.

**Clear DTC (Borrar los Códigos de Falla)** Borra los Códigos de Falla.

La segunda sección muestra información adicional de los Códigos de Falla pendientes, como distancia recorrida desde que se detectó una. Contiene el siguiente botón.

**Monitores** (Monitors) Abre una Subventana con información de los Monitores Continuos y No Continuos como se muestra en la *Ilustración 14*. Esta contiene los siguientes botones.

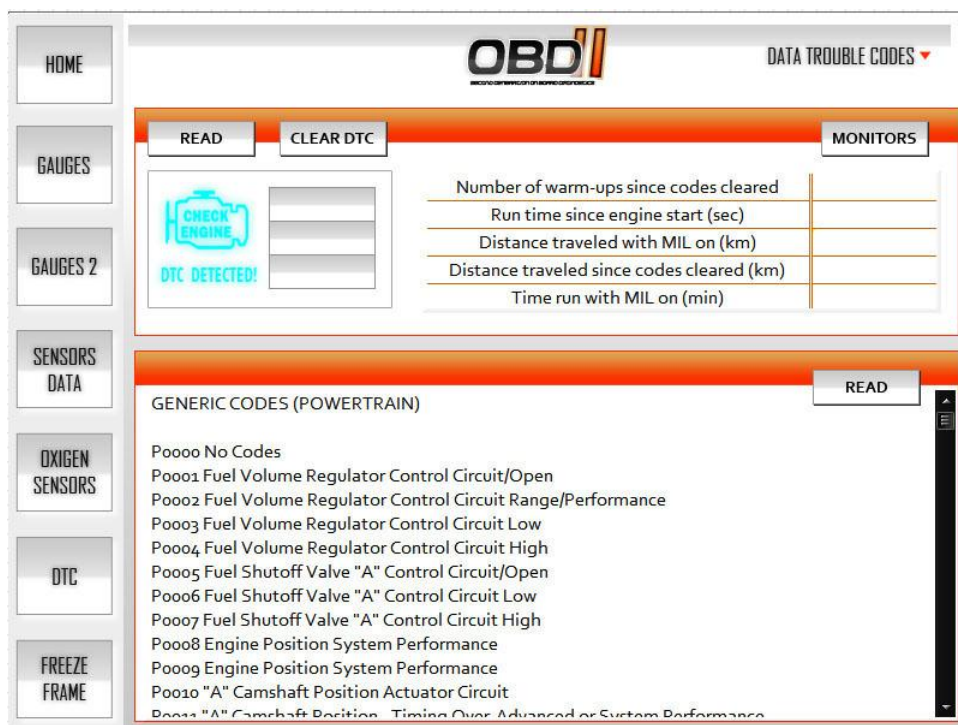
**Read** (Leer) Lee la información de los Monitores Continuos y No Continuos del vehiculo. Si estos se encuentran disponibles en el vehiculo y si ya se completo la operación de monitoreo. El botón Exit cierra esta ventana.

La tercera sección muestra una lista de los Códigos de Falla de distintos fabricantes organizados alfabéticamente. Este contiene el botón Read.

**Read** (Leer) Lee un documento con los códigos de Falla de distintos fabricantes.

**Ilustración 13. Códigos de Falla.**





En la *Tabla 14* se muestra las unidades y posibles valores que pueden tomar los indicadores en cada sección de la ventana.

**Tabla 14. Botones.**

|   | Indicadores              | Unidades | Valores Posibles |
|---|--------------------------|----------|------------------|
| 1 | Read Check Engine Status | N/D      | On. Off          |
| 2 | Data Trouble Codes       | N/D      | DTC1,DTC2, DTC3  |

**Ilustración 14. Monitores.**



| CONTINUOUS MONITORS     | SUPPORTED | STATUS |
|-------------------------|-----------|--------|
| Misfire                 |           |        |
| Fuel System             |           |        |
| Components              |           |        |
| Reserved                |           |        |
| NON-CONTINUOUS MONITORS |           |        |
| Catalyst                |           |        |
| Heated Catalyst         |           |        |
| Evaporative System      |           |        |
| Secondary Air System    |           |        |
| A/C Refrigerant         |           |        |
| Oxygen Sensor           |           |        |
| Oxygen Sensor Heater    |           |        |
| EGR System              |           |        |

En la *Tabla 15* se muestra las unidades y posibles valores que pueden tomar los indicadores en cada sección de la ventana.

**Tabla 15. Monitores**

|    | Indicadores          | Unidades | Valores Posibles   |
|----|----------------------|----------|--|
| 1  | Misfire              | N/D      | Supported (Yes, No),<br>Status (Complete,<br>Incomplete) |
| 2  | Fuel System          |          |  |
| 3  | Components           |          |  |
| 4  | Reserved             |          |  |
| 5  | Catalyst             |          |  |
| 6  | Heated Catalyst      |          |  |
| 7  | Evaporative System   |          |  |
| 8  | Secondary Air System |          |  |
| 9  | A/C Refrigerant      |          |  |
| 10 | Oxygen Sensor        |          |  |
| 11 | Oxygen Sensor Heater |          |  |
| 12 | EGR System           |          |  |

#### 4.3.7 CUADRO DE DATOS CONGELADOS (FREEZE FRAME DATA)

A esta ventana se tiene acceso a través de la Pestaña Freeze Frame Data en el Menú del Programa y se puede apreciar en la *Ilustración 15*. Esta ventana muestra los datos de los sensores que son almacenados luego de haberse generado un código de falla.

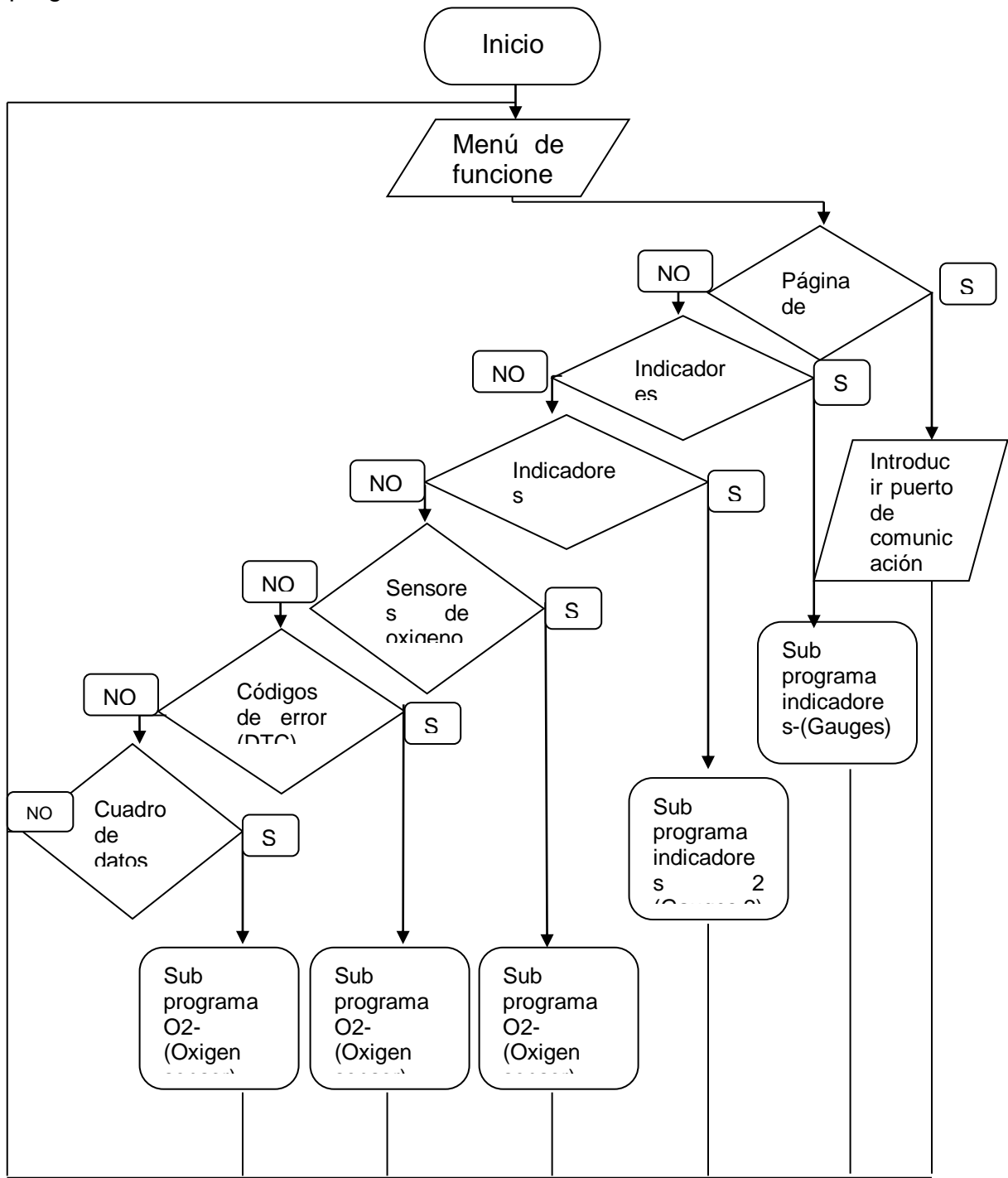
**Ilustración 15. Cuadro de datos congelados.**

| DATA TROUBLE CODE                       |  |
|---|--|
| Calculated engine load value            |  |
| Engine coolant temperature              |  |
| Short term fuel % trim—Bank 1           |  |
| Long term fuel % trim—Bank 1            |  |
| Short term fuel % trim—Bank 2           |  |
| Long term fuel % trim—Bank 2            |  |
| Fuel pressure                           |  |
| Intake manifold absolute pressure       |  |
| Engine RPM                              |  |
| Vehicle speed                           |  |
| Timing advance                          |  |
| Intake air temperature                  |  |
| MAF air flow rate                       |  |
| Throttle position                       |  |
| Bank 1, Sensor 1: Oxygen sensor voltage |  |
| Bank 1, Sensor 2: Oxygen sensor voltage |  |
| Bank 2, Sensor 1: Oxygen sensor voltage |  |
| Bank 2, Sensor 2: Oxygen sensor voltage |  |

## 8. DIAGRAMAS DE FLUJO DE LA PROGRAMACION

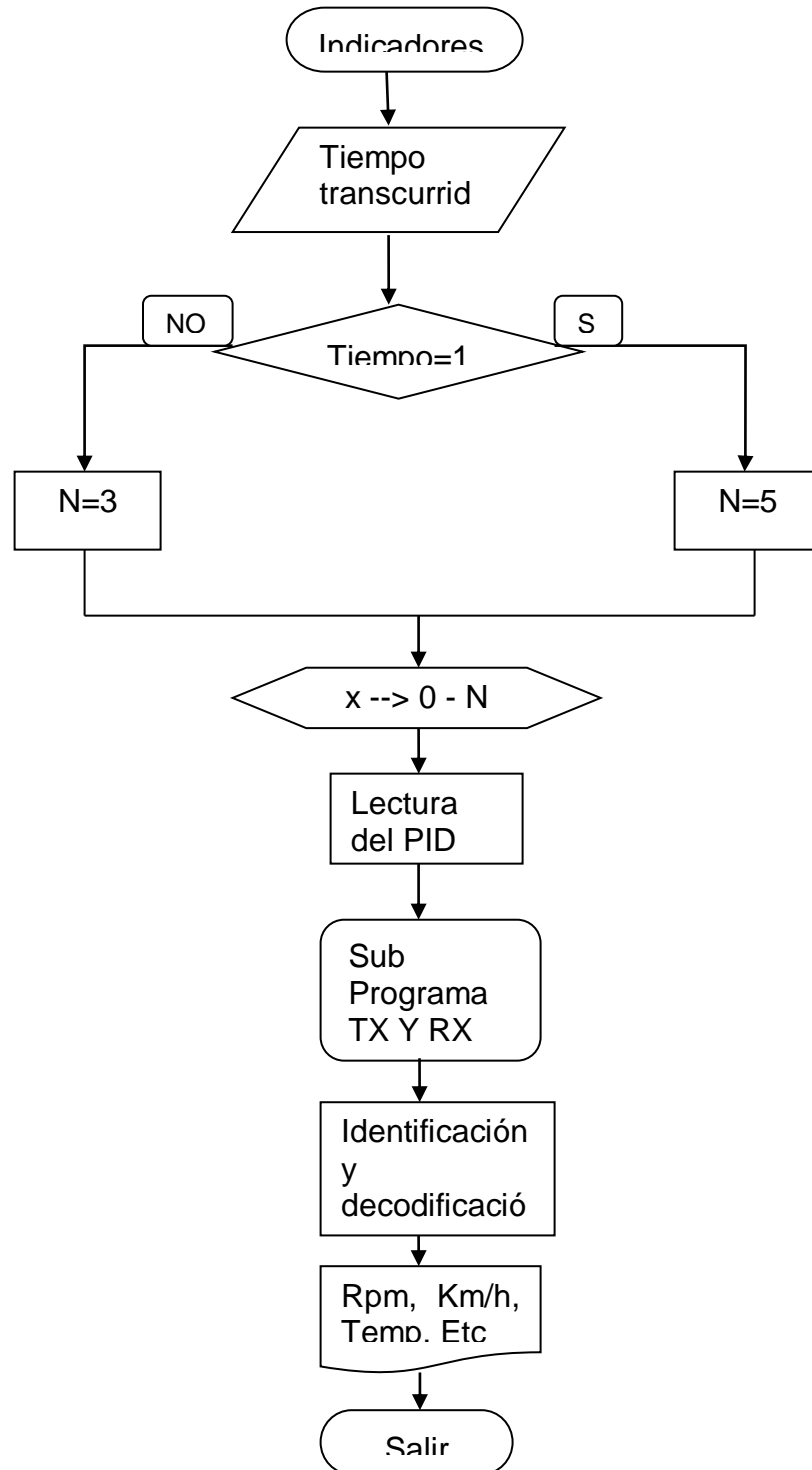
### Diagrama de flujo Principal

Este es diagrama de flujo del programa principal que reúne todas las funciones del programa.



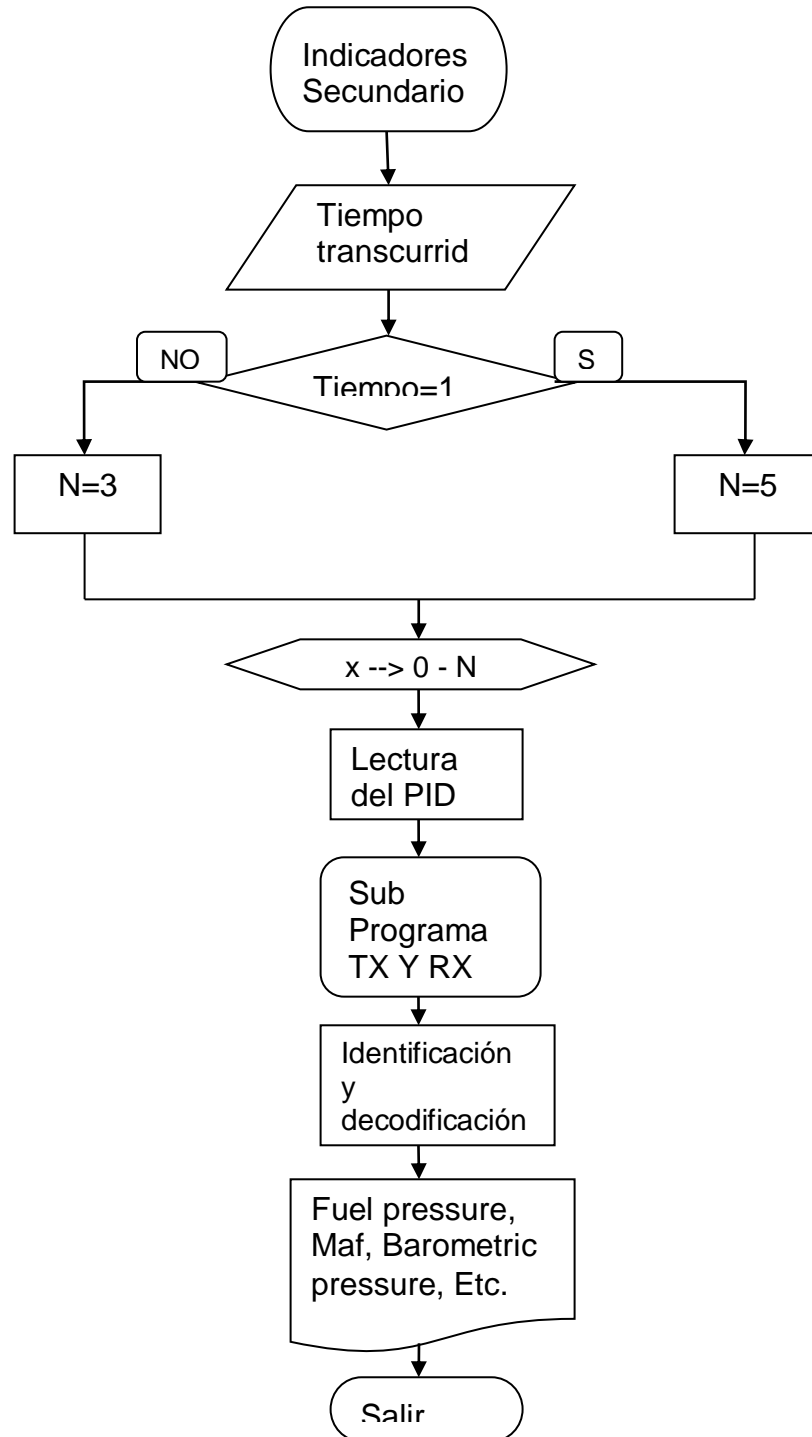
### Diagrama de flujo Indicadores

Este diagrama de flujo del sub programa indicadores que muestra los instrumentos del panel de controles del vehículo.



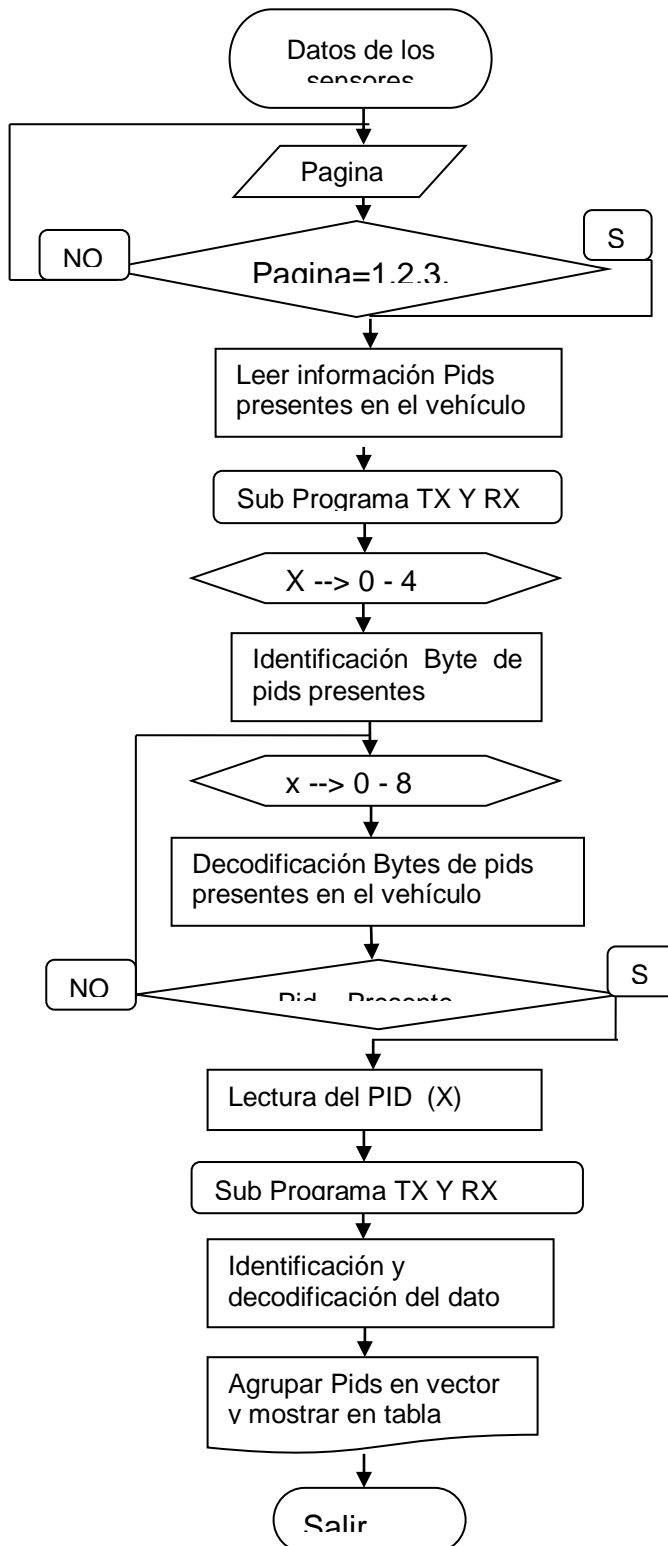
### Diagrama de flujo Indicadores Secundarios

Este diagrama de flujo del sub programa indicadores secundarios que muestra datos del rendimiento del motor.



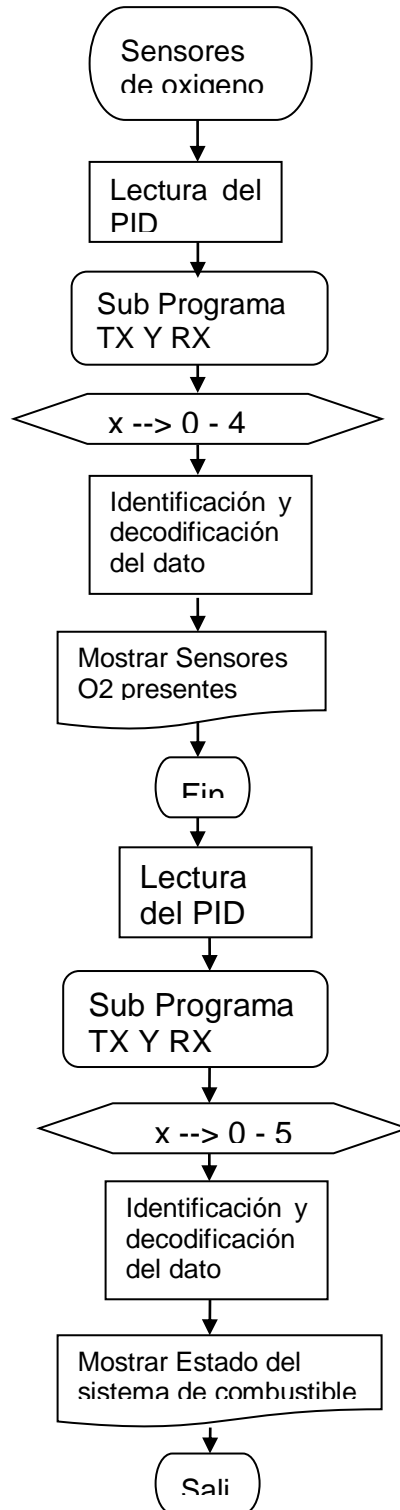
### Diagrama de flujo de Datos de los Sensores

Este diagrama de flujo del sub programa datos de los sensores que muestra información de todos los sensores del vehículo.



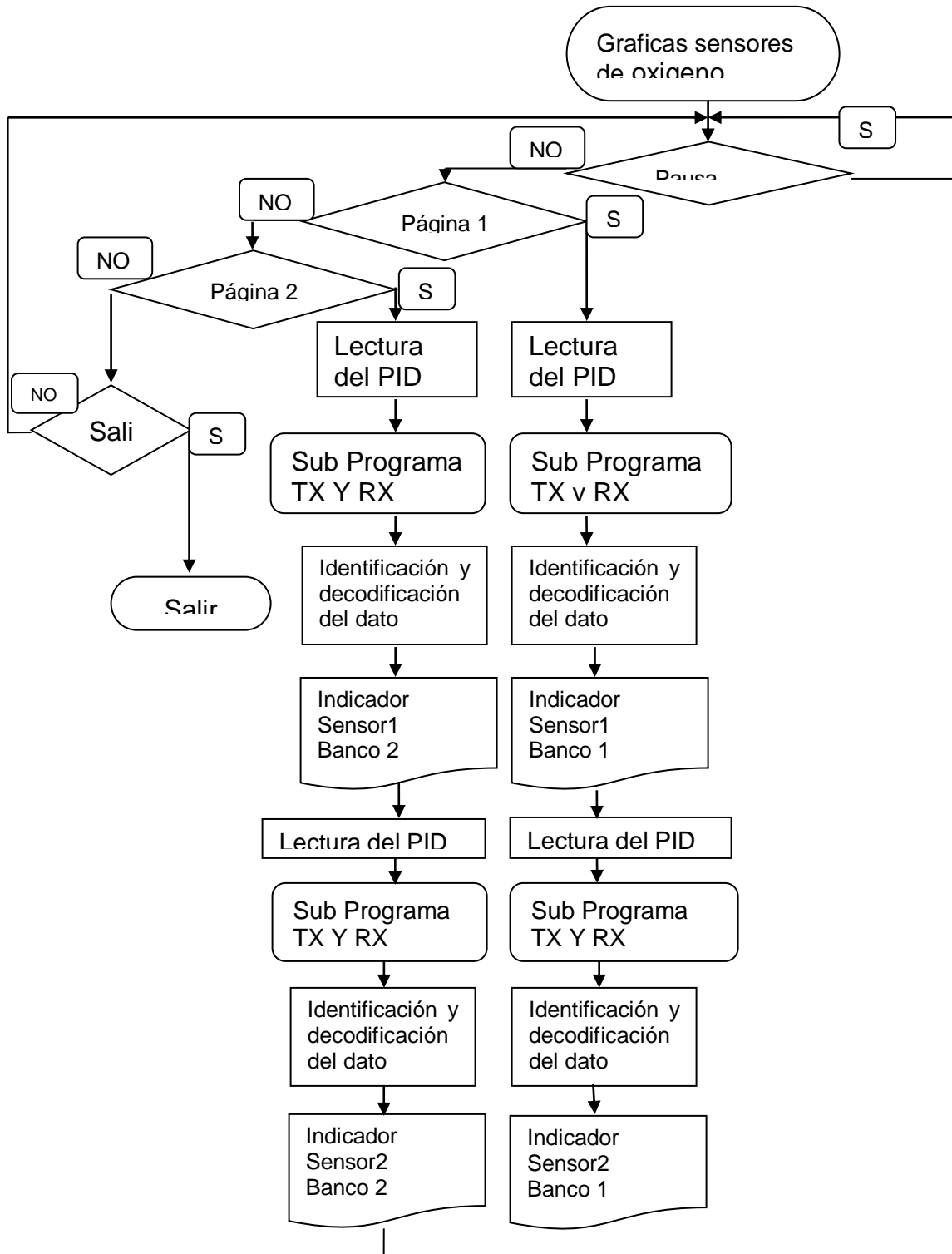
### Digrama de flujo de Sensores de Oxigeno

Este diagrama de flujo del sub programa sensores de oxigeno que muestra información relacionada de los sensores de oxigeno.



### Diagrama de flujo de graficas de los Sensores de Oxigeno

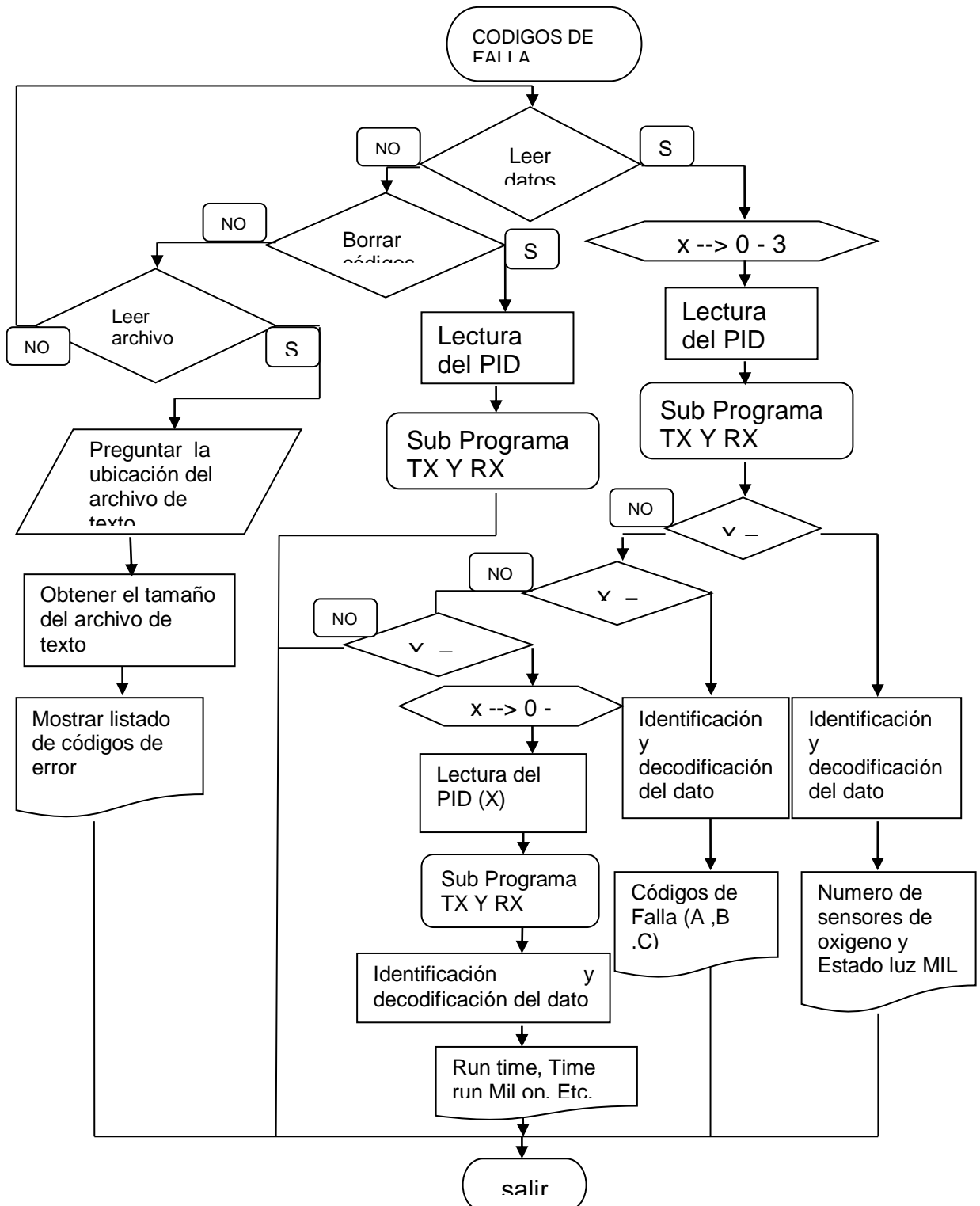
Este diagrama de flujo del sub programa graficas de oxigeno que muestra las graficas de cada uno de los sensores de oxigeno presentes en el vehículo.





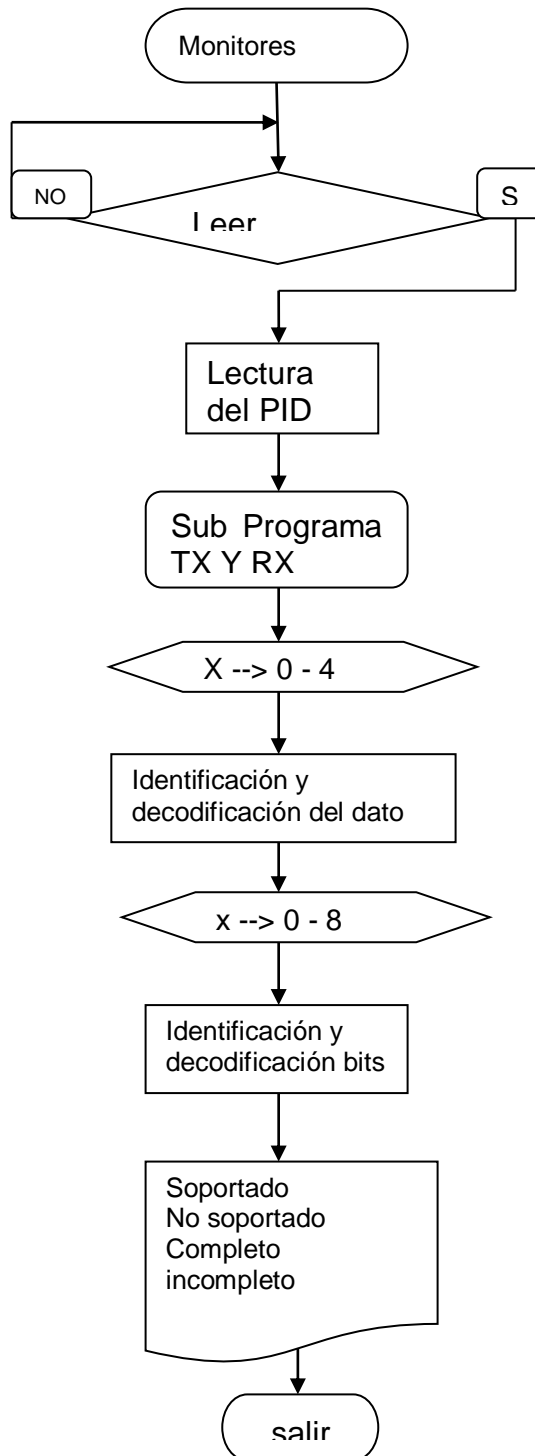
## Diagrama de flujo de Códigos de Falla

Este diagrama de flujo del sub programa códigos de falla que muestra los códigos e información relacionada.



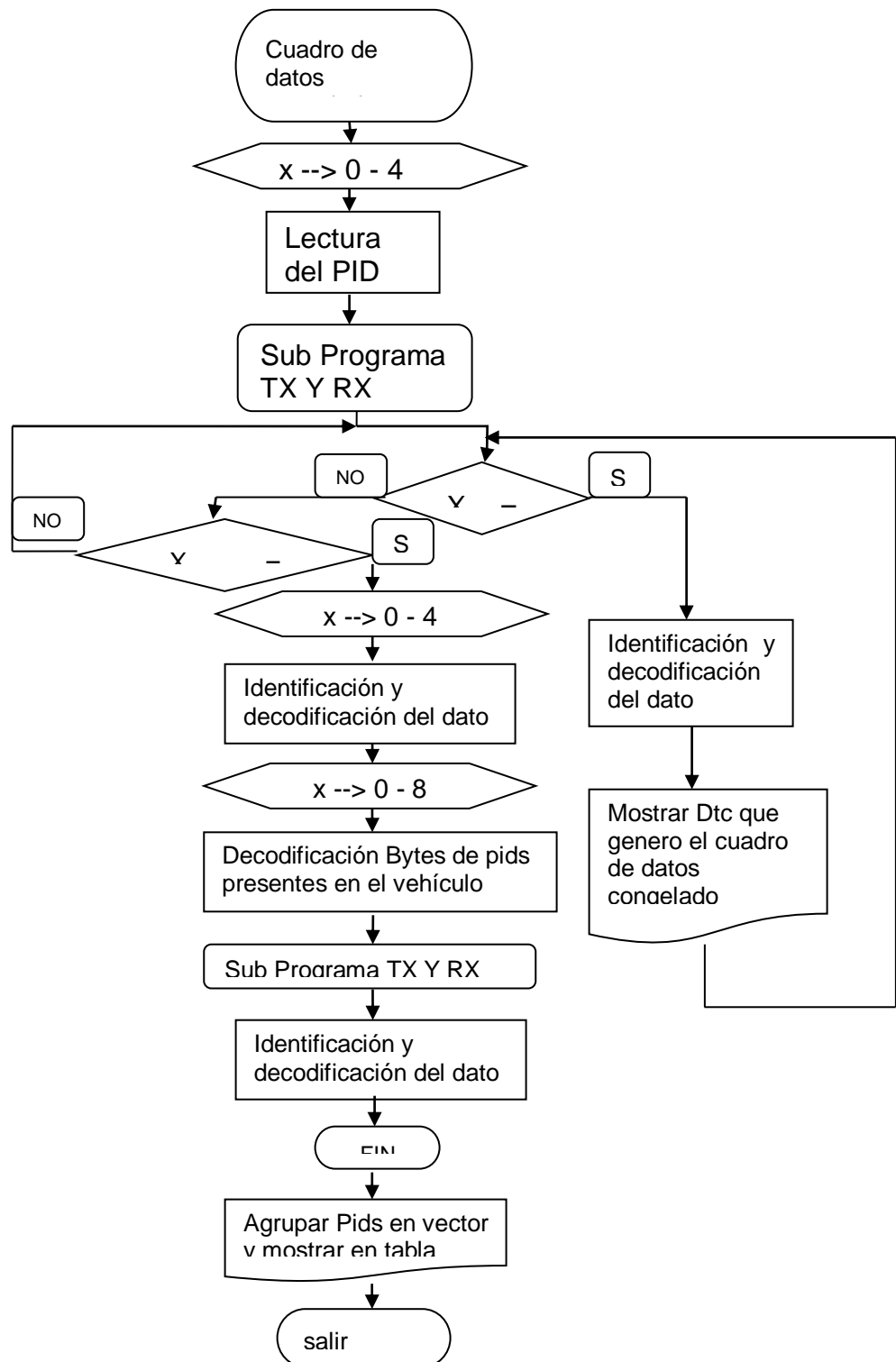
### Diagrama de flujo de Monitores

Este diagrama de flujo del sub programa monitores que muestra el estado de cada uno de los monitores del vehículo.



### Diagrama de flujo de Cuadro de Datos Congelados

Este diagrama de flujo del sub programa cuadro de datos congelado que muestra el valor de cada uno de los señores del vehículo al producirse una falla.



## 9. RESULTADOS

---

Se llevaron a cabo pruebas en los que se utilizaron dos computadores distintos, uno de estos con la versión 8.5 de Labview y el otro con la 9.0. Los computadores cumplían con los requerimientos mínimos para correr el Programa el cual se ejecutó sin problemas en ambos casos.

Se realizaron pruebas del Programa en dos vehículos. La conexión y configuración se realizaron sin inconvenientes.

Las pruebas en los dos vehículos arrojaron resultados esperados, los sensores mostraron un comportamiento coherente y sus datos estuvieron dentro del rango de funcionamiento posible. Algunos PID no estuvieron disponibles y por tal razón algunos sensores mostraron el dato "0". Los indicadores de aguja tuvieron un bajo margen de error en relación con los indicadores del tablero de instrumentos del vehículo y su velocidad de respuesta fue la esperada.

Los vehículos no tenían Códigos de Falla pendientes en el momento de realizar las pruebas, por esta razón el Programa mostró el valor P0000 equivalente a "No Codes" (No Hay Códigos). Así mismo se pudieron apreciar las gráficas de comportamiento de los sensores de oxígeno en los vehículos y su ubicación en cada Banco.

## 10. CONCLUSIONES

---

En este proyecto se muestran que existen 4 protocolos principales utilizados para la comunicación con OBD2 y algunas variantes. Cada fabricante escoge el protocolo que quiere utilizar de acuerdo a la normativa de la SAE y la ISO para OBD2.

El Programa se desarrolló con base en un circuito integrado comercial ELM327. Debido a su capacidad multiprotocolo permite cubrir todos los protocolos OBD2 de los fabricantes de vehículos. Su bajo costo y fácil acceso permite el diseño y fabricación de hardware para el control de este circuito integrado.

Se consultaron expertos en el tema del SENA y mecánicos automotrices, de la industria, los cuales recalcaron la importancia de un Programa de este tipo con un diseño a la medida de las necesidades, como herramienta esencial para el diagnóstico en los vehículos OBD2.

La normativa SAE J/1979 provee la información que permite la obtención e interpretación de los datos provenientes de la PCM a través de la interfaz de diagnóstico OBD2 de forma serial. El programa de comunicación Hyperterminal, permitió el acceso en primera instancia a datos codificados que finalmente fueron decodificados usando Labview.

La comunicación entre el computador personal y el vehículo se realiza de forma serial. Para esto se creó un puerto serial virtual el cual emula una conexión de tipo RS232 usando uno de los puertos USB del computador. La integración con Labview se desarrolló usando la librería de arquitectura de software para instrumentos virtuales (VISA). Configurando en esta, especificaciones de velocidad de transmisión, puerto utilizado para la conexión y demás configuraciones necesarias para llevar a cabo la comunicación serial con el dispositivo.

El programa desarrollado en Labview cuenta con una interfaz gráfica que facilita la interpretación de la información proveniente del vehículo y se organiza de acuerdo a su relevancia.

El libro se realizó con base al proyecto y en complemento se realizó un manual o guía de inicio rápido el cual describe cada componente del Programa desarrollado.

## 11. RECOMENDACIONES

---

Este programa es una herramienta muy útil y de fácil manejo la cual puede ser usada por estudiantes para el diagnóstico de los vehículos.

Factores como el bajo costo del Hardware utilizado para la adquisición de Datos y el programa desarrollado en este trabajo, permite tener un producto con características similares a los que ofrece un Escáner avanzado haciendo viable su comercialización.

Varias mejoras pueden hacerse a este software a medida que se aumenten funciones como el acceso a la información por medio de Bluetooth entre otros.

Una versión mejorada del software podría agregar funciones avanzadas entre las que se encuentran el cálculo de consumo de combustible en Km/Gal y las curvas de rendimiento para la medición de fuerza y torque de los vehículos.

La investigación realizada puede ser de gran ayuda para el desarrollo e implementación de aplicaciones para el monitoreo de vehículos de carga terrestre.

Es aconsejable leer la Guía de Inicio Rápido antes de utilizar el Programa para que el usuario se familiarice con las funciones que este ofrece.

## 12. BIBLIOGRAFIA

---

1. OBD (ON BOARD DIAGNOSTIC) [En línea]. - 2 de 07 de 2010. - <http://www.mecanicavirtual.org/obd2.htm>.
2. AUTOMOTIVE DIAGNOSTIC TOOL [En línea]. - 10 de 03 de 2010. - <http://lasolucion.freeoda.com/docs/obd2.pdf>.
3. **Bitter Rick Mohiuddin Taqui, Nawrocky Matt** LabView Advanced programming techniques [Libro]. - Boca raton fl : Taylor y Francis Group, 2007. - Vol. Segunda Edición.
4. Comunicación Serial [En línea]. - 13 de 06 de 2010. - <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>.
5. ELM327 OBD to RS232 [En línea]. - 5 de 07 de 2009. - <http://www.elmelectronics.com/DSheets/ELM327DS.pdf>.
6. **Henderson Bob Haynes John** OBD2 & Electronic Engine Management System Manual [Libro]. - Newbury Park : Haynes, 2006.
7. **Jim Moore** Estrategias de Diagnostico del Sistema OBD-2 [Libro]. - [s.l.] : Delphi, 2008. - Vol. Primera Edición.
8. LABVIEW User Manual [En línea]. - 5 de 06 de 2010. - <http://www.cmst.be/student/lvuser.pdf>.
9. OBDII Bus [En línea]. - 12 de 04 de 2010. - <http://www.interfacebus.com/OBDII-pinout-signal-assingment.html>.
10. Programacion en LabView [En línea]. - 25 de 06 de 2010. - <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/154/3/Capitulo%202.pdf>.
11. Punto de Inicio en Comunicación Serial [En línea]. - 17 de 06 de 2010. - <http://digital.ni.com/public.nsf/websearch/8C5F1FDC45A30155862570E500711955?OpenDocument>.
12. Que es obd2 [En línea]. - 11 de Diciembre de 2009. - <http://www.mzcomer.com/QUE%20ES%20OBDII.pdf>.
13. SACANTOOL [En línea]. - 5 de 07 de 2010. - <http://www.scantool.net/>.
14. The RS232 STANDARD [En línea]. - 06 de 13 de 2010. - [http://www.camiresearch.com/Data\\_Com\\_Basics/RS232\\_standard.html](http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html).
15. **Tomasi Wayne** Sistemas de Comunicaciones Electrónicas [Libro]. - México : Pearson Educativa, 2003. - Vol. Cuarta Edición.
16. Tutorial del Protocolo RS-232 [En línea]. - 13 de 06 de 2010. - <http://www.rootshell.be/~wcruzy/cd/tutorialserialrs232.pdf>.