



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE COMPUTO
Y UNA INTERFAZ PARA REALIZAR LA VERIFICACION
Y DIAGNOSTICO DE SENSORES AUTOMOTRICES PARA SU
MANTENIMIENTO Y REPARACION.

TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO EN COMPUTACION

PRESENTAN:

ARACELI PEREZ RIVERA
LUIS ANTONIO GONZALEZ VAZQUEZ



DIRECTOR DE TESIS: ING. JOSE ANTONIO ARREDONDO GARZA

CO-DIRECTOR DE TESIS: ING. CARLOS SANCHEZ MEJIA VALENZUELA

MEXICO, D.F. 1997.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

79
291



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Le dedico el presente trabajo:

A mis Padres por toda su comprensión y ayuda para lograr mis metas a lo largo de mi vida

A mis Hermanas por todo lo que hemos pasado juntas y por todo lo que nos falta por hacer.

A Antonio por su cariño y lo compartido en estos años.

A mi familia que siempre ha estado cerca y pendiente de mi.

A mis Amigos por los buenos y malos momentos.

Araceli Pérez Rivera.

Quiero dedicar la presente obra:

A mi Madre por ser mi guía, mi ejemplo y sobre todo mi mejor amiga.

A mi Padre quien espero que algún día tome conciencia de quien soy y se sienta orgulloso de mí.

A mi Hermana a quien quiero mucho.

A Araceli por ser compañera, mi pareja y por lo que hemos compartido.

A Argelia por brindarme su fuerza y su paz en mis momentos más difíciles.

In memoria a mi Padrino Wilfrido Amaro, cuyo recuerdo y ejemplo aun influyen en mí.

A mi familia y amigos que confiaron en mí.

A Taunay Lee, por culpa de quien me convertí en lo que ahora soy.

Luis Antonio González Vázquez

Nuestro agradecimiento:

Al Ingeniero José Antonio Arredondo Garza por su ayuda invaluable para el desarrollo de esta tesis, por su aportación de conocimientos y su paciencia.

Al Ingeniero Carlos Sánchez Mejía Valenzuela por la idea de la cual partió este proyecto, por su colaboración para hacerlo realidad, por el espíritu emprendedor y de lucha en el que nos ha instruido y sobre todo por brindarnos su amistad.

A la Facultad de Ingeniería por la educación que nos brinda.

A todos los profesores y compañeros de la facultad los cuales nos ayudaron en nuestra formación.

*Araceli Pérez Rivera
Luis Antonio González Vázquez*

Índice

	pág.
Introducción	
Capítulo 1.- Entorno a las posibilidades del sistema SAEC	
1.1.- Aspectos históricos	5
1.2.- Planteamiento del problema	6
1.3.- Descripción del usuario	7
1.4.- Ambientes gráficos	7
Capítulo 2.- Sensores automotrices	
2.1.- Conceptos básicos	13
2.2.- Sensores	23
2.3.- Características y funciones	24
2.4.- Especificaciones técnicas	33
2.5.- Sensores no contemplados en el programa de SAEC	34
Capítulo 3.- Normatividad de seguridad y ecología	
3.1.- Sistemas anticontaminantes	37
3.2.- Análisis de los gases de escape del automóvil	57
Capítulo 4.- Diseño y construcción de un adquisidor de señales eléctricas	
4.1.- Puerto serie	60
4.2.- Modem nulo	64
4.3.- Microprocesador MC68HC11A1	64
4.4.- Programa PcBug11	70
4.5.- Interfaz sensor - computadora (hardware)	71
Capítulo 5.- Diseño del software para el diagnóstico de sensores	
5.1.- Diseño de métodos de prueba	79
5.2.- Programa SAEC	80
5.3.- Manual de usuario	146
Capítulo 6.- Puesta en marcha del sistema de SAEC	
6.1.- Conocimientos básicos requeridos por el usuario	157
6.2.- Requerimientos mínimos de software y hardware	157
6.3.- Especificaciones técnicas de SAEC	158
6.4.- Mantenimiento correctivo, preventivo y rediseño	159
Conclusiones	161
Glosario	163
Apéndices	164
Bibliografía	167

Introducción

En la actualidad los automóviles modernos cuentan con ventajas estéticas, de comodidad y funcionales con las que no contaban sus antecesores; dentro de las ventajas funcionales se puede observar un radical cambio en varios componentes del motor que en un principio eran de tipo mecánico, el avance tecnológico y las computadoras se han integrado con el tiempo al mundo del automóvil. Casi cada sistema del automóvil esta hoy en día controlado por computadora. El control por computadora de un sistema automotriz lo hace actuar y reaccionar con mayor precisión y velocidad.

Aunque los primeros sistemas por computadora actuaban en forma independiente, hoy en día muchos sistemas principales utilizan sensores de entrada comunes. Entender cómo funcionan estos sistemas y tener confianza para darles servicio es esencial en esta época del "automóvil inteligente".

En consecuencia a lo anterior, el taller de servicio automotriz ha cambiado paulatinamente en los últimos años: de ser en su mayoría atendidos por su propietario, sin más preparación que la de iniciarse trabajando con otra persona de quien aprendió el oficio y capacitarse empíricamente la mayoría de las veces a base de prueba y error hasta sacar el trabajo, utilizando el ingenio, pinzas, desarmadores y llaves únicamente; contrastando con el perfil actual en el que gente más preparada se han hecho cargo de talleres de servicio automotriz.

En este sentido se ha planteado la necesidad de auxiliar tanto al mecánico tradicional como a los grandes centros de atención automotriz, proporcionándoles armas tecnológicas para poder detectar y corregir las posibles fallas que tengan los automóviles modernos.

Es este el planteamiento principal del cual nace el proyecto de "Sensórica Automotriz Examinada por Computadora" que en lo sucesivo se denominará como SAEC, cuyo objetivo principal consiste en realizar un diagnóstico de los principales sensores que actúan en el funcionamiento del motor de algunos modelos de la marca "General Motors".

Capítulo 1.- Entorno a las posibilidades del sistema de SAEC

1.1.- Aspectos históricos.

Las nuevas técnicas y los nuevos procedimientos se van imponiendo poco a poco en el ya complejo mundo de la mecánica del automóvil. Los automóviles van incorporando todos aquellos adelantos que han sido conquistados por otros sectores industriales. La electrónica y la electricidad forman parte del gran conjunto de sistemas en los automóviles modernos, integrando una sorprendente cantidad de circuitos que aún para el mecánico más experto le resulta difícil la identificación de aquellos que no están funcionando correctamente.

Primeramente debemos familiarizarnos con la historia de los motores con tecnología MPFI (Multi Port Fuel Injection, Inyección Múltiple de Combustible a los Puertos). Los sistemas utilizados en México por "General Motors" y que son a los que nos enfocaremos dentro del sistema SAEC, son dos, el primero conocido como MPFI primera generación y que abarca el periodo de 1986 a 1988 (en el modelo Century únicamente); y el MPFI segunda generación que abarca de 1989 en adelante. Ambos sistemas son básicamente iguales, con los mismos componentes y funciones, variando únicamente en la forma del pleno, en la ausencia o sustitución de algunos sensores y en la forma de entrega del combustible. El sistema MPFI primera generación hace funcionar a los seis inyectores al mismo tiempo, inyectando el combustible requerido en dos vueltas del cigüeñal (la mitad a cada vuelta). El MPFI segunda generación inyecta secuencialmente el combustible justo antes de abrirse la válvula de admisión en cada cilindro.

La función de los controles electrónicos del motor es ajustar la mezcla aire/gasolina en proporciones precisas en todo momento y obtener lo siguiente: máxima economía de combustible, gases contaminantes reducidos, mejora del funcionamiento en general, facilitar el encendido en frío, desgaste parejo de los cilindros ya que reciben todos la misma mezcla, etc..

La inyección del combustible es solo una parte de los controles electrónicos de motor y el corazón de estos controles es una computadora llamada por "General Motors" MODULO ELECTRÓNICO DE CONTROL o MEC.

La diferencia más grande entre la primera y segunda generación es que la 1ra. GEN usa un sensor MAF (Mass Air Flow, sensor de Masa de Flujo de Aire), que no usa la segunda generación, debido a que el mismo falla frecuentemente. El motor de 2da. GEN se basa en el sensor MAP (Manifold Absolute Pressure, sensor de Presión absoluta del Múltiple), para el cálculo de la mezcla aire/gasolina sin detrimento del funcionamiento.

1.2.- Planteamiento del problema.

El MEC utiliza una serie de sensores para saber cuales son las condiciones a que está sometido el motor, y procesa esa información para obtener un resultado que sirva para controlar, entre otras cosas el funcionamiento de los inyectores y el avance del tiempo de encendido.

Asimismo, el MEC es capaz de detectar fallas de funcionamiento en todo su circuito o área de influencia, con el fin de comunicarlo al conductor y/o al técnico mecánico. Existen dos tipos de fallas:

- 1.- Fallas intermitentes
- 2.- Fallas severas

Las fallas intermitentes se debe a falsos contactos o componentes de funcionamiento intermitente defectuoso, y casi nunca registran código de falla a pesar de que sí hacen encender la luz CHECK ENGINE en forma intermitente. es muy difícil dar con ellas.

Las fallas severas encienden permanentemente la luz CHECK ENGINE y sí registran código de falla, lo cual facilita la detección de la misma.

La mayoría de las fallas son fallas intermitentes. Los códigos de falla indican áreas que posiblemente estén fallando, pero no son indicadores definitivos: es aquí donde SAEC toma importancia, puesto que, SAEC es un sistema sensores-interfaz-software que tiene como objetivo revisar los sensores más importantes para el funcionamiento correcto del automóvil sin recurrir al modo de autodiagnóstico del MEC, sugiriendo una solución cuando es pertinente. Así mismo, tiene información adicional sobre la obtención, borrado y significado de los códigos de falla, con el fin de que el técnico mecánico tenga una mejor guía para la solución de problemas.

1.3.- Descripción del usuario.

El sistema SAEC, como ya se ha mencionado, fue conceptualizado con el fin de ayudar tanto al mecánico tradicional, como al técnico especializado, en la detección y corrección de problemas en el funcionamiento del motor, por lo que tiene la característica de que el usuario pueda utilizarlo sin necesidad de tener conocimientos previos de computación, solo basta con una sencilla capacitación para su manejo.

1.4.- Ambientes Gráficos

a) Windows

¿Qué es Windows?, para empezar digamos que no es una alternativa al sistema operativo MS-DOS, sino su complemento. Windows es un entorno operativo que se instala sobre MS-DOS ocultándolo, desde ese momento y actuando como intermediario entre el usuario y la computadora, por una parte, y entre los programas de aplicación y la computadora por otra.

La razón de su popularidad es que Windows hace no solo que la computadora sea más fácil y más intuitiva de usar para una persona inexperta, sino que le permite usar el potencial de la computadora en una medida que no es posible para MS-DOS.



Una de las razones de la facilidad de uso y de lo amigable que Windows resulta para el usuario consiste en su cualidad de ser entorno gráfico; dentro del cual se sustituye el símbolo de la computadora por una pantalla gráfica en la que están representadas todas las tareas que se pueden hacer, eligiéndolas además de una forma tan simple como lo es señalar con el dedo, mediante un pequeño aparato llamado mouse o ratón, cuyos movimientos en la mesa se transmiten fielmente a una señal visible a través de la pantalla llamada puntero. De esta forma tan sencilla se seleccionan objetos u operaciones.

Dentro de la pantalla se crea el equivalente a nuestra propia mesa de trabajo. En ella están situadas las carpetas, los documentos y los útiles de escritorio que utilizaremos para nuestro quehacer. Windows se compone de ventanas, que no son más que zonas rectangulares en las que vemos documentos o archivos. Ofrece también iconos que son pequeñas representaciones gráficas de documentos, archivos o programas sobre los cuales se pueden ejecutar distintas acciones.

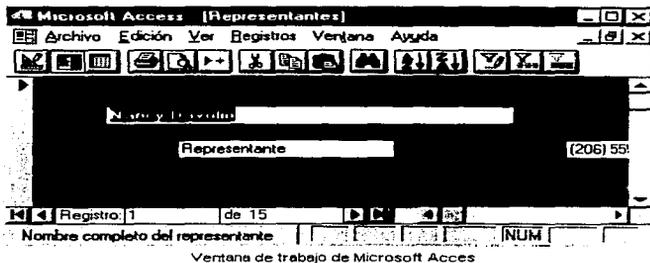
Windows existe actualmente en tres versiones que son Windows 3.1, Windows 3.11 para trabajo en grupos y Windows 95; las dos primeras versiones ofrecen las características antes mencionadas; la versión 95 tiene la cualidad de no ser un complemento de MS-DOS, sino de ser por sí mismo un sistema operativo gráfico, basado en el IO.SYS del MS-DOS con el fin de garantizar su compatibilidad con programas de MS-DOS y controladores NetWare en modo real.

Una imagen vale más que mil palabras. Y se ha demostrado que el ser humano es capaz de absorber y extraer más información por la vista que por cualquier otro sentido. Somos mucho más rápidos viendo un objeto o su representación gráfica que traduciendo las palabras que lo describen para tratar de comprenderlo; es esta la razón por la que se toma a Windows como el entorno de operación de SAEC.

b) Herramientas visuales

El diseño de las aplicaciones orientadas a datos ha ido evolucionando drásticamente en los últimos años como resultado de la demanda de los usuarios y de la rápida evolución del hardware pasando de aplicaciones en modo carácter (Clipper, DBase, Foxpro) bajo sistemas operativos que no permitían realizar más de dos tareas al mismo tiempo (Sistema operativo MS-DOS); hasta aplicaciones basadas en GUI (siglas en inglés de Interfaz Gráfica para Usuarios) bajo sistemas operativos gráficos que permiten multitarea y/o multiproceso (Windows 3.1, Windows For WorkGroups 3.11, Windows 95).

En la actualidad existe un sin número de herramientas visuales que permiten hacer desarrollo de aplicaciones orientadas bajo Ambientes Gráficos (Windows 3.1); tales como Foxpro 2.5, Acces 2.0, Visual Basic 3.0, Visual C++ 1.5, Paradox para Windows, DBase IV para Windows etc. Surge entonces la pregunta obligada de cuál herramienta visual se adecua a la dinámica del ambiente Windows, el cual requiere de una programación basada en eventos.



Para poder determinar que herramienta utilizar se tomaron los siguientes parámetros para que sirvieran de filtro en la elección:

- Generación de aplicaciones totalmente gráficas
- Aplicaciones Ejecutable, no interpretes.
- Lenguaje de programación sencillo
- Manejo sencillo del programa ejecutable

La dinámica del ambiente Windows requiere de una programación basada en el manejo de eventos, donde cada aplicación responde a cambios y sucesos. Por ejemplo, el diseño de una aplicación que responda a eventos tales como el click de un mouse generado por el usuario, generación de ventanas dinámicamente, etc.

Con estos parámetros en mente se determino utilizar Visual Basic 3.0 como herramienta de desarrollo

c) Visual Basic

Visual Basic desde sus inicios fue diseñado para desarrollar aplicaciones en ambientes visuales tan fácil como esto fuera posible. Es indudablemente la más entusiasta aplicación en Windows para desarrollar aplicaciones visuales ya

que viene con un juego completo de herramientas gráficas y con un lenguaje de alto nivel que hace fácil el ir desde una idea hasta una aplicación visual.

Toda aplicación en Visual Basic sigue tres pasos básicos:

1. Dibujar los objetos que permitan la interfaz con el usuario.
2. Poner las propiedades en cada objeto para cambiar las apariencias y comportamientos de los mismos.
3. Agregar el código de programación correspondiente a la funcionalidad de cada objeto.

Para usar Visual Basic se requiere estar familiarizado con Microsoft Windows, es decir trabajar con el mouse, menús y selección de opciones; así como tener un conocimiento general de programación, como en cualquier lenguaje de alto nivel.

Visual Basic cuenta con las siguientes herramientas para hacer eficiente la creación y depuración de aplicaciones visuales dentro de Microsoft Windows.

- Objetos predefinidos que permiten crear botones de opción, rótulos, cajas, texto de cajas, menús tipo persiana, barras de status, listas, manejadores de directorios y de archivos.
- Barra de propiedades donde se elige las características iniciales de cada objeto sin códigos de escritura.
- Ventanas de código para codificar las instrucciones de control para los eventos de cualquier objeto de Visual Basic.
- Sentencias únicas para el manejo de gráficos.
- Una paleta de color que le permite al usuario definir los colores de la interfaz.
- Una extensa librería de apoyo al usuario.
- Números enteros y tipos de datos de números enteros.
- Tipos de datos y funciones matemáticas de punto flotante.
- Tipos de datos de moneda para cálculos financieros.
- Variables y tipos de cadenas fijas.
- Arreglos estáticos y dinámicos hasta de sesenta dimensiones de cualquier tipo de datos incluyendo los tipos que el usuario define.

- Acceso de archivos en forma secuencial o directa.
- Diseñador de menús tipo persiana que permite crear barras de menú jerárquicas con teclas que aceleran el acceso a una opción.
- Una librería de iconos que contiene cerca de 400 iconos que pueden usarse o modificarse con el programa de ejemplo ICON WORKS para añadir una vista profesional a cada aplicación.
- Acceso directo a todas las funciones de ventana incluyendo interaplicaciones y comunicación vía D.D.E. (siglas en inglés de Intercambio Dinámico de Datos).
- Depuración en línea e interpretación de cada sentencia que esta siendo escrita trasladando inmediatamente el código a una instrucción ejecutable.
- Sistema directo de llamadas para funciones Windows API.
- La habilidad para convertir cada aplicación en un archivo compacto EXE para correr en Windows.

Visual Basic provee de algunas herramientas que ayudan al diseño de aplicaciones gráficas, como son: proyectos, formas, controles, módulos, barras de menú y la paleta de colores.

Todas las aplicaciones están formadas por tres tipos de archivos: formas, módulos y un módulo global (Global.Bas), las formas son usadas para almacenar los elementos visuales de una aplicación con cualquier código, los módulos contienen solamente código y pueden compartir su información con otros módulos y formar el archivo Global.Bas que es un archivo que contiene código de definiciones globales y declaraciones de datos.

Las formas son una interfaz de la aplicación, la cual incluye los controles y el código asociado a ella, se recomienda que su código se ponga en un módulo. Además de contener controles, una forma puede contener otras formas.

Un proyecto es la colección de formas, módulos y controles, donde estos al combinarse forman una aplicación. En la ventana de un proyecto, se listan todos los archivos de la aplicación.

Capítulo 2.- Sensores automotrices

2.1.- Conceptos básicos.

a) Introducción

Es importante saber que la inyección de combustible no es el sistema base en la nueva tecnología de computadoras instaladas en vehículos, sino al revés; **los Controles Electrónicos** controlan en medida creciente año con año las funciones de un vehículo en su conjunto, de esta manera tenemos que **los Controles Electrónicos** controlan las siguientes áreas en un vehículo:

- **La operación global del motor** - administración de combustible, de aire, y avance de chispa
- **Emanaciones tóxicas** - control de emisiones del escape.
- **Operación parcial de la transmisión automática.**
- **Control climático** - aire acondicionado y calefacción.
- **Sistema de frenos anti-bloqueo.**
- **Suspensión activa del vehículo.**
- **Tablero de instrumentos electrónico** - digital y análogo

No todos los vehículos con computadora incluyen todos estos sistemas tan complejos, y los sistemas más empleados serán el control global del motor y las emanaciones tóxicas. En 1992 y 1993 en la república mexicana y sin incluir a los automóviles importados, se hallaron los seis temas de la lista anterior, excepto la suspensión activa. Ford emplea un sistema de suspensión eléctrica para modelos Cougar XR7, la que no es precisamente suspensión activa.

b) Operación global del motor

La Operación Global del Motor se basa en una computadora para controlar tres áreas básicas del motor bajo las condiciones cambiantes en que ésta opera:

- Control electrónico
- Control de gasolina
- Control de aire.

La computadora, a la cual se ha denominado como MEC (Módulo Electrónico de Control) se apoya en un conjunto de componentes que le envían información acerca del medio ambiente y estado actual del motor. Llamados sensores, así como aditamentos que cumplen las órdenes que el MEC lanza llamados accionadores.

Como puede apreciarse, el MEC es el centro del sistema y su función es la de maximizar el rendimiento de la gasolina a la vez que reduce al mínimo posible las emanaciones contaminantes de la combustión.

Al surgir el uso de computadoras en automóviles de producción en serie hace 19 años (1978), se inició un proceso en el cual los motores han experimentado un rediseño en sus componentes, de tal modo que en 1997 vemos que los motores con inyección electrónica de gasolina no tienen el tradicional carburador, ni distribuidor, ni bobina de encendido, ni una serie de componentes tal como los automóviles sin computadora. El uso de computadoras no se había realizado antes de esa fecha debido al alto costo y volumen de las mismas. Al reducirse ambas cosas se ha permitido incorporarlas a vehículos de producción masiva en medida creciente, a tal punto que en los E.U. el 100% de los vehículos nuevos a gasolina las incluyen, mientras que en México esta cifra es del 95%, la misma llegará al 100% antes del fin del siglo (antes de 3 años).

c) Administración de combustible y de aire

Por administración de combustible entenderemos al sistema o método que se usa para entregar gasolina a las cámaras de combustión. Existen varios métodos para ello, y todos son controlados por el MEC y su red de sensores:

I. Carburador retroalimentado (feedback carburetor en inglés).

En este método se usa un carburador básicamente tradicional. Su diferencia con respecto al carburador tradicional es que el carburador retroalimentado contiene un solenoide de un ajuste de mezcla controlado por el MEC. La misma se basa en información de su red de sensores y muy especialmente del sensor de oxígeno, para reajustar constantemente la operación de ese solenoide, y consecuentemente alterar la mezcla según las necesidades. Como se sabe, el carburador tradicional tiene ajustes fijos que solo pueden ser alterados durante una afinación (los tornillos de aire y de gasolina). Se le denomina retroalimentado precisamente porque su operación es ajustada en base al resultado que está siendo obtenido durante la operación (se monitorea la calidad de los gases de la combustión).

Este método de administración de gasolina se usó en los E.U. desde 1978 hasta 1985, y no se han vendido en México vehículos que lo incluyan, ni se cree que lo hagan nunca debido a que es un método obsoleto.

II. Inyección por el cuerpo de aceleración (TBI, siglas en inglés)

Este método utiliza un cuerpo de aceleración similar al carburador pero sin incluir espreas ni bomba mecánica de combustible. Utiliza uno o dos inyectores eléctricos que atomizan gasolina en la boca del múltiple de admisión. Este sistema aún se usa en los E.U. En México se comenzaron a comercializar en 1991 a 1993 para camionetas Chevrolet,

y Chrysler. Este sistema emplea una red completa de sensores, al igual que el EFI.

III. Inyección múltiple a las lumbreras de admisión (EFI, SEFI, MPFI)

Este método utiliza un inyector para cada cilindro, localizados justo encima de la válvula de admisión. Incluye un cuerpo de aceleración de diseño nuevo y especial, el cual sirve para el paso y regulación de aire únicamente. Este cuerpo de aceleración es del tamaño de un carburador mediano, el cual pasa el aire al múltiple de admisión a través de un ensamble de tubos parecido al mismo múltiple, este ensamble se denomina pleno de admisión. En otras palabras, el cuerpo de aceleración y el múltiple, de admisión están unidos por un pleno de admisión, el cual incluye los corredores o correderas de aire.

El sistema de admisión de aire consiste en la válvula mariposa unida al pedal del acelerador por medio de un chicote, sensores de presión y de temperatura del aire, y varias válvulas de paso y derivación de aire. El MEC controla las válvulas de aire basado en los datos de esos sensores. El control de aire debe ser muy preciso para lograr eficientar el combustible, a lo largo del desarrollo de la inyección electrónica esta área es la que más variantes tiene, debido a que no se ha logrado producir a bajo costo un sistema de control de aire infalible. Las ventajas que proporciona la utilización de la electrónica en el control de un motor se pueden resumir en los siguientes puntos:

- * Se optimiza el rendimiento del combustible
- * Se disminuye lo más posible la emisión de contaminantes
- * Se eleva la seguridad y comodidad de los usuarios de vehículos
- * Se facilita la urgentísima tarea de minimizar la contaminación del ambiente generada por los motores

d) Auto-verificación del MEC.

El MEC realiza todo el tiempo que la ignición está conectada, un monitoreo del funcionamiento de sí mismo y del sistema periférico, a efecto de detectar una falla de funcionamiento en el momento en que esta se produzca. La falla de un sensor o subsistema se da cuando su información se sale de un rango preestablecido como normal por un tiempo predeterminado en el programa de la computadora. En ese momento el mismo programa registra en la memoria del MEC un código de falla. Los manuales de servicio indican cómo recuperar el código o códigos grabados y a qué circuito se refiere cada uno de ellos, los cuales pueden llegar hasta cien diferentes, según la marca y año. A la vez se enciende una luz indicadora en el tablero de instrumentos del vehículo para avisar la ocurrencia de una falla. Si la falla desaparece el foco se apagará pero esto no significa que el problema se ha corregido, puede tratarse de una falla intermitente y en cualquier caso debe corregirse de inmediato.

En los controles electrónicos puede ocurrir que una falla medio oculta o intermitente, provoque una falla más visible o permanente e incluso una aparente falla severa. Este tipo de contingencia puede causar que un técnico mecánico no adiestrado debidamente cambie un componente en buenas condiciones y luego se percata de que aún la falla persiste. Por ello es importante que se sigan al pie de la letra las cartas de diagnóstico de los manuales profesionales, aún los técnicos expertos.

e) Códigos de falla

Los códigos de falla son números de dos o tres dígitos que hacen referencia a circuitos específicos y aislados, cuyo sensor reporta un dato fuera de rango, esto no significa que el sensor está defectuoso y deba de cambiarse, ya que la falla puede estar también en el alambrado o en el MEC. De este modo el técnico debe revisar sensor y alambrado. En ocasiones la pieza está alejada del circuito reportado, por lo que el diagnóstico de problemas en sistemas electrónicos de

control del motor es bastante difícil y requiere de amplios conocimientos, además de las herramientas adecuadas.

f) Inyección electrónica vs. carburador

Tal vez aún haya mecánicos que desconocen que los motores equipados con inyección de combustible no tienen carburador. El carburador ha sido eliminado por ser componente mucho menos eficiente, tener partes que fácilmente se desajustan y que son imposibles de reajustar correctamente, casi siempre debido a falta de afinaciones a tiempo.

Absolutamente todos los inconvenientes que presenta el carburador han sido eliminados al implantar la inyección directa controlada electrónicamente. La misma parece ser todavía más inconveniente para los reparadores, pero no es así, se trata de sistemas que reducen el mantenimiento requerido, facilitan su compostura al comunicar áreas de posible falla mediante el sistema de autodiagnóstico, requieren pocos ajustes, y brindan al mecánico adiestrado la posibilidad de ampliar su clientela aumentando sus ganancias, ya que hay muy pocos técnicos adiestrados adecuadamente debido principalmente a la falta de interés de una gran proporción de los mecánicos de profesión en el tema.

Los componentes electrónicos trabajan con fracciones de 1 voltio, por lo que son muy sensibles a corrientes eléctricas.

Jamás se debe golpear uno de ellos, puede resultar contraproducente esa manera de "arreglar" las cosas. Así mismo, no aplique voltaje de batería a ninguno de ellos, ni siquiera el voltaje que un multímetro común aplica cuando se hace la revisión a menos que lo pida explícitamente un manual de taller especial.

Algunos componentes como el sensor de oxígeno, se dañarán con cualquier paso de corriente que no sea la debida.

Debido a que el sistema electrónico de control del motor relaciona estrechamente el aspecto mecánico con el eléctrico/electrónico, es muy importante que el técnico se familiarice con términos de electricidad, entre ellos los siguientes:

- *voltajes de CA y CD
- *caída de voltaje
- *amperaje
- *resistencia
- *frecuencia
- *ciclos de trabajo

***Voltaje**

Es la potencia de una corriente eléctrica. Los sensores y accionadores trabajan con voltajes que varían desde 0.1V hasta 12V dependiendo de la aplicación.

CA (corriente alterna) - algunos sensores proporcionan este tipo de voltaje, como los sensores magnéticos de posición del cigüeñal y eje de levas

CD (corriente directa) - es el tipo de voltaje de las baterías automotrices. Los sensores de golpeteo y de oxígeno producen voltaje CD.

***Caída de voltaje**

La caída de voltaje se usa en los controles electrónicos para checar el estado de dos tipos de componentes: los cables, interruptores, solenoides, relés, y los divisores de voltaje

Cables, interruptores, solenoides y relés. Estos componentes están calculados para presentar cierta resistencia al paso de corriente. Cuando tienen mayor o menor resistencia que la calculada, debido a cortos o falsos contactos del cable original, o a empalmes fuera de fábrica, o a degradación de platinos y contactos en interruptores, o los accionadores no cumplen cabalmente las órdenes del MEC. Esto origina fallas de funcionamiento que no registran códigos. Se

realiza la revisión de caída de voltaje para determinar la resistencia y por lo tanto la calidad del cableado y de interruptores o relés. Previo a la siguiente revisión de caída de voltaje en sensores divisores de voltaje.

Sensores divisores de voltaje - Estos sensores tienen tres alambres a el MEC. Tomemos como ejemplos al sensor TPS. El mismo retorna por el alambre cursor un voltaje modificado con respecto su voltaje de referencia inicial, que siempre será igual o menor a éste. La caída puede ser total (hasta caer a 0V) significando que toda la corriente que le llega está siendo retornada por el alambre cursor, en este caso se determina la caída de voltaje entre el alambre que lleva el voltaje de referencia y el alambre de Tierra.

Al buscar en manuales de taller, en ocasiones encontrará datos de resistencia y en otras de voltajes, la caída de voltaje se hace en este último tipo de pruebas. Ello depende de los datos proporcionados por el fabricante.

***Resistencia**

Interpretado en Ohms, es determinante directa de una caída de voltaje.

La resistencia interrumpe el flujo de una corriente eléctrica en mayor o menor grado dependiendo de su valor, a más resistencia, menor flujo de corriente eléctrica y viceversa. Todo conductor presenta cierta resistencia al paso de corriente, y en la electrónica existen unas piezas llamadas resistores variables (o termistores), en los cuales la resistencia cambia conforme a la temperatura a que está sometido, también existen los potenciómetros, cuya resistencia se mide entre Tierra y el alambre de medición. Mencionado en la sección correspondiente a caída de voltaje.

*Amperios

Es la cantidad de corriente disponible en una línea o consumida por un componente. En los controles electrónicos se relaciona directamente con el consumo de electricidad de un sensor o accionador; si el mismo está apagado no hay flujo de corriente (no hay consumo), al encenderse o activarse el componente, comienza a consumir corriente y su consumo puede ser medido con un amperímetro. Todos los sensores y accionadores (excepto los generadores de voltaje) tienen establecido un rango de consumo de electricidad, de tal manera que los manuales de taller usan los datos de consumo de corriente tomados con amperímetros (ammeter en inglés) para localizar fallas.

*Frecuencia

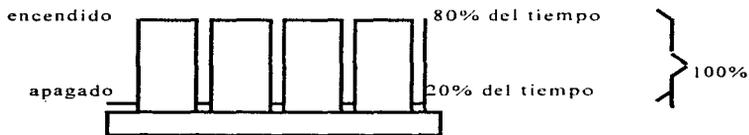
La frecuencia se expresa en hertz y representa la velocidad de cambio OV-5V a razón de miles o millones de veces por segundo, es decir, en kilohertz o megahertz. Los sensores que expresan su dato en hertz son el VAF, MAF, y BARO. Casi no hay manuales de taller que contengan datos en hertz (o ciclos) para estos sensores, pero según su experiencia en toma de lecturas a motores que funcionan correctamente, es posible formar un criterio para tomar lecturas a componentes sospechosos y determinar si funciona bien o fuera de rango.

Es muy recomendable el uso de un osciloscopio para diagnosticar estos sensores. Este aparato muestra la onda (siempre cuadrada) o frecuencia de los mismos con precisión

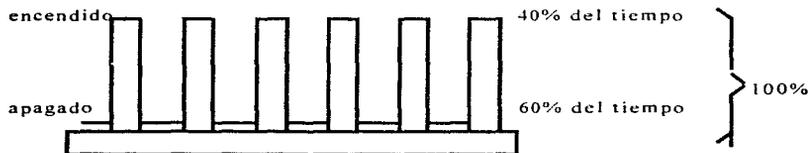
*Ciclos de trabajo

Cuando un solenoide trabaja en pulsos, es decir, que opera a razón de un determinado tiempo cada segundo, el tiempo que dura energizado se compara con el tiempo de no energizado, y de allí se obtiene un ciclo de trabajo (duty cycle) expresado en porcentaje (%). Como ejemplo tomemos el funcionamiento de un inyector electrónico.

El MEC dispara al inyector en ciclos, es decir, lo activa y desactiva alternadamente para regular la inyección. Mientras más tiempo lo deje activado más gasolina inyectará, y viceversa. Supongamos que medimos el tiempo en que el inyector está encendido y apagado durante un segundo:



En este caso el ciclo de trabajo es de 80%.



En este caso el ciclo de trabajo es de 40%.

Como podemos observar, la frecuencia y los ciclos de trabajo son ambos de impulsos digitales, es decir, forma una onda cuadrada de valores entre 0V y 5V. La diferencia estriba en que la frecuencia es miles de veces más rápida, y en ocasiones la onda no es exactamente cuadrada. Ello solo puede ser comprobado con un osciloscopio. Aún cuando un medidor de frecuencia ofrece lecturas en hertz o ciclos muy confiables.

2.2.- Sensores.

Dentro de esta categoría se incluirán los componentes generadores de voltaje, interruptores eléctricos, termistores, potenciómetros, etcétera, es decir, todos aquellos componentes de los cuales el MEC recibe algún tipo de información o señal para trabajar en base a ella.

Cada uno de estos componentes tiene establecido dentro del programa de la computadora un rango normal de funcionamiento, es decir, el MEC conoce los límites mínimo y máximo en que debe operar cada uno de los componentes. Estos límites se modifican proporcionalmente conforme cambian las condiciones de funcionamiento del motor, por ejemplo:

Si el sensor de velocidad indica que el vehículo marcha a 100 kph, el sensor de RPM **no** debe indicar que **no** hay movimiento del cigüeñal.

Cuando ocurre una incongruencia en el funcionamiento de un componente con respecto a los demás, como en el ejemplo anterior, la computadora lo detectará y generará un código de falla, indicando ya sea al VSS (sensor de velocidad) o al sensor de RPM, según datos auxiliares proporcionados por terceros sensores.

Existen dos tipos de señales de voltaje generadas en los sensores:

- Digital:** impulsos binarios "0V - 5V - 0V" (de onda cuadrada)
- Análoga:** voltaje infinitamente variable entre 0 y 5V (de onda sinusoidal)

Digital: Este tipo de señal voltáica tiene dos valores únicamente: **voltaje** y **no voltaje**, ó **si** y **no**. Los valores netos en las computadoras automotrices son **0V** y **5V**. Se trata de datos expresados en frecuencia o ciclos de trabajo y por lo tanto

el dato lo da el número de veces que cambia de "0V - 5V - 0V" en un segundo. Se expresa en hertz o en porcentaje, respectivamente.

Análogo: Este tipo de señal puede tener cualquier valor entre 0V y 5V según lo sensado. Como las computadoras trabajan solo con códigos binarios, todas las señales análogas deben ser convertidas a digitales para pasar al procesador de la computadora, esta conversión la realizan unos convertidores A/D (Análogo/ Digital) de señal que pueden estar dentro del MEC o en módulos externos.

2.3.- Características y funciones.

A) SENSORES DE POSICIÓN DEL ESTRANGULADOR (TPS)



TPS (throttle position sensor)

TIPO: Potenciómetro

VOLTAJE: Análogo

LOCALIZACIÓN: Unido al eje de la mariposa en contraparte al chicote

Este sensor recibe desde el MEC un voltaje de referencia (VREF) de 5V. Tiene tres alambres a la computadora: 1 a tierra, 1 con 5V de referencia, y 1 con el voltaje modificado que representa la posición actual de la mariposa, es decir la abertura para que pase el aire hacia el múltiple de admisión. En marcha mínima el voltaje reportado es por lo común 0.5 Voltios (el voltaje de referencia cae casi completamente: bajo voltaje), mientras que durante la aceleración a fondo el voltaje será de 5 Voltios (el voltaje de referencia pasa casi intacto de regreso a el MEC: alto voltaje).

La operación de este sensor es importantísima debido a que informa al MEC cuándo se está acelerando y en qué medida, es decir, su información acelera y desacelera el motor. Cuando el sensor reporta los 5 V completos y significa que se está acelerando a fondo, la computadora asume que el conductor requiere de toda la potencia del motor

(p. ej., durante un rebase) y desembraga el compresor del aire acondicionado, además de enriquecer la mezcla carburante. También cuando se acelera a fondo y no hay referencia del sensor de RPM el MEC asume que el motor está apagado y ahogado, en este momento empobrece la mezcla por completo y no inyectará gasolina. La condición de aceleración a fondo se denomina WOT (wide open throttle).

Algunos sensores Ford TPS si tienen ajuste mientras que otros (G.M., Chrysler) no lo tienen. Ninguno de ellos es reparable. Si tiene falla y no es posible ajustarlo, deberá ser reemplazado.

Una falla común en el TPS es cuando por el uso, los devanados de la bobina llegan a hacer contacto entre si y a separarse de los devanados adyacentes, esto provoca tironeos, salto de potencia y que el motor tosa al acelerar sin carga. Con la prueba del multímetro se muestran los saltos o cambios bruscos en la lectura que son provocados por esa degradación en el devanado. En estos casos es necesario cambiar el TPS.

Se puede revisar también la resistencia de el TPS bajo funcionamiento a través del método de caída de voltaje, lo cual nos indicaría si a pesar que la bobina está físicamente bien, tiene tan alta resistencia que impide al MEC conocer la posición exacta de la mariposa o estrangulador. Ello produce funcionamiento suave del motor pero emisiones fuera de la ley.

B) SENSOR DE OXÍGENO (EGO)



O₂ Sensor

TIPO: Generador de voltaje.

VOLTAJE: Análogo.

LOCALIZACIÓN: En el tubo de escape entre el múltiple y el catalizador

Antes de 1990 es difícil encontrar automóviles mexicanos que incluyan sensor de oxígeno, pero partir de 1991 se comenzaron a implantar. El objetivo de este sensor es tomar la diferencia de oxígeno entre el aire ambiente y los gases producidos en la combustión, a efecto de calcular cuándo la mezcla carburante está siendo preparada muy rica o muy pobre, y poder el MEC modificarla para lograr la relación ideal bajo cualquier condición de manejo. Analicemos que:

1. El sensor genera voltaje usable solamente al alcanzar los 600°F (315°C) gracias a los gases del escape que inciden sobre él.
2. Aunque casi todos los sensores de oxígeno tienen un solo alambre por donde envía la señal a el MEC, existen del tipo que tienen tres alambres a el MEC, los últimos dos llevan voltaje al sensor cuando el motor se enciende frío. Los mismos alimentan una resistencia calentadora que permite alcanzar más rápidamente los 315° C . La resistencia es también operada por el MEC. Este tipo de sensor es usado por FORD en años recientes y se denomina HEGO sensor (Heated Exhaust Gas Oxygen Sensor).

El sensor produce un voltaje entre 0 y 1 V. Cuando el voltaje es de 449 milivolts (0.449v) o menos, el MEC interpreta que la mezcla está rica y hay que empobrecerla. Un sensor operado normalmente cruza constantemente el límite de los 450 mV, mejor llamado limen de los 450mV, y el MEC cuenta el número de veces que el limen es cruzado, a este conteo se le llama **frecuencia de cruces**, o **cross count** en inglés, el cual debe de ascender a 15 aproximadamente en marcha mínima consultado con un explorador (scanner).

Cuando el motor aún se encuentra frío, o se acelera a fondo a cualquier temperatura, el sistema electrónico pasa a operar en circuito abierto, esto significa que el MEC no usará el dato del sensor de oxígeno ni los datos de algunos otros sensores. Cuando el MEC detecta que el motor ya está caliente y opera en condiciones normales, pasará a la modalidad de circuito cerrado y aceptará y usará los datos del sensor de oxígeno entre otros. Cuando un motor que opera en circuito cerrado se deja en marcha mínima por unos minutos, el sensor de oxígeno se enfriará y pasará a circuito abierto, si se están tomando lecturas con un explorador ó con un multímetro en algún sensor, los datos no serán utilizados por el MEC y no podrán darse por correctos. Es necesario acelerar ligeramente el motor para que el sistema regrese al circuito cerrado, algunos exploradores monitorean constantemente estos dos estados y se los comunican al técnico.

FALLA 1

condición: mezcla rica en combustible.
sensor de oxígeno: reporta poco oxígeno en los gases.
voltaje: el sensor reporta alto voltaje (más de 450 mV).

causas posibles:

- válvula de purga del cánister fallando.
- voltaje de referencia de vacío del motor incorrecto, sensor MAF o MAP fallando.
- voltaje del sensor de temp. del refrigerante indica una temperatura más baja que la real.
- presión excesiva de la bomba de combustible, o regulador desajustado.
- inyector (es) atascado (s) en posición abierta o fugando.
- aceite del motor contaminado con combustible.

FALLA 2

condición: mezcla rica en combustible.
sensor de oxígeno: reporta poco oxígeno en los gases.
voltaje: el sensor reporta alto voltaje (más de 450 mV).

causas posibles:

- referencia de vacío del motor incorrecta, sensor MAF/MAP fallando.
- sensor de temperatura de refrigerante indica una temperatura más alta que la real.
- fallando la válvula VPC (ventilación positiva del cárter, o PCV en inglés)
- alambre del sensor de oxígeno en corto a tierra.
- inyectores atascados en posición de cerrado.
- combustible contaminado con agua o refrigerante.
- fuga inversa de aire el cuerpo de admisión - aire no medido entra en los pistones.

Precaución: nunca revise un sensor de oxígeno con un multímetro análogo (de aguja), debe utilizarse un multímetro de alta impedancia (10 megaohms o más)

CONTAMINACION

Los sensores de oxígeno producen una señal eléctrica muy delicada pero importante para el buen funcionamiento del motor, por lo que son especialmente propensos a contaminación que altere su buena operación. Los contaminantes más comunes de sensores de oxígeno son:

Selladores de silicón

Al usar un sellador tipo RTV o chalac no específicamente catalogado como seguro para los sensores de oxígeno, se corre el riesgo que los vapores despedidos durante el fraguado alcancen a un sensor en operación, estos vapores cubren el dedal de zirconio del sensor y le inducen una respuesta lenta a los cambios en el nivel de oxígeno.

Carbón de la combustión

Los sistemas que por alguna falla corren bajo mezcla muy rica, producen hollín o carboncillo que se adhiere al dedal del sensor de oxígeno, ese carbón puede llegar a cubrir totalmente el dedal, inutilizando. La condición de mezcla rica debe corregirse y luego hacer funcionar el vehículo en carretera un buen rato, para que el gas del escape limpie por sí solo el sensor. Este método no limpia sensores severamente contaminados. Por lo que si no se quiere instalar un sensor nuevo, es necesario corregir tal condición de mezcla rica lo antes posible. Una mezcla rica se nota por humo negro al acelerar, tizne en la boca del escape, alto consumo de combustible, o emisiones excesivas bajo un análisis de gases.

Plomo

El uso de gasolina con plomo no es compatible con los sensores de oxígeno, igualmente el uso de elevadores de octanaje o soluciones limpiadoras de inyectores frecuentemente hacen que la capa que cubre la parte interna del tanque se disuelva. Ambas condiciones hacen que poco a poco se cubra de plomo el dedal de bióxido de zirconio.

Aceite

El aceite que queman los motores deteriorados también cubre el dedal del sensor, en este caso la corrección será reparar el motor y cambiar el sensor si en nuevo o reconstruido motor presenta problemas de mezcla.

C) SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (CTS)



coolant temperature sensor

TIPO: Sensor o interruptor.

VOLTAJE: En sensores, análogo. En interruptores, digital.

LOCALIZACIÓN: Insertado en el bloque del motor, casi siempre encima.

La información de este sensor es muy importante para calcular la relación aire/gasolina y para que el sistema trabaje en **circuito abierto** o **circuito cerrado**. Cuando este componente tiene dos alambres se trata de un sensor y es una resistencia eléctrica (o termistor) que baja de valor conforme se incrementa la temperatura. El MEC proporciona 5V de referencia por un alambre, ese voltaje regresa a tierra a través del MEC por el segundo alambre. Pero como la resistencia del sensor se altera con su temperatura, el voltaje retornado se modificará en consecuencia. Este cambio en el voltaje consumido es advertido por el MEC, el que lo transforma en datos de temperatura.

Cuando el componente tiene un solo alambre se trata de un interruptor y por lo tanto tiene únicamente dos posiciones: abierto o cerrado. En este caso el MEC envía por ese único alambre un voltaje de referencia (VREF) de 5V. Al estar el motor frío, el interruptor está cerrado y el MEC siente que hay 0V en el alambre único, es decir que el voltaje de referencia es aterrizado a través del motor. Al alcanzar el motor una determinada temperatura, el interruptor que es de estado sólido, abre para que el voltaje en el alambre sea de 5V. El interruptor permanece abierto hasta que la temperatura cae por debajo de un valor predeterminado, entonces el voltaje es nuevamente aterrizado.

Este sensor, sea de uno o de dos alambres al MEC, es diferente y totalmente independiente del interruptor que hace funcionar al motoventilador eléctrico de enfriamiento del radiador.

D) SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DEL MÚLTIPLE (MAT)



manifold air temperature

TIPO: Sensor.

VOLTAJE: Análogo.

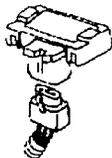
LOCALIZACIÓN: Insertado encima del múltiple de admisión cuya pared traspasa.

Los motores electrónicamente controlados necesitan conocer la temperatura del aire dentro del múltiple de admisión para calcular mejor el tiempo de energización de los inyectores, esto es debido a que el aire caliente contiene menos oxígeno que el aire frío, independiente del volumen. Algunos ajustes que se afectan por la temperatura del aire del múltiple son:

- tiempo de encendido
- control climático
- tiempo de activación de los inyectores
- nivel de sobrealimentación del turbo
- nivel de carga del alternador
- operación del solenoide de la válvula RGE

Aunque este sensor no es de primordial importancia, no se debe dejar nunca de reparar su circuito si presenta código de falla o se relaciona con otra falla, poco a poco las pequeñas imperfecciones que genere su falla se convertirán en fallas mayores, este tipo de sensor variará en su forma y nombre según la marca del vehículo.

E) SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE (MAP)



manifold absolute pressure

TIPO: Sensor .

VOLTAJE: Análogo o digital.

LOCALIZACIÓN: Cerca del motor, unido al múltiple por una manguera de vacío

Este sensor proporciona información acerca de la carga del motor, es decir, del esfuerzo que el motor está entregando en todo momento. Cuando el motor es acelerado se produce un vacío equivalente a la carga y entonces el diafragma del sensor se desplaza, el desplazamiento es cuantificado a través de un circuito análogo o digital.

Circuito análogo: tiene tres alambradas al MEC: uno envía al sensor un voltaje de referencia (VREF) de 5V, uno proporciona tierra, y uno retorna el voltaje modificado de los 5V que representa el movimiento del diafragma. El voltaje depende de qué tipo de sensor se trata: BARO, MAP o VAC.

Circuito digital: Incluye solo dos alambres a el MEC: uno con los 5V de referencia al sensor y otro con tierra. Un capacitor sensible a la presión cambia de estado cuando el diafragma se mueve: mientras más se mueva más rápido cambia de estado, de esta manera la frecuencia detectada por el MEC será de 0V - 5V - 0V, y la presión se interpretará por el número de veces en que cambia en un segundo. Para revisar este dato debe usarse el medidor de frecuencia digital (hertz) y no cualquier multimetro, aún que este sea de alta impedancia.

Algunos sistemas electrónicos que incluyen este sensor leen el dato de presión atmosférica durante la puesta en marcha del motor (llave ON y motor apagado), y lo actualizan cada vez que se acelera a fondo -condición WOT-.de ese modo pueden calcular mejor la relación combustible según la altitud SNM. La teoría nos dice que bajo condición WOT la presión del múltiple es igual a la presión atmosférica. Entre los

sistemas de este tipo no se incluyen los turbocargados ni los supercargados debido a que bajo condición WOT estos autos tienen hasta 10 PSI de presión en el múltiple.

F) SENSOR DE GOLPEO (KS)



knock sensor

TIPO: Sensor.

VOLTAJE: Voltaje análogo.

LOCALIZACION: Insertado en el monobloque.

Este sensor es un componente de estado sólido que genera **voltaje análogo de corriente alterna** cuando es sometido a vibración. Cuando el motor golpea con mayor intensidad que cierto nivel, el sensor genera un voltaje comparativamente más alto, para que el MEC atrase el tiempo de encendido o enriquezca la mezcla. Entre los puntos que provocan mayor golpeo en el motor se encuentran:

- preencendido, con todas sus causas.
- falla de los sistemas de enfriamiento o del encendido.
- combustible de bajo octanaje o con plomo (en motores que no deben consumirlo).
- falla mecánica interna del motor.
- falla de aceite
- falta de uno o varios soportes del motor.

Todos los motores turbocargados incluyen este sensor, y solo algunos sin turbo también lo incluyen. Algunos sensores de golpeo incluyen una segunda línea eléctrica para voltaje de referencia, estos sistemas proporcionan una señal de detonación más limpia. En estos casos la diferencia entre el voltaje de referencia y el voltaje que regresa al MEC representa el nivel de vibración. En otras ocasiones se le llama también sensor de detonación.

2.4.- Especificaciones técnicas.

A) SENSOR DE POSICIÓN DEL ESTRANGULADOR

El sensor de posición del acelerador proporciona una señal de voltaje que cambia según el movimiento de la mariposa del acelerador. La señal de voltaje variará alrededor de 0.25 a 1.25 volts en marcha mínima y alrededor de 5 volts totalmente abierto (WOT).

La señal de este sensor es una de las señales más importantes usadas por el MEC para controlar la entrega de combustible y la mayoría de las salidas controladas por el MEC.

B) SENSOR DE OXÍGENO (EGO)

El sensor de oxígeno varía el voltaje dentro del rango de cerca de un voltio si el escape es rico, y baja hasta 0.10 voltios si el escape es pobre. El sensor de oxígeno es como un circuito abierto y no produce voltaje cuando está abajo de 315°C (600°F). Un circuito abierto del sensor de oxígeno produce funcionamiento en "Circuito abierto" (Open Loop).

C) SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (CTS)

El sensor de temperatura del refrigerante utiliza una resistencia eléctrica (termistor) para controlar la señal de voltaje enviada al MEC. El MEC aplica un voltaje al sensor. Cuando el motor está frío, la resistencia eléctrica (termistor) del sensor es alta, y por lo tanto el MEC verá una señal de voltaje alta. En la medida que el motor se calienta, la resistencia del sensor disminuye y el MEC ve una señal de voltaje baja. A temperatura normal de operación del motor (85°C-95°C) el voltaje medido será 1.5 a 2.0 volts.

D) SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DEL MÚLTIPLE (MAT)

El sensor de temperatura del aire de entrada utiliza una resistencia eléctrica (termistor) para controlar la señal de voltaje enviada al MEC. El MEC aplica un voltaje (alrededor de 5 volts) al sensor. Cuando el aire que entra está frío, la resistencia eléctrica del sensor es alta, y por lo tanto el MEC verá una señal alta de voltaje. A medida que el aire se calienta la resistencia del sensor disminuye y el voltaje cae.

El sensor está ubicado en el ensamble del filtro de aire, de tal manera que el MEC pueda compensar con exactitud las lecturas de flujo de aire, en base a la temperatura del aire que entra.

E) SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE (MAP)

El sensor de presión absoluta del múltiple responde a los cambios de presión en el múltiple (vacío). El MEC recibe esta información como una señal de voltaje que varía de 1-1.5 volts en marcha mínima a 4-4.5 volts, con acelerador totalmente abierto. Si el sensor MAP falla el MEC substituirá un valor fijo del MAP y usará el Sensor de Posición del Acelerador para controlar la entrega de combustible

F) SENSOR DE GOLPEO (KS)

El sensor de detonación es usado para detectar detonaciones del motor y el MEC retardará el tiempo de encendido electrónico basado en la señal que está siendo recibida del sensor. El circuito dentro del sensor hace que los 5 volts del MEC caigan para la condición de "no detonación" y podrían medirse alrededor de 2.5 volts. Cuando hay detonación, el sensor produce una señal de AC la cual se sobrepone al voltaje de 2.5 VDC. La amplitud y frecuencia de la señal depende del nivel de detonación:

Si el cable que conecta con el MEC está abierto el voltaje estará arriba de 4.6v. Si está en corto a tierra el voltaje será menor a .64v. Si cualquiera de estas condiciones se cumple por aproximadamente 10 seg. el código 43 será almacenado.

2.5.- Sensores no contemplados en el programa de SAEC.

El sistema de SAEC desde un principio fue concebido para analizar sensores que operan a través de voltaje en automóviles de la marca "General Motors"; sin embargo otros sensores no fueron tomados en cuenta por presentar características diferentes que por el momento SAEC no puede interpretar, a

continuación aparece una lista de éstos sensores y el motivo por el cual no se tomaron en cuenta:

- Sensor EGR (Sensor de Posición de la válvula EGR). Este sensor se encarga de reportar el comportamiento de la válvula de Recirculación de Gases de Escape (EGR en siglas en inglés) y es usado solamente por modelos de marca "Ford" a partir de 1990.

- Sensor ACT (Sensor de Temperatura de Carga de Aire). Este sensor como su nombre lo indica, reporta la temperatura del flujo de aire que entra al múltiple; pero esta descontinuado desde 1989 y la marca "General Motors" no lo usa.

- Sensor BARO (Sensor de Presión Barométrica). este sensor indica la altura al nivel del mar a la que se encuentra el automóvil, con el fin de equilibrar la mezcla aire/combustible y "General Motors" no lo usa.

- Sensor VAC (Sensor de Vacío). Este sensor realiza una función parecida al sensor BARO y tampoco es usado en la marca "General Motors".

- Sensor VSS (Sensor de Velocidad). Este sensor establece la velocidad del automóvil para poder controlar el nivel de gasolina en desaceleración, frenos antibloqueo, y otros componentes del automóvil. la marca "General Motors" si lo usa, pero SAEC no lo considera por dos razones:

- a) En varios casos este sensor esta ubicado en el cardan o algún otro componente de difícil acceso, al cual los arneses de conexión de SAEC no podrían llegar

- b) Este sensor envía datos en forma de frecuencia , SAEC realiza sus evaluaciones por amplitud de voltaje, por lo que no puede interpretar este tipo de datos.

- Sensor RPM (Sensor Contador de Revoluciones por Minuto). Este sensor como su nombre lo indica, realiza un conteo de las revoluciones por minuto del cigüeñal del motor y no lo usa la marca "General Motors".

- Sensor MAF (Sensor de Flujo de Masa de Aire). Este sensor tiene como función establecer la cantidad de aire que pasa por el múltiple de admisión para establecer la mezcla aire/combustible; La marca "General Motors" lo introdujo en sus primeros modelos de 1986 a 1989, pero por ser sumamente delicado y de alto

costo fue discontinuado a partir de los modelos 1990. Por otro lado este sensor funciona por frecuencia; por estas razones SAEC no lo contempla.

•Sensor VAF (Sensor de Paleta de Flujo de Aire). Este tipo de sensor es muy parecido al anterior y no es usado por la marca "General Motors".

•Sensor P/N (Sensor de Parking Neutral). Este sensor indica en los autos con transmisión automática, si la palanca de velocidades se encuentra en la posición de Park (detenido) o Neutral. Aunque "General Motors" si lo utiliza no fue considerado por SAEC por las siguientes dos razones:

A)Porque solo se toma en cuenta en la computadora para vehículos con transmisión automática.

B)Y porque su falla o mal funcionamiento solo afecta al encendido del motor y no al funcionamiento del mismo.

Capítulo 3.- Normatividad de seguridad y ecología

3.1.- Sistemas anticontaminantes.

I.- Introducción

La contaminación del aire a aumentado por el creciente consumo de componentes derivados del petróleo. También este fenómeno está relacionado con el acelerado crecimiento de la población. La urbanización implica, por ejemplo, la construcción de nuevas vías de comunicación, la destrucción de áreas verdes y la concentración de grandes grupos de personas en territorios pequeños.

La actividad industrial y comercial en las ciudades más pobladas es otro factor decisivo en la contaminación del aire. Es precisamente en los lugares en que se desarrollan estas actividades ampliamente, donde también existe mayor circulación de vehículos; otro elemento causante del envenenamiento de la atmósfera.

Este problema se da a nivel mundial, y ocupa un lugar primordial en la preocupación de cualquier gobierno. Es un tema que no puede dejarse a un lado en ninguna mesa de discusión. Ha sido, la contaminación, objeto de encuentros y acuerdos internacionales encaminados a su solución.

Los esfuerzos se han hecho, sin embargo las medidas tomadas no logran aun erradicar el problema. Como clara ilustración de esto tenemos que los vehículos se les permite contaminar en pequeñas proporciones.

El valle de México es una de las zonas más contaminadas por la altitud a la que se encuentra. Además del creciente parque vehicular que presenta.

Uno de los problemas más graves en la Ciudad de México es la inversión térmica que se presenta en los últimos meses del año por la alta concentración de contaminantes.

II.-Sistemas que utiliza el parque vehicular para bajar las emisiones contaminantes.

a)P.C.V.: Recoge los residuos de mezcla aire/combustible que salen por la luz de separación del anillo durante la compresión y esa luz es de 0.003 a 0.005 de abertura por cada pulgada de diámetro del cilindro. Además se recogen los vapores de aceite y por medio del vacío son llevados al múltiple de admisión para ser quemados en la cámara de combustión.

b)Cánister: Recoge y almacena los vapores de combustible de tanque para posteriormente, bajo ciertas condiciones de funcionamiento sean llevados al múltiple de admisión para ser quemados en la cámara de combustión.

c)Sensor de Oxígeno: Se encuentra localizado a la salida del tubo de escape. Este sensor trabaja con un voltaje de salida aproximada de cero a un volt; la señal depende directamente de la cantidad de oxígeno en los gases de la combustión de escape.

La parte generadora del sensor consiste en una capa de circonio con electrodos bañados en platino. El oxígeno al penetrar a través de unos orificios en la coraza del sensor genera una señal de voltaje como resultado de la diferencia parcial de presión del oxígeno.

d)Convertidor Catalítico.- Está hecho de platino, paladio y rodio, se instala entre el motor y el silenciador. Trabaja en unión con el sistema de inyección de aire después de que el motor está en marcha el aire es inyectado al múltiple de escape, la combinación de calor, los vapores de gasolina no quemados debido a una mezcla rica y el aire fresco inician el proceso de oxidación en el catalizador. La reacción química reduce los niveles contaminantes y aumenta la temperatura de los gases.

III.-Técnica de evaluación y control de emisiones contaminantes en vehículos

A través de las pruebas dinámicas o dinamométricas se realiza la evaluación y control de emisiones contaminantes en los vehículos. El equipo para la realización de estas pruebas se basa en un dinamómetro de chasis y un sistema de análisis de gases de emisión.

Existen varios tipos de dinamómetros: hidráulicos, de corrientes parásitas, de corriente directa, de corriente alterna, etc.. Su aplicación depende de la precisión y versatilidad que posean.

Los dinamómetros de chasis tienen una unidad de absorción de potencia para simular la masa inercial del vehículo y las condiciones de manejo, como puede ser resistencia o fricción al movimiento, en carretera o ciudad. La masa inercial se considera, de acuerdo a la norma, como el peso del vehículo más el peso de dos pasajeros.

IV.-Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales

No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico.

En México el 22 de octubre de 1993 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-CCAT-003-ECOL/1993 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, y de conformidad con el acuerdo mediante el cual se reforma la nomenclatura de 58 normas oficiales mexicanas, publicado en el referido órgano informativo el día 29 de noviembre de 1994, se cambió la nomenclatura de la norma en cuestión quedando como Norma Oficial Mexicana NOM-041-ECOL-1993, la cual,

se integran y complementan de manera coherente con base a los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

V.-Observancia de esta norma

La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, los Gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y en su caso de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas atribuciones. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Prevención y Control de la contaminación de la Atmósfera y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

La presente Norma Oficial Mexicana entró en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y ha tenido 4 modificaciones de ley a la fecha

VI.-Normas que rigen la prestación del servicio de reparación y mantenimiento en talleres y agencias automotrices

A partir del 22 de julio de 1995 las agencias y talleres automotrices deberán cumplir con la NOM-068-SCFI-1994, que es la Norma Oficial Mexicana de requisitos de información en la prestación del servicio de reparación y mantenimiento de automóviles.

La norma establece los requisitos de información que deben de cubrir todas las personas físicas o morales dedicadas a la prestación del servicio de reparación y/o mantenimiento de automóviles. A continuación se describen los aspectos más importantes.

1.- Objetivo y campo de aplicación.

La presente Norma Oficial Mexicana establece los requisitos de información que deben cubrir todas las personas físicas y morales dedicadas a la prestación del servicio de reparación o mantenimiento de automóviles.

2.- Definiciones.

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, se entiende por:

2.1 Consumidor.

La persona física o moral que contrata como destinatario final un servicio de reparación o mantenimiento de automóvil.

2.2 Proveedor.

Es toda persona física o moral que presta el servicio de reparación o mantenimiento en un taller o agencia automotriz.

2.3 Orden de servicio o contrato de adhesión

Es el documento elaborado unilateralmente por el proveedor para establecer en formatos uniformes los términos y condiciones aplicables a la prestación del servicio de reparación o mantenimiento.

2.4 Diagnóstico

Proceso de análisis para determinar la falla y proponer una reparación adecuada.

2.5 Presupuesto.

Es el documento que se elabora después de un diagnóstico o revisión, antes de efectuar la reparación, en el cual se detalla el precio de las operaciones, partes,

materiales y tiempo estimado necesarios para efectuar la reparación o mantenimiento, con una vigencia determinada.

2.6 Reparación o mantenimiento.

Son todas las operaciones y composturas, solicitadas en la orden de servicio, a las que se somete el automóvil para obtener condiciones de funcionamiento de acuerdo al estado de éste y que son realizadas a cargo y por cuenta del consumidor.

2.7 Automóvil

Vehículo automotor capaz de circular por las vías públicas destinado tanto al transporte de personas como de mercancías

2.8 Taller o agencia automotriz

Local establecido en donde se realiza la reparación o mantenimiento de automóvil.

2.9 Ley

Ley Federal de Protección al Consumidor.

2.10 NOM.

Norma Oficial Mexicana.

2.11 Procuraduría

Procuraduría Federal del Consumidor

3. Disposiciones generales.

3-1 La presente NOM es de interés y observancia general para todos los proveedores.

3.2 El consumidor puede desistir de la presentación del servicio en cualquier momento, abonando al proveedor el importe por los trabajos efectuados y partes colocadas o adquiridas hasta el retiro del automóvil.

3.3 Las órdenes de servicio que pretendan utilizar los proveedores para perfeccionar la prestación del servicio, deben quedar registradas en la procuraduría, y:

- a) Cumplir con lo dispuesto en la presente Nom.
- b) Estar escritas en español, sin prejuicio de que se expresen en otros idiomas.
- c) Ser legibles a simple vista.
- d) Celebrarse en moneda nacional, de conformidad con la ley de la materia.
- e) Contener las penas convencionales a las que se hacen acreedoras las partes por incumplimiento y el procedimiento para hacerlas efectivas.

f) Mencionar los aspectos relativos a las garantías.

3.4 El proveedor debe informar al consumidor sobre las consecuencias que puede sufrir el automóvil derivado del diagnóstico que se requiera para elaborar el presupuesto.

4. Elementos informativos.

Los proveedores deben de proporcionar información de manera clara, oportuna y veraz para evitar inducir a error o confusión al consumidor.

4.1 De la publicidad.

Todos aquellos medios utilizados para informar, promover o realizar publicidad relacionada con los servicios que se prestan en los talleres o agencias automotrices, deben observar lo que en este sentido marca la ley.

4.2 De la recepción.

El proveedor debe expedir al consumidor una orden de servicio para la recepción del automóvil, la cual debe contener, cuando menos, los siguientes puntos:

- a) El nombre y domicilio del proveedor y del consumidor respectivamente.
- b) Las características generales del automóvil: tales como marca, modelo, color, placas y número de kilómetros recorridos.
- c) Las condiciones generales en las que se encuentra el automóvil en cuanto a hojalatería, pintura, vestidura, cantidad de combustible cristales y equipo especial entre otros, al momento de entrar al taller o agencia automotriz.
- d) La fecha de recepción, firma del proveedor y la firma del consumidor al aceptar el presupuesto.
- e) La fecha compromiso para la entrega del automóvil indicando si quien proporciona las refacciones es el proveedor o el consumidor, en este último caso, la fecha de entrega se debe indicar a partir de que el consumidor proporcione las refacciones.
- f) Las penas convencionales a que se hacen acreedores tanto el proveedor como el consumidor por incumplimiento derivado de la prestación del servicio. Dichas penas deben ser equitativas.
- g) Forma de pago.

4.3 Del presupuesto.

El proveedor debe entregar al consumidor un presupuesto por escrito, para el servicio de reparación o mantenimiento solicitado, asimismo debe mencionar claramente al consumidor si la elaboración del presupuesto lleva erogación alguna, dicho presupuesto debe contener al menos, los siguientes puntos:

a) Las reparaciones a efectuar, elementos a reparar o sustituir, el costo de las refacciones y de la mano de obra, y además características que el proveedor considera pertinente, con indicación del precio total desglosado.

b) Los procedimientos en caso de variación en costos de rubros específicos por estar en la presupuestación fuera de su control.

c) La fecha prevista de la entrega del automóvil ya reparado, a partir de la aceptación del presupuesto.

d) En caso de que el presupuesto no sea aceptado por el consumidor, el automóvil debe devolverse en las condiciones en las que fue entregado antes de la realización del mismo.

e) El proveedor únicamente podrá proceder a la prestación del servicio una vez que el consumidor o la persona autorizada, haya concedido la conformidad mediante escrito.

4.4 De la entrega.

Los proveedores deben observar lo siguiente:

a) Entregar al consumidor en el comprobante de pago. La información desglosada de los conceptos y precios por mano de obra, refacciones, piezas, materiales y accesorios, utilizados en el servicio contratado; así como todos aquellos costos en que incurra y sean repercutidos al consumidor.

b) Entregar el automóvil en el plazo establecido en la orden de servicio. En caso de incumplimiento en la fecha de entrega pactada por causas imputables al proveedor, se aplicarán las penas convencionales establecidas en la orden de servicio.

c) Entregar las refacciones, partes o piezas sustituidas en la reparación o servicio del automóvil al momento de la entrega del mismo, salvo cuando: I) El consumidor exprese lo contrario. II) Las refacciones, partes o piezas sean cambiadas en uso de garantía. III) se trate de residuos considerados peligrosos de acuerdo con las disposiciones legales aplicables.

4.5 De la calidad del servicio.

Los proveedores deben observar lo siguiente:

a) Presentar de forma visible el horario de prestación de servicio al consumidor.

b) Hacerse responsable por las posibles descomposturas, daños o pérdidas totales, imputables a él, que sufran los automóviles mientras se encuentran bajo su resguardo, asimismo, se hacen responsables por el equipo o aditamentos que el consumidor haya notificado en el orden de servicio al momento de la recepción del automóvil, salvo que el consumidor exprese lo contrario.

c) Todos los elementos o piezas que los proveedores utilicen en sus reparaciones deben ser nuevos y adecuados al modelo y marca del automóvil, salvo que el consumidor exprese lo contrario.

d) Cuando existan fallas no contempladas en la orden de servicio o en el presupuesto, el proveedor, antes de proceder debe obtener la autorización de manera escrita por parte del consumidor para llevar a cabo trabajos extras.

e) Utilizar el automóvil para recorridos de prueba en zonas aledañas al taller o agencia automotriz y no para fines propios o de terceros, salvo de permiso expreso del consumidor.

f) Los recorridos de prueba para automóviles temporalmente al país, deben atender lo que en este sentido señalan las Reglas Fiscales de carácter general relacionados con el Comercio Exterior.

4.6 De las tarifas.

Los proveedores sin menoscabo de lo que en este sentido marca la ley, deben observar los siguientes aspectos.

a) Tener disponible al consumidor de forma permanente las tarifas vigentes por concepto de mano de obra, así como de los diferentes servicios ofrecidos.

b) Tener disponibles en todo momento los catálogos y precios actualizados, de las piezas y partes que ofrezcan a los consumidores.

c) En caso de que el taller o agencia automotriz acepte el pago en moneda extranjera debe indicar el establecimiento, el tipo de cambio al cual tomará la divisa correspondiente.

d) En caso de que el proveedor contemple dentro de sus tarifas, cobros por conceptos de seguros de protección para el automóvil dentro de sus instalaciones, debe manifestarlo de forma clara y explícita en la orden de servicio.

4.7 De las garantías.

Sin perjuicio de lo que en este sentido marca la ley, el proveedor debe señalar en el comprobante de pago aspectos relativos a:

a) Las condiciones, vigencia y procedimientos que debe seguir para hacer válida la garantía.

El período de garantía, el cual se entenderá cuando menos desde la fecha de entrega del automóvil y tendrá validez siempre y cuando el mismo no sea reparado por terceros.

c) Responder por la garantía del servicio efectuado, sin cargo alguno para el consumidor sobre las refacciones y mano de obra utilizadas, salvo aquellas refacciones que por sus características no tengan garantía, las cuales deben quedar contempladas en la orden de servicio.

En caso de que el proveedor no cumpla con la entrega del automóvil en la fecha pactada, derivado de la prestación del servicio de garantía, se aplicarán las penas convencionales establecidas en la orden de servicio.

4.8 De la atención de quejas y reclamaciones.

El proveedor debe dar a conocer a los consumidores en la orden de servicio:

a) Las instancias mediante las cuales el consumidor puede presentar su queja, reclamación o inconformidad.

b) Los mecanismos de atención y resolución de quejas y reclamaciones.

c) Los lugares y horarios de atención al consumidor.

Verificación

El incumplimiento a lo dispuesto en la presente NOM debe ser sancionado por la Procuraduría, conforme a lo dispuesto en la ley, así como por las dependencias competentes, con base a los ordenamientos legales aplicables.

6. Concordancia con Normas Internacionales

Esta NOM no coincide con ninguna norma internacional por no existir referencia disponible al momento de su elaboración.

VII.-Consideraciones a observar en una prueba de verificación de gases

a) Revisión visual del vehículo antes de la prueba

Las condiciones que debe reunir el vehículo para someterlo al procedimiento de medición previsto en esta norma son:

- El técnico debe revisar que los componentes de emisiones y elementos de diseño que han sido incorporados o instalados en el vehículo por el fabricante del mismo con el propósito de cumplir con las normas de control de emisiones aplicables a la unidad no han sido:

- Retirados del sistema de control de emisiones del vehículo.
- Alterados para que el sistema de control de emisiones no funcione correctamente.
- Reemplazados con un componente que no fue vendido por su fabricante para este uso.
- Reemplazados con un componente que no tiene la capacidad de conectarse a otros componentes de control de emisiones.
- Desconectados aunque el componente esté presente y montado correctamente al vehículo.

- El técnico debe asegurar que el escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y que no tenga ninguna salida adicional a las de diseño que provoque una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos.
- Los siguientes dispositivos del vehículo deben encontrarse en buen estado y operando adecuadamente:
- Filtro de aire, tapón del depósito de aceite y del tanque de gasolina, nivel de aceite del cárter sistema de ventilación del mismo, filtro de carbón activado y mangueras de conexión al motor y al tanque.

b) Preparación del vehículo para la prueba.

Se debe llevar a cabo una preparación del vehículo antes de iniciar la prueba de medición. Por lo que toca al vehículo, el técnico deberá:

- Revisar que el control manual del ahogador no se encuentre en operación.
- Revisar que los accesorios del vehículo estén apagados. Esto incluye las luces y aire acondicionado.
- Asegurarse que el motor del vehículo funcione a su temperatura normal de operación.
- Asegurarse que en el caso de transmisiones automáticas, el selector se encuentre en posición de estacionamiento o neutral, y en el caso de transmisiones manuales o semiautomáticas, que dicho selector este en neutral y sin presionar el pedal del embrague.

c) Procedimientos de medición

Método de prueba estática

El método de prueba estática es un procedimiento de medición de las emisiones de los gases de hidrocarburos, monóxido de carbono, bióxido de carbono y oxígeno a la salida del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motores que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles

alternos. El método de prueba estática consiste en tres etapas: una revisión visual de humo, una prueba de marcha crucero y una prueba de marcha lenta en vacío.

Prueba de revisión visual del humo.

- Se debe conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de ignición del motor del vehículo y efectuar una aceleración a 2.500 ± 250 revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Si se observa emisión de humo negro o azul y éste se presenta de manera constante por más de 10 segundos, no se debe continuar con el procedimiento de medición y deberán tener por rebasados los límites máximos permisibles establecidos en la norma oficial mexicana correspondiente. Esta prueba no debe durar más de un minuto.
- La emisión de humo azul es indicativa de la presencia de aceite en el sistema de combustión y la emisión de humo negro es indicativa de exceso de combustibles no quemado, y por lo tanto cualquiera de los dos indican altos niveles de emisión de hidrocarburos entre otros contaminantes.

Prueba de marcha en crucero.

- Se debe introducir la sonda de medición al tubo de escape de acuerdo con las especificaciones del fabricante del propio equipo, asegurándose de que ésta se encuentre perfectamente fija. Se procede a acelerar el motor del vehículo hasta alcanzar una velocidad de 2.500 ± 250 revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Después de 25 segundos consecutivos bajo estas condiciones de operación, el técnico debe de terminar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registra estos valores. Esta prueba no debe durar más de un minuto.

Prueba de marcha lenta en vacío.

- Se produce a desacelerar el motor del vehículo a la velocidad de marcha en vacío especificada por su fabricante que no será mayor a 1.100 revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Después de 25 segundos consecutivos bajo estas condiciones de operación, el técnico debe terminar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registra estos valores. Esta operación no debe durar más de un minuto.

Análisis de resultados.

- Se considera que un vehículo pasa la prueba cuando ninguno de los valores registrados en las lecturas de las pruebas en *marcha lenta en vacío* y en *marcha en cruceo* rebasan los niveles máximos permisibles previstos en la norma oficial mexicana respectiva. En el caso de que un vehículo cuente con doble sistema de escape, la medición debe efectuarse en cada uno de ellos, considerando como valor de emisión de cada uno de los contaminantes, el promedio de lecturas registradas en cada sistema de escape.

Método de prueba dinámica con carga constante

El método de prueba dinámica con carga constante es otro procedimiento de medición de las emisiones de los gases de hidrocarburos, monóxido de carbono, bióxido de carbono y oxígeno a la salida del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motores de gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

El método de prueba dinámica con carga constante consiste en tres etapas: una revisión visual de humo, una prueba dinámica con carga y una prueba de marcha lenta en vacío.

Prueba de revisión visual del humo.

- Se debe efectuar una aceleración al motor del vehículo a $2,500 \pm 250$ revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Si se observa emisión de humo negro o azul y éste se presenta de manera constante por más de 10 segundos, no se debe continuar con el procedimiento de medición y se tendrán por rebasados los límites máximos permisibles establecidos en la norma oficial mexicana correspondiente. Esta prueba no debe durar más de un minuto.
- La emisión del humo azul es indicativa de la presencia de aceite en el sistema de combustión y la emisión de humo negro es indicativa de exceso de combustible no quemado, y por lo tanto, cualquiera de los dos indican altos niveles de emisión de hidrocarburos entre otros contaminantes.

Preparación para la prueba dinámica:

- Se debe posicionar las llantas motrices del vehículo en los rodillos del dinamómetro de chasis y asegurar el vehículo de tal forma que impida su movimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante del dinamómetro.
- El técnico debe determinar la carga y velocidad a aplicar al vehículo de acuerdo con los siguientes datos

No. de cilindros	Velocidad del rodillo (km/h)	Carga aplicada (bhp)
4 ó menos	40	2.8-4.1
5-6	40	6.8-8.4
7 ó más	40	8.4-10.8

Prueba dinámica.

- Con el vehículo en marcha, se procede a acelerarlo en segundo o tercer engrane (escogiendo aquél que permita una operación del motor en condiciones estables y sin forzarse), hasta que el vehículo alcance la velocidad de rodillo que es especificada. Si el vehículo está equipado con transmisión automática se probará en segundo engrane.
- Se ajusta la carga al dinamómetro de acuerdo con los valores estipulados en la tabla 2 y se opera el vehículo en condiciones estables de funcionamiento durante un mínimo de 30 segundos.
- Después de 25 segundos consecutivos bajo estas condiciones de operación, el técnico debe determinar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registrar estos valores. Esta operación no debe durar más de un minuto.
- En el caso de que un vehículo no pueda alcanzar la velocidad o mantener la carga especificada en la tabla o que por su diseño no pueda instarse en el dinamómetro, se deberá aplicar el método de prueba estática.

Prueba de marcha lenta en vacío

- Se produce a desacelerar el motor del vehículo a la velocidad de marcha en vacío especificada por su fabricante que no sea mayor a 1,100 revoluciones por minuto, colocando la transmisión en neutral. Se debe mantener esta velocidad durante un mínimo de 30 segundos. Después de 25 segundos

consecutivos bajo estas condiciones de operación, el técnico debe de determinar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registrar estos valores. Esta operación no debe durar más de un minuto.

Análisis de resultados

- Se considera que un vehículo pasa la prueba cuando ninguno de los valores registrados en las lecturas de las pruebas en marcha lenta en vacío y en la dinámica rebasan los niveles máximos permisibles previstos en la norma oficial mexicana respectiva.
- En el caso de que un vehículo cuente con doble sistema de escape, la medición debe efectuarse en cada uno de ellos, considerando como valor de emisión de cada uno de los contaminantes, el promedio de las lecturas registradas en cada sistema de escape

Prueba del tapón del tanque de combustible

- El procedimiento de medición consiste en una prueba de sellado del tapón montado en un dispositivo de prueba, utilizando el cuello apropiado para el tapón de que se trate. Se presuriza el dispositivo a la presión especificada en la tabla de abajo y ya alcanzada la presión especificada, se mide la caída de presión en pulgadas de agua durante el período especificado en la misma tabla.

Análisis de resultados

- Se considera que el vehículo pasa la prueba cuando no existe una fuga que dé como resultado una caída de presión mayor que el límite establecido.

Los límites permisibles de caída máxima de presión para vehículos automotores en circulación que usan gasolina u otros combustibles alternos líquidos, son los establecidos en la tabla

Año -Modelo del vehículo	Tipo de prueba	Presión inicial (pulg.H ₂ O)	Caída máxima de presión (pulg.H ₂ O)	Caída máxima de presión en segundos
Todos	Sellado del tapón del tanque de combustible	14+/-0.5	2.0	20

d) Registro de datos

El centro de verificación debe registrar los resultados de las pruebas de verificación en medio magnético para su envío a las autoridades cuando éstas así lo requieren.

Los datos mínimos requeridos son:

DATOS DEL CENTRO

<i>Descripción</i>	<i>Formato</i>	<i>Caracteres</i>
Número de folio del certificado	N	8
Número de centro	N	3
Fecha de la prueba	F	6
Hora de la prueba	A	5
Tipo de verificación	A	1

DATOS DEL PROPIETARIO DEL VEHÍCULO

<i>Descripción</i>	<i>Formato</i>	<i>Caracteres</i>
Nombre	A	25
Domicilio	A	25
Colonia	A	15
Código Postal	N	5
Delegación o municipio	N	3
Estado	N	2

DATOS DEL VEHÍCULO

<i>Descripción</i>	<i>Formato</i>	<i>Caracteres</i>
Lectura del odómetro	N	7
Año modelo del vehículo	N	2
Ciudad de registro	A	10
Placas	A	7
Clase	N	2
Tipo de combustible	N	1
Marca	N	3
Submarca	A	8
Tipo de servicio	N	2
Número de cilindros	N	1
Alimentación de combustible	N	1

DATOS DE LA PRUEBA

<i>Descripción</i>	<i>Formato</i>	<i>Caracteres</i>
Secuencia de prueba	A	1
HC Marca lenta en vacío	N	4
CO Marca lenta en vacío	N	4
CO2 Marca lenta en vacío	N	4
O2 Marca lenta en vacío	N	4
RPM Marca lenta en vacío	N	4
HC Marcha cruceo o prueba dinámica	N	4
CO Marcha cruceo o prueba dinámica	N	4
CO2 Marcha cruceo o prueba dinámica	N	4
O2 Marcha cruceo o prueba dinámica	N	4
NO Marcha cruceo o prueba dinámica	N	4
RPM Marcha cruceo o prueba dinámica	N	4

RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN

<i>Descripción</i>	<i>Formato</i>	<i>Caracteres</i>
Emisiones por el escape (Aprobado. No aprobado)	A	1
Sellado del tapón (Aprobado. No aprobado)	A	1

CLAVE DEL FORMATO:

- N = Numérico
- A = Alfanumérico
- F = Fecha

3.2.- Análisis de los gases de escape del automóvil.

Un analizador de gases de escape es un aparato que mide los contaminantes dañinos que emite el vehículo. Para detectar los gases de escape se coloca una sonda en la tubería de salida. El técnico utiliza la información del análisis del gas de escape para determinar el estado del motor y de los sistemas de control de emisiones del automóvil.

El analizador de cuatro gases mide el contenido de HC, CO, CO₂ y O₂. Los hidrocarburos (HC) y el monóxido de carbono (CO) son contaminantes tóxicos. El dióxido de carbono (CO₂) y el oxígeno (O₂) no son tóxicos. Los cuatro gases proporcionan información sobre la operación, eficiencia de la combustión y eficacia de los sistemas de control de emisiones del motor. Los analizadores de gases de escape miden el HC en partes por millón. El CO, CO₂ y O₂ se miden como porcentaje del volumen de gas de escape. A continuación aparecen algunas causas que pueden provocar lecturas altas en los distintos gases de escape del motor:

1.- Lecturas de hidrocarburos (HC)

Las lecturas de hidrocarburos se miden en partes por millón (ppm). Una lectura de 100 ppm significa que existen 100 partes de HC por cada millón de partes del gas de escape. Una lectura de HC mayor de la normal significa que hay demasiado combustible sin quemar en el escape. Ello puede ser causado por:

1. Una mezcla rica de aire/combustible: el motor esta recibiendo demasiado combustible; problema del inyector de combustible, de un limpiador de aire restringido, de la computadora o del sensor.
2. Problema del sistema de encendido: bujías; tapa o rotor del distribuidor defectuosos, lo que impide que algunos de los cilindros se encienda de vez en cuando.
3. Tiempo del encendido incorrecto: computadora, sensor o problema de distribuidor o ajuste incorrecto del encendido.

4. Problema del sistema de control de emisiones: válvula PVC, convertidor catalítico o control de purgas del cánister.
5. Problema mecánico del motor: anillos desgastados, cilindro desgastado, demasiado escape por los anillos, junta de la cabeza con fugas, válvulas quemadas, guías de válvula desgastadas, sellos del vástago de la válvula defectuosos.

En los puntos 1 y 3 es donde SAEC puede auxiliar en el diagnóstico.

II.- Lecturas de monóxido de carbono (CO)

El contenido de monóxido de carbono se mide como porcentaje del voltaje del gas de escape. Una lectura del 2% significa que 2% del gas de escape es monóxido de carbono. Una lectura de CO mayor que la normal es causada por una relación aire/combustible excesivamente rica. Una lectura de CO menor que la normal resulta de una mezcla de aire/combustible demasiado pobre. Una lectura alta de CO puede ser causada por:

1. Inyector de combustible en fuga: permite que el combustible entre al motor cuando el inyector se supone que está cerrado.
2. Problema en la computadora o en sensor de entrada: que resulte en inyección de demasiado combustible.
3. Problemas del sistema de control de emisiones: PVC, convertidor catalítico, control de purga.
4. Tiempo de encendido incorrecto: computadora, problema en el sensor de entrada o en el distribuidor, o ajuste del tiempo de encendido inadecuado.
5. Problema del sistema de control de aire en marcha, inspección de los sistemas de control de emisiones.

En los puntos 2 y 4 es donde SAEC puede auxiliar en el diagnóstico.

III.- Lecturas de bióxido de carbono (CO₂)

El contenido de bióxido de se mide como un porcentaje del volumen de gas de escape. Una lectura de bióxido de carbono del 10% significa que 10% de todo el volumen de gas de escape está formado de bióxido de carbono. Las lecturas de CO₂ deben estar por lo general por arriba del 8%. El bióxido de carbono se forma durante la combustión combinándose una molécula de carbono con dos moléculas de oxígeno. El contenido de bióxido de carbono se compara normalmente con el contenido de oxígeno, como una ayuda en el diagnóstico de la eficiencia de la combustión. Cuando el contenido de CO₂ es mayor que el contenido de O, la relación aire/combustible está del lado pobre de la relación estequiométrica es la teóricamente perfecta para la combustión completa. Una relación estequiométrica es de aproximadamente 14.7:1.

A través del análisis de sensores como el TPS, MAP, MAT, EGO y KS, SAEC puede auxiliar en el diagnóstico.

IV.- Lecturas de oxígeno (O)

El contenido de oxígeno se mide como porcentaje del volumen de gas de escape. Las lecturas de O deberán estar normalmente entre 0.1 y 0.7%. Se necesita oxígeno en los gases de escape para ayudar en la combustión de HC y de CO en le convertidor catalítico de escape del sistema. Dado que se agrega aire al escape mediante el sistema de inyección o de pulsación de aire. El contenido de O en el escape indica también si la mezcla aire/combustible es rica o pobre da una lectura más alta de O. Una mezcla excesivamente pobre puede causar fallas en el entendido por mezcla pobre y una lectura de O excesivamente alta.

A través del análisis de sensores como el TPS, CTS, EGO y KS, SAEC puede auxiliar en el diagnóstico.

Capítulo 4.- Diseño y construcción de un adquisidor de señales eléctricas

4.1.- Puerto serie.

a) ¿Qué es un puerto?

Un puerto le permite a una computadora controlar, utilizar y establecer comunicación entre otros equipos periféricos, tal como discos duros externos, impresoras, modems, mouse e incluso otras computadoras. Los puertos de comunicación más utilizados son los seriales a través de un conector RS-232, y los paralelos a través de un conector Centronics, estos generalmente se ubican en la parte posterior de la computadora.

Un puerto serial transmite o recibe datos bit a bit, en tanto que un paralelo los transmite o los recibe byte a byte.

Existen otros tipos de puertos, tales como el bus port, puerto de ratón y puerto de juegos para conecta un joystick. El puerto SCSI se utiliza para conectar este tipo de periféricos.

Además de los puertos anteriores, también existe el puerto de comunicación de la señal de video, el cual varía de acuerdo al tipo de monitor.

Los puertos además tienen una distinción física: el número de pines y el tipo de conector. Es macho cuando los pines del puerto están hacia afuera, y es hembra si el puerto tiene los orificios correspondientes y el número exacto para aceptar los pines del macho.

Un puerto serial de la computadora generalmente es macho y el puerto de un modem es hembra. Para poder conectar ambos entre sí, se utiliza un cable RS-232 hembra a macho, conectando el lado macho de la computadora al hembra del cable y el lado macho del mismo al lado hembra del modem.

b) Comunicación en línea del puerto serial

Para utilizar la comunicación en línea, se deben conocer los parámetros de envío y recepción del puerto (baud, velocidad, paridad, bits de datos y bits de alto). Los parámetros se cumplen mediante software especial de comunicación o utilizando el comando MODE de DOS, que ayuda también al direccionamiento adecuado de los puertos.

La transmisión asíncrona se realiza caracter a caracter y pueden pasar diferentes períodos de tiempo en el envío de ellos. No existen circuitos de reloj, por lo que los circuitos pueden procesar la información cuando sea recibida. Cada caracter lleva adjunta una señal de inicio y paro. Cuando se termina la recepción de la señal, el caracter es reconocido por dicha señal, y el tiempo que se toma para la recepción de los caracteres no importa. Este tipo de transmisión tiene 20% más utilización para el reconocimiento de cada caracter comparada con la transmisión síncrona. Los pines 2, 3 y 7 son de los más importantes y comúnmente los pines 1 a 8 y 20 son utilizados en comunicaciones seriales.

Con la transmisión síncrona los caracteres son transmitidos con una señal de reloj común que se aplica a los registros de recepción y transmisión. Las aplicaciones síncronas requieren que por lo menos los siguientes pines funcionen correctamente: 1,2,3,4,5,6,7,8,15,17 y 20.

Algunas veces estos pines son conmutados por DTE y DCE pero la señal del pin 4 siempre fluye a través de DCE a DTE. Los conectores seriales hembras comúnmente son DCE , en tanto los conectores seriales machos pueden ser ambos.

DCE (Data Communications Equipment, Equipo de Comunicación de Datos) Envía una señal al pin 4 cuando se quiere dar inicio al envío de datos, entonces los datos se envían al pin 2 y los datos son recibidos en el pin 3.

DTE (Data Terminal Equipment, Equipo Terminal de datos) Se recibe la señal en el pin 4, envía los datos al pin 3 y recibe los datos en el pin 2.

El puerto serial tiene las siguientes características:

- 200mA de corriente en el lazo (loop) de la interfaz
- 1 lógico = 20mA durante el pulso
- 0 lógico = no hay flujo de corriente
- Pin 18 + recibe la corriente de datos del lazo
- Pin 25 - recibe la corriente de datos de regreso del lazo
- Pin 9 + transmite la corriente de datos de regreso
- Pin 11 - transmite corriente de datos al lazo

Líneas de Datos. Un voltaje DC positivo mayor que +3V indica un cero lógico, un valor de -3V indica un uno lógico. Los voltajes pueden tener un rango de +-25 Volts DC.

Líneas de control. Las líneas de los niveles de señal de voltaje son las mismas que las de datos, excepto por los niveles de voltaje +3V o mayores indican CIERTO y niveles de voltaje de -3V o más negativos indican falso.

Algunos problemas con adaptadores de puertos seriales pueden ser causados por:

1. Deficiencias de E/S de direcciones con otra tarjeta, los jumpers no se encuentran conectados correctamente. Para corregir este problema se debe hacer una revisión de las direcciones de las tarjetas que se utilizan, además de checar la configuración que se tenga con los jumpers. Se debe estar seguro que los puertos seriales (COM) estén definidos correctamente en su IRQ.
2. Mal funcionamiento de algún chip en la tarjeta adaptadora. Para llevar a cabo una adecuada revisión de este problema, se debe realizar la prueba de LOOP BACK, en la cual se utiliza un conector serial

- especial, y mediante un programa se realiza el envío de caracteres y se deben recibir los mismos. si no es así existe una falla.
3. La tarjeta de puertos no se encuentra en la ranura de expansión correctamente.
 4. El software no se encuentra programado correctamente; por ejemplo, en el programa se despliegan COM3 y COM4, pero el equipo sólo reconoce COM1 y COM2.
 5. Los cables utilizados no son los adecuados. Algunos cables de modem asincronos no tiene los suficientes hilos para soportar las señales adicionales que se requieren para comunicaciones sincronas.
 6. Se realizó mal soldadura en alguna unión. Se debe revisar la misma y si es posible corregirla.
 7. No se encuentran instalados los circuitos para un segundo puerto serial.
 8. Los circuitos del puerto no están conectados u orientados correctamente en su base.
 9. La recepción o transmisión de caracteres se pierde; el puerto se encuentra cerrado. Se debe verificar que los chips de puerto serial utilizados para la computadora empleada son los adecuados, si no es así es necesario reemplazarlos por los correctos, que comúnmente se especifican en los manuales de cada computadora.

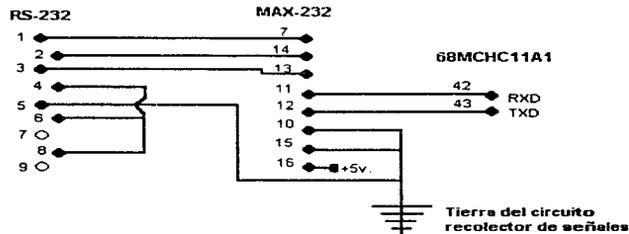
En la siguiente tabla, se proporcionan las velocidades de transmisión posibles en el puerto serial, así como las longitudes máximas de los cables a utilizar para ellas.

Velocidad (Bauds)	Máxima distancia (m)
300	1219.2
1200	304.8
1800	198.12
2400	152.4
4800	76.2
9600	45.72

4.2.- Modem nulo.

Una interfaz RS-232 denominada "Modem Nulo" o "Modem Eliminator" puede ser usada entre una computadora y una impresora serial, o entre dos computadoras, o entre la computadora y otro dispositivo. Este modem no es un modem del todo, es un cable o un conjunto de conectores designados para eliminar la necesidad de un modem. El modem nulo hace que una computadora opere como si esta estuviera comunicada con un modem. Este cable esta basado en la norma RS-232 y esta capacitado para manejar un gran rango de dispositivos, desde lentos a rápidos, e incluye un amplio rango de opciones de velocidad (150bps, 300bps, 600bps, etc, arriba de los 19600bps, o superior). Existen varias formas de realizar la conexión de este cable, a continuación mostramos la empleada en el proyecto SAEC.

Cable de modem nulo para el sistema SAEC



4.3.- Microprocesador MC68HC11A1.

a) Acerca del microprocesador

El microprocesador de MC68HC11A1 es un microprocesador de 8bits encapsulado en un chip periférico. La familia de microprocesadores HC11 se compone de una gran variedad de microprocesadores los cuales pueden ser

identificados por el No de serie que esta impreso en la parte superior del microprocesador.

Este No de serie se estructura de la siguiente manera:

XX 68HC X 11 XX

XX:

MC - Calidad total
XC - Prueba de producción
M - Generalidades de la familia HC11

68HC:

Motorola.HCMOS

X:

7 - EPROM para programas.
8 - EEPROM O ROM para programas.
Nada - ROM no hay memoria asignada para programas.

11:

El procesador pertenece a la familia del HC11

XX:

Tipos de el procesador con el que se cuenta (Familia)

A0
A1
E1
D5
F1
E9
0
0
1
9 ETC.

b)Características

El Microprocesador HC11 presenta las siguientes características:

1. Ocupa un área muy pequeña.
2. Trabaja a una alta velocidad y con poco consumo de energía.
3. La inmunidad al ruido es muy alta.

c) Microprocesador MC68HC11A1

Este microprocesador presenta el mismo funcionamiento de los microprocesadores que componen a la familia A: es de alta velocidad, bajo consumo de energía, cuentan con buses multiplexados, puede operar con frecuencias de hasta 3 Mhz; la única diferencia es la capacidad de almacenamiento en el registro CONFIG y el hecho de poseer o no una ROM o EEPROM.

Los microprocesadores que pertenecen a la familia A en general están integrados por los siguientes elementos:

1. M68HC11 CPU
2. Power Saving (ahorro de energía), es decir, almacena energía y se puede manejar con poca energía.
3. 8KBytes en ROM
4. 512KBytes en EEPROM
5. 256kbytes en RAM, los cuales conserva en modo Standby
6. 16 Bits en el sistema de Timer
7. 8 Bits en el acumulador de pulsos
8. Circuito interruptor de Tiempo Real
9. Sistema de Watchdog para verificar su correcta operación
10. Interface Serial Periférica Sincrona, SPI (Serial Peripheral Interface).
11. Interface Serial de comunicaciones, SCI (Serial Communications Interface), asincrona con no retorno a cero, NRZ (Non Return to Zero)
12. Convertidor Analógico/ Digital (A/D), con 8 canales de 8 bits.
13. Puertos A, B, C, D, E que en su totalidad constituyen 38 pines de propiedades, general de los cuales:
 - 16 pines son bidireccionales.
 - 11 pines son solo de entrada.
 - 11 pines son solo de salida.

•Tabla de pines del 68MCHC11:

Nº Pin	Función	Nº Pin	Función
1	Vss	27	PA 7 / PA 1 / OCI
2	MODB / USTBJ	28	PA 6 / OC 2 / OCI
3	MODA / LTR	29	PA 5 / OC 2 / OCI
4	STRA/AS	30	PA 4 / OC 4 / OCI
5	E	31	PA 3 / OC 5 / IC 4 / OCI
6	STRB / RIW	32	PA 2 / OCI
7	XTAL	33	PA 1 / IC 2
8	XTAL	34	PA 0 / IC 3
9	PC 0 / ADDR 0 / DATA 0	35	PB7 / ADDRIS
10	PC 1 / ADDR 1 / DATA 1	36	PB6 / ADDR 14
11	PC 2 / ADDR 2 / DATA 2	37	
12	PC 3 / ADDR 3 / DATA 3	38	
13	PC 4 / ADDR 4 / DATA 4	39	
14	PC 5 / ADDR 5 / DATA 5	40	
15	PC 6 / ADDR 6 / DATA 6	41	
16	PC 7 / ADDR 7 / DATA 7	42	PB0 / ADDR 8
17	RESET	43	PE 0 / AN 0
18	XIRQ / VPPE	44	PE 4 / AN 4
19	IRQ	45	PE 1 / AN 1
20	PD 0 / RXD	46	PE 5 / AN 5
21	PD 1 / TXD	47	PE 2 / AN 2
22	PD 2 / MISO	48	PE 6 / AN 6
23	PD 3 / MOSI	49	PE 3 / AN 3
24	PD 4 / SCK	50	PE 7 / AN 7
25	PD 5 / SS	51	VRL
26	VDD	52	VRH

El funcionamiento de los puertos corresponderá de manera directa a las funciones que tiene asociada cada uno de los pines para cada uno de los puertos, los puertos A, D y E no dependen del modo de operación con el que este trabajando.

Puerto A: El pin PA7 puede ser configurado para una señal de entrada o salida del propósito general. O bien puede ser configurada como una función OCI. Este pin PA7 también puede funcionar como señal de entrada al acumulador de pulsos. Los pines PA6 a PA4 son configurados como pines de salida de propósito general o bien puede configurarse como señales IC.

Puerto B: El puerto B presenta ocho pines los cuales son configurados como una señal de salida en modo Strobe cuando un pulso aparece en la señal STRB con lo cual el dato se escribe o se manda al puerto B.

En el modo de operación Expanded Multiplexed todos los pines del puerto B actúan como direcciones de la señal de salida durante cada ciclo del microcontrolador.

Los bits 5 a 8 (ADDR15 a ADDR8) del bus de direcciones son mandados a los pines PB7 a PB0 del puerto B.

El registro del puerto B es considerado como una dirección externa en este modo.

Puerto C: Presenta 8 pines bidireccionales o de entrada salida de propósito general o bien los 8 pines pueden actuar de manera alternante con el registro denominado Post CL, el cual se cierra proporcionando una transmisión de entrada a la señal STRA.

El puerto C también puede ser configurado en modo handshake para el dispositivo paralelo de entrada salida donde, la entrada STRA.

En el modo expanded multiplexed todos los pines del puerto C son configurados como señales multiplexed address / Data.

Cuando este trabaja en el estado de dirección para cada ciclo del microcontrolador los bits 7 a 0 de las direcciones son mandados a los pines PC7 a PC0.

En la posición o estado de data para cada ciclo del microcontrolador los pines PC7 a PC0 son bidireccionales (en este caso la señal E deberá estar en nivel alto).

Puerto D: Los pines PD5 a PD0 pueden ser configurado como señales de entrada o salida de propósito general estos pines funcionan alternativamente con las interfaces SPI y la SCI cuando estos subsistemas son habilitados.

El pin PD0 corresponde a la señal RXD que será transmitida a la interfaz SCI.

El pin PD1 recibe la señal TXD que es transferida por la interfaz SCI.

Los pines PD5 a PD2 se relacionan directamente con la interfaz SPI.

El pin PD2 corresponde a la señal MOS1 (Master N SLAVE Out).

El pin PD3 corresponde a la señal MOB1 (Master Out Slave in)

El pin PD4 corresponde a la señal SCK

El pin PDS corresponde a la señal SS (Slave Select).

El puerto E: Todos los pines del puerto E pueden ser configurados como pines de entrada de proporción general o bien pueden ser configurados como pines de entrada para el convertidor analógico digital.

Si se requiere un alta precisión o exactitud por parte del convertidor A/D las lecturas en el puerto E se evitan o se ignoran durante el muestreo sin embargo estas señales pueden ser consideradas como pequeñas perturbaciones que pueden disminuir aunque en poca proporción la precisión o exactitud del convertidor A/D.

Modo de recepción de internación para el SCI; durante la operación de recepción, se recibirá de una manera frecuencial. La información trasmitida (de forma externa).

El registro serial de transferencia recibe los datos y los transfiere al registro paralelo de recepción de dato (SCDR), como una palabra completa y no bit a bit.

Esta doble operación del buffer permite que un caracter pueda ser recibido en frente por le (shiff register), mientras el resto de los caracteres de la palabra se encuentra en el registro (SCDR).

Un dato que es recibido se retoma nuevamente para ser identificado como un dato válido o bien como una señal de ruido, el dato de entrada es muestreado selectivamente para detectar que se esta recibiendo la información y por otra parte para que los circuitos determinen el valor y la integridad de cada bit.

El MC68HC11A8, MC68HC11A1, y MC68HC11A0, unidades microcontroladoras de alto desempeño, basadas en la familia M68HC11,

Estos chips de alta velocidad y bajo consumo de energía tienen bases multiplexados y un diseño completamente estático. Los chips pueden operar a frecuencias de 3 Mhz a DC. Los tres microcontroladores son creados con el mismo modelo, la única diferencia son los valores almacenados en le registro CONFIG, y en todo caso la ROM o EEPROM es probado y garantizado.

4.4.- Programa PcBug11.

a)Programa PcBug11

El programa Pcbug11 permite programar cualquier miembro de la familia del M68HC11 y examina el comportamiento de los periféricos internos bajo condiciones específicas. En adición, se puede ejecutar programas de creación propia en el microcontrolador: los procesos de breakpoint, (punto de interrupción) y trazo (paso a paso) están disponibles.

b)Convenciones de terminología

- El acrónimo MCU denota cualquier miembro de la familia de H68HC11 microcontroladores.

Por lo anterior se decidió abandonar esa idea y probar con un microcontrolador MC68HC11A1, ya que, nos ofreció en un solo componente todo lo que necesitábamos en este proyecto:

- **Convertidor analógico/digital:** Este microcontrolador cuenta con un bloque que genera la conversión analógica seleccionada por un multiplexor, a través del cual se va a elegir alguno de los canales de entrada; todas las operaciones del convertidor son controladas por los bits en el registro ADCTL. Para seleccionar la entrada analógica a ser convertida, los bits del registro ADCTL indican el status de conversión y control, si la conversión desarrollada es simple o ciclica (cuando la conversión es ciclica el microcontrolador toma una entrada analógica y la convierte a digital cuatro veces antes de entregarla al registro en donde se colocaran los resultados). Finalmente los bits del registro ADCTL determinan si la conversión es desarrollada, tomando las muestras de un solo canal o de canales múltiples. Cuatro registros de 8 bits ADR 4 a 1 almacena los resultados de la conversión. Cada uno de estos registros puede ser accedido por el procesador en el CPU, la bandera de conversión completa CCF (Conversion Complete Flag) indica cuando el dato válido esta presente en el registro de resultados.
- **El funcionamiento de puertos de manera directa a las funciones que tiene asociada cada uno de los pines:** los puertos A, D y E no dependen del modo de operación, pero los puertos B y C funcionarán de acuerdo al modo de operación con el que se este trabajando. En el puerto D (el cual tiene la características que nos interesan), los pines PD5 a PD0 pueden ser configurados como señales de entrada o salida de propósito general, pero también como parte del sistema de Interfaz Serial de Comunicaciones (SCI). El pin PD0 corresponde a la señal RXD del puerto serie, el pin PD1 recibe la señal PDX del mismo puerto, el pin PD2 corresponde a la señal MISO (Master In Slave Out), el pin PD3 corresponde a la señal MOSI (Master Out Slave In). El pin PD4 responde a la señal SCK, el pin PD5 responde a la señal SS (Slave Select). En el caso del puerto E (el cual tiene otras características que nos interesan), todos los pines del puerto pueden ser configurados como pines de entrada

de propósitos generales o bien, como entradas al convertidor analógico digital.

Dadas las características que nos ofrece el microcontrolador MC68HC11A1, concentradas en un solo circuito integrado se eligió a este como el circuito base del proyecto

b) El MAX232

Una vez iniciado el proceso de construcción del adquisidor de señales utilizando como circuito base el microcontrolador MC68HC11A1, nos encontramos con otra dificultad, puesto que el puerto serie de una computadora trabaja con voltajes de ± 15 VCD y el puerto D del microcontrolador, opera con un rango de 0 a 5 VCD, requeríamos un circuito de acoplamiento, para tal efecto recurrimos al circuito integrado MAX232, el cual fue fabricado especialmente para cubrir los requerimientos de la norma del puerto serie RS232; este circuito cuenta con dos transmisores y dos receptores RS232, esto otorga la posibilidad de controlar los dispositivos, ya sea en forma independiente, o como maestro y esclavo, al alambrear el MAX232 como maestro y esclavo proporciona la posibilidad de recibir y retransmitir una señal.

El MAX232 está dividido en tres partes dobles, transmisor, receptor y convertidor de voltaje. El convertidor doble de voltaje tiene dos secciones, la primera utiliza un capacitor externo C1 para duplicar los 5 V de entrada a 10 V, con una impedancia de salida de aproximadamente de 200 ohms; la segunda emplea un capacitor externo C2 para convertir los 10 V a -10 V con una impedancia de 450 ohms; en este microprocesador se utilizan capacitores C1 a C4 con valor de 10 microfarads.

La parte transmisora contiene un inversor de voltaje alterno a 10 V, la entrada es compatible con TTL y CMOS, con un umbral lógico del 26 % ; si una de las entradas del transmisor no es utilizada puede ser desconectada, ya que contiene una resistencia interna de pull-up conectada entre VCC y la entrada que

Utilizando el paquete PcBug para programar el MC68HC11A1, se instaló el siguiente programa:

```
*****
;* Programa de comunicación *
;* Para tesis de programa *
;* SAEC. *
;* Autores:González Vázquez Luis A. *
;* Pérez Rivera Araceli. *
*****
ORG $B600 (dirección donde inicia el programa)
INICIO: EQU *
LDS #$00FF (Stack tope)
LDX #$1000 (Carga el número 1000 hexadecimal en el registro X)
LDAA #$90 (Carga el número 90 hexadecimal en el registro A)
STAA OPTION,X (Manda el contenido del registro A hacia el
                registro de configuración de opciones del
                sistema para activar el convertidor A/D)
LDAA #$B5 (Carga el número B5 hexadecimal en el registro A)
STAA BAUD,X (Manda el contenido del registro A hacia el
             registro de configuración de velocidad del
             baudaje de comunicación con el
             microcontrolador)
CLR SCCR1,X (Configura el registro 1 para establecer la interfaz
            de comunicación serial)
LDAA #$0C (Habilita los pines TXD y RXD de puerto D)
STAA SCCR2,X (Configura el registro 2 para establecer la interfaz
            de comunicación serial)
CHARACTER:BRCLR SCSR,X,$20,CHARACTER (Si recibe un caracter por
            el puerto salta a la siguiente instrucción, sino
            regresa a la etiqueta CHARACTER)
CLRB (Limpia el registro B)
```

LDAA SCDR,X(Carga el caracter recibido por el puerto en el registro A)

CMPA #61 (Compara si el caracter recibido es la letra A)

BNE CANAL2 (Si el caracter recibido no es la letra A salta a la etiqueta CANAL2)

CLR ADCTL,X (Si es la letra A, selecciona el canal PE0 e inicia la conversión A/D)

FIN1: BRCLR ADCTL,X,\$80.FIN1 (Permanece en la etiqueta FIN1 hasta que el registro de control de conversión A/D indique que ha terminado)

LDAA ADRI,X (Carga el resultado de la conversión en el registro A)

STAA SCDR,X (Transmite el contenido del registro A al registro de la interfaz serial de comunicación, para transmitirlo a la computadora)

BRA CHARACTER (Salta a la etiqueta CHARACTER)

CANAL2: CMPA #72 (Compara si el caracter recibido es la letra R)

BNE CANAL3 (Si el caracter recibido no es la letra A salta a la etiqueta CANAL3)

LDAB #\$01(Si es la letra R, carga el número 1 hexadecimal en el registro B)

STAB ADCTL,X(Carga el contenido del registro B para seleccionar el canal PE1 e inicia la conversión A/D)

FIN2: BRCLR ADCTL,X,\$80.FIN2 (Permanece en la etiqueta FIN2 hasta que el registro de control de conversión A/D indique que ha terminado)

LDAA ADRI,X (Carga el resultado de la conversión en el registro A)

STAA SCDR,X (Transmite el contenido del registro A al registro de la interfaz serial de comunicación, para transmitirlo a la computadora)

BRA CHARACTER (Salta a la etiqueta CHARACTER)

CANAL3: CMPA #67 (Compara si el caracter recibido es la letra G)

BNE CANAL4 (Si el caracter recibido no es la letra G salta a la

etiqueta CANAL4)

LDAB #502 (Si es la letra G. carga el número 2 hexadecimal en el registro B)

STAB ADCTL,X (Carga el contenido del registro B para seleccionar el canal PE2 e inicia la conversión A/D)

FIN3: BRCLR ADCTL,X,\$80,FIN3 (Permanece en la etiqueta FIN3 hasta que el registro de control de conversión A/D indique que ha terminado)

LDAA ADRI,X (Carga el resultado de la conversión en el registro A)

STAA SCDR,X (Transmite el contenido del registro A al registro de la interfaz serial de comunicación, para transmitirlo a la computadora)

BRA CHARACTER (Salta a la etiqueta CHARACTER)

CANAL4: CMPA #65 (Compara si el caracter recibido es la letra E)

BNE CHARACTER (Si el caracter recibido no es la letra E salta a la etiqueta CHARACTER)

LDAB #503 (Si es la letra E. carga el número 3 hexadecimal en el registro B)

STAB ADCTL,X (Carga el contenido del registro B para seleccionar el canal PE3 e inicia la conversión A/D)

FIN4: BRCLR ADCTL,X,\$80,FIN4 (Permanece en la etiqueta FIN4 hasta que el registro de control de conversión A/D indique que ha terminado)

LDAA ADRI,X (Carga el resultado de la conversión en el registro A)

STAA SCDR,X (Transmite el contenido del registro A al registro de la interfaz serial de comunicación, para transmitirlo a la computadora)

BRA CHARACTER (Salta a la etiqueta CHARACTER)

(Definición de direcciones de registros de control usados en el programa)

OPTION: EQU \$39

BAUD: EQU \$2B

SCCR1: EQU \$2C

```
SCCR2: EQU $2D
SCSR: EQU $2E
SCDR: EQU $2F
ADCTL: EQU $30
ADRI: EQU $31
END
```

Como se puede observar el funcionamiento básico del programa consiste en primero programar la velocidad de comunicación serial (que establecimos en 300 baudios, con el fin de no perder el control o provocar colisiones), así como, de establecer una serie de parámetros para la conversión analógica digital; es entonces que el microcontrolador se queda en espera de recibir uno de cuatro caracteres a través del puerto serie de la computadora, estos caracteres son A,R,G,E: en función del caracter enviado, el microcontrolador seleccionará el puerto PE0, PE1, PE2, PE3, respectivamente, recibirá el voltaje que por él llegue e iniciará la conversión A/D, al finalizar enviará el resultado de la conversión de regreso a la computadora, vía el puerto serie. Si el microcontrolador llegará a recibir un caracter diferente a los antes mencionados, simplemente los ignorará.

En esta primera etapa solo se va a utilizar el primer canal para la adquisición de muestras de voltaje, sin embargo, se respeto el programa tal como esta con el fin de poder utilizar los otros canales en alguna posible etapa de mejoramiento del proyecto.

Capítulo 5.- Diseño del software para el diagnóstico de sensores

5.1.- Diseño de los métodos de prueba.

Cuando se diseño el software para SAEC, tenía que establecerse una metodología para realizar las pruebas del sensor; pues el análisis de la sensorica de un automóvil no abarca solamente el mal funcionamiento del sensor, pues puede originarse también en las conexiones, o en la misma computadora; por esta razón los métodos de prueba de SAEC se dividen en cuatro etapas fundamentales:

a) Funcionamiento del sensor

En esta etapa SAEC revisará que el sensor envíe el voltaje correcto al MEC en función de las condiciones que este analizando del motor.

b) Voltaje de referencia proporcionado por el MEC

En esta etapa SAEC analiza el voltaje de referencia que proporciona el MEC a algunos sensores y que por lo general es de cinco volts. Si el programa detecta una caída de voltaje significativa al realizar su análisis, estará detectando un corto a tierra dentro del MEC. Existen algunos sensores que no requieren voltaje de referencia, a estos SAEC no les aplica esta prueba.

c) Voltaje proveniente del sensor

Imaginemos la siguiente situación: "El sensor esta reportando correctamente los voltajes que solicita al MEC pero la entrada de la señal a la computadora tiene un corto a tierra o a voltaje, esto produciría, que el sistema de auto diagnóstico reportara una falla inexistente del sensor", SAEC previene esta situación analizando la conexión de entrada al MEC.

d) Tierra

Se podría pensar que todos los sensores toman la tierra del mismo motor, pero no es así, algunos de ellos toman una tierra particular proporcionada por el MEC, que es la tierra que utilizan todos los circuitos internos de la computadora:

ESTO
SALIR TESIS NO DEBE
DE LA BIBLIOTECA

SAEC analiza la tierra que proporciona el MEC, con el fin de detectar posibles cortos a voltaje, los cuales podrían variar la diferencia de potencial.

Si este análisis de la sensórica del automóvil resulta satisfactorio, se puede asegurar que el sensor y sus componentes funcionan correctamente, por lo que, si llegará a persistir el problema, éste se deberá a otra causa.

5.2.- Programa SAEC.

Partiendo de los métodos de prueba del punto anterior se realizó la programación del software de SAEC la cual esta dividida en cinco puntos:

a) Menús de selección

Los menús de selección, como su nombre lo indica, permite al usuario seleccionar el modelo, el año y el sensor que se desea analizar y cuyo software de programación es el siguiente:

En esta parte se elige el modelo del automóvil, seleccionandolo del menú "Automóvil", y habilitando algunas opciones del menú "Año"

Sub carro_Click (Index As Integer)

```
If (Label5.Caption <> "" Or label6.Caption <> "" Or label7.Caption <> "") Then  
MsgBox "Alguno de los datos ha cambiado, verifique que estos sean correctos  
antes de oprimir el botón de prueba". 48, "Advertencia"
```

```
Label4.Caption = "INSTRUCCIONES: Si los datos son correctos oprima el botón  
de Prueba. De lo contrario sustituya con el dato correcto eligiéndolo de alguno de  
los menús."
```

```
End If
```

```
auto.Picture = tiempo.Picture
```

```
Select Case Index
```

```
Case 1:
```

```
Label5.Caption = "Blazer"
```

```
car = "blazer"
```

```
model(1).Enabled = False
```

```
model(2).Enabled = False
```

```
model(3).Enabled = False
model(4).Enabled = False
model(5).Enabled = False
model(6).Enabled = False
model(7).Enabled = False
model(8).Enabled = False
model(9).Enabled = False
model(10).Enabled = False
label6.Caption = ""
model(6).Enabled = True
model(7).Enabled = True
```

Case 2:

```
Label5.Caption = "Cadillac DeVille"
car = "cadillac"
```

```
model(1).Enabled = False
model(2).Enabled = False
model(3).Enabled = False
model(4).Enabled = False
model(5).Enabled = False
model(6).Enabled = False
model(7).Enabled = False
model(8).Enabled = False
model(9).Enabled = False
model(10).Enabled = False
label6.Caption = ""
model(6).Enabled = True
model(7).Enabled = True
model(8).Enabled = True
```

Case 3:

```
Label5.Caption = "Cavalier"
car = "cavalier"
model(1).Enabled = False
```

```
model(2).Enabled = False
model(3).Enabled = False
model(4).Enabled = False
model(5).Enabled = False
model(6).Enabled = False
model(7).Enabled = False
model(8).Enabled = False
model(9).Enabled = False
model(10).Enabled = False
label6.Caption = ""
model(6).Enabled = True
model(7).Enabled = True
model(8).Enabled = True
model(9).Enabled = True
Case 4:
Label5.Caption = "Cavalier Z24"
car = "cavalierz24"
model(1).Enabled = False
model(2).Enabled = False
model(3).Enabled = False
model(4).Enabled = False
model(5).Enabled = False
model(6).Enabled = False
model(7).Enabled = False
model(8).Enabled = False
model(9).Enabled = False
model(10).Enabled = False
label6.Caption = ""
model(6).Enabled = True
model(7).Enabled = True
model(8).Enabled = True
model(9).Enabled = True
```

Case 5:

```
Label5.Caption = "Celebrity"  
car = "celebrity"  
model(1).Enabled = False  
model(2).Enabled = False  
model(3).Enabled = False  
model(4).Enabled = False  
model(5).Enabled = False  
model(6).Enabled = False  
model(7).Enabled = False  
model(8).Enabled = False  
model(9).Enabled = False  
model(10).Enabled = False  
label6.Caption = ""  
model(2).Enabled = True  
model(3).Enabled = True  
model(4).Enabled = True
```

Case 6:

```
Label5.Caption = "Century"  
car = "century"  
model(1).Enabled = False  
model(2).Enabled = False  
model(3).Enabled = False  
model(4).Enabled = False  
model(5).Enabled = False  
model(6).Enabled = False  
model(7).Enabled = False  
model(8).Enabled = False  
model(9).Enabled = False  
model(10).Enabled = False  
label6.Caption = ""  
model(1).Enabled = True
```

```
model(2).Enabled = True
model(3).Enabled = True
model(4).Enabled = True
model(5).Enabled = True
model(6).Enabled = True
model(7).Enabled = True
model(8).Enabled = True
model(9).Enabled = True
```

Case 7:

```
Label5.Caption = "Chasis Cabina"
car = "chasisc"
model(1).Enabled = False
model(2).Enabled = False
model(3).Enabled = False
model(4).Enabled = False
model(5).Enabled = False
model(6).Enabled = False
model(7).Enabled = False
model(8).Enabled = False
model(9).Enabled = False
model(10).Enabled = False
label6.Caption = ""
model(7).Enabled = True
```

Case 8:

```
Label5.Caption = "Corvette"
car = "corvete"
model(1).Enabled = False
model(2).Enabled = False
model(3).Enabled = False
model(4).Enabled = False
model(5).Enabled = False
model(6).Enabled = False
```

```
model(7).Enabled = False
model(8).Enabled = False
model(9).Enabled = False
model(10).Enabled = False
label6.Caption = ""
model(5).Enabled = True
model(6).Enabled = True
model(7).Enabled = True
model(8).Enabled = True
Case 9:
```

```
Label15.Caption = "Cutlass"
car = "cutlas"
```

```
model(1).Enabled = False
model(2).Enabled = False
model(3).Enabled = False
model(4).Enabled = False
model(5).Enabled = False
model(6).Enabled = False
model(7).Enabled = False
model(8).Enabled = False
model(9).Enabled = False
model(10).Enabled = False
label6.Caption = ""
model(1).Enabled = True
model(2).Enabled = True
model(3).Enabled = True
model(4).Enabled = True
model(5).Enabled = True
model(6).Enabled = True
model(7).Enabled = True
model(8).Enabled = True
model(9).Enabled = True
```

```
model(10).Enabled = True
```

```
Case 10:
```

```
Label5.Caption = "Eurosport"
```

```
car = "eurosport"
```

```
model(1).Enabled = False
```

```
model(2).Enabled = False
```

```
model(3).Enabled = False
```

```
model(4).Enabled = False
```

```
model(5).Enabled = False
```

```
model(6).Enabled = False
```

```
model(7).Enabled = False
```

```
model(8).Enabled = False
```

```
model(9).Enabled = False
```

```
model(10).Enabled = False
```

```
label6.Caption = ""
```

```
model(2).Enabled = True
```

```
model(3).Enabled = True
```

```
model(4).Enabled = True
```

```
model(5).Enabled = True
```

```
model(6).Enabled = True
```

```
model(7).Enabled = True
```

```
model(8).Enabled = True
```

```
model(9).Enabled = True
```

```
Case 11:
```

```
Label5.Caption = "Pick up"
```

```
car = "pickup"
```

```
model(1).Enabled = False
```

```
model(2).Enabled = False
```

```
model(3).Enabled = False
```

```
model(4).Enabled = False
```

```
model(5).Enabled = False
```

```
model(6).Enabled = False
```

```
model(7).Enabled = False
model(8).Enabled = False
model(9).Enabled = False
model(10).Enabled = False
label6.Caption = ""
model(7).Enabled = True
model(8).Enabled = True
model(9).Enabled = True
model(10).Enabled = True
End Select
If (label6.Caption = "" Or label7.Caption = "") Then
Label4.Caption = "INSTRUCCIONES: Seleccione del menú 'Año', el año del
modelo de automóvil, que el programa vaya a analizar."
auto.Picture = tiempo.Picture
End If
End Sub
```

En esta parte se elige el año del automovil, seleccionandolo del menu "Año", y habilitando algunas opciones del menu "Sensor"

```
Sub model_Click (Index As Integer)
If (label6.Caption <> "" Or label7.Caption <> "") Then
MsgBox "Alguno de los datos ha cambiado, verifique que los datos sean correctos
antes de oprimir el botón de prueba". 48, "Advertencia"
Label4.Caption = "INSTRUCCIONES: Si los datos son correctos oprima el botón
de Prueba. De lo contrario sustituya con el dato correcto eligiéndolo de alguno de
los menús."
End If
auto.Picture = sens.Picture
Select Case Index
Case 1:
label6.Caption = "86"
```

```
modelo = "86"  
sensor(1).Enabled = False  
sensor(2).Enabled = False  
sensor(3).Enabled = False  
sensor(4).Enabled = False  
sensor(5).Enabled = False  
sensor(6).Enabled = False  
label7.Caption = ""  
If car = "century" Or car = "cutlas" Then  
sensor(1).Enabled = True  
sensor(2).Enabled = True  
sensor(3).Enabled = True  
sensor(4).Enabled = True  
sensor(5).Enabled = True  
End If  
Case 2:  
label6.Caption = "87"  
modelo = "87"  
sensor(1).Enabled = False  
sensor(2).Enabled = False  
sensor(3).Enabled = False  
sensor(4).Enabled = False  
sensor(5).Enabled = False  
sensor(6).Enabled = False  
label7.Caption = ""  
If car = "century" Or car = "cutlas" Or car = "celebrity" Or car = "eurosport"  
Then  
sensor(1).Enabled = True  
sensor(2).Enabled = True  
sensor(3).Enabled = True  
sensor(4).Enabled = True  
sensor(5).Enabled = True
```

End If

Case 3:

label6.Caption = "88"

modelo = "88"

sensor(1).Enabled = False

sensor(2).Enabled = False

sensor(3).Enabled = False

sensor(4).Enabled = False

sensor(5).Enabled = False

sensor(6).Enabled = False

label7.Caption = ""

If car = "century" Or car = "cutlas" Or car = "celebrity" Or car = "eurosport"

Then

sensor(1).Enabled = True

sensor(2).Enabled = True

sensor(3).Enabled = True

sensor(4).Enabled = True

sensor(5).Enabled = True

End If

Case 4:

label6.Caption = "89"

modelo = "89"

sensor(1).Enabled = False

sensor(2).Enabled = False

sensor(3).Enabled = False

sensor(4).Enabled = False

sensor(5).Enabled = False

sensor(6).Enabled = False

label7.Caption = ""

If car = "century" Or car = "cutlas" Or car = "eurosport" Or car = "celebrity"

Then

sensor(1).Enabled = True

```
sensor(2).Enabled = True
```

```
sensor(3).Enabled = True
```

```
sensor(4).Enabled = True
```

```
sensor(5).Enabled = True
```

```
End If
```

```
Case 5:
```

```
label6.Caption = "90"
```

```
modelo = "90"
```

```
sensor(1).Enabled = False
```

```
sensor(2).Enabled = False
```

```
sensor(3).Enabled = False
```

```
sensor(4).Enabled = False
```

```
sensor(5).Enabled = False
```

```
sensor(6).Enabled = False
```

```
label7.Caption = ""
```

```
If car = "century" Or car = "cutlas" Or car = "eurosport" Then
```

```
sensor(1).Enabled = True
```

```
sensor(2).Enabled = True
```

```
sensor(3).Enabled = True
```

```
sensor(4).Enabled = True
```

```
sensor(5).Enabled = True
```

```
End If
```

```
If car = "corvete" Then
```

```
sensor(1).Enabled = True
```

```
sensor(2).Enabled = True
```

```
sensor(3).Enabled = True
```

```
sensor(4).Enabled = True
```

```
sensor(5).Enabled = True
```

```
sensor(6).Enabled = True
```

```
End If
```

```
Case 6:
```

```
label6.Caption = "91"
```

modelo = "91"

sensor(1).Enabled = False

sensor(2).Enabled = False

sensor(3).Enabled = False

sensor(4).Enabled = False

sensor(5).Enabled = False

sensor(6).Enabled = False

label17.Caption = ""

If car = "century" Or car = "cutlas" Or car = "eurosport" Then

sensor(1).Enabled = True

sensor(2).Enabled = True

sensor(3).Enabled = True

sensor(4).Enabled = True

sensor(5).Enabled = True

End If

If car = "blazer" Then

sensor(1).Enabled = True

sensor(2).Enabled = True

sensor(4).Enabled = True

sensor(5).Enabled = True

End If

If car = "cadillac" Then

sensor(1).Enabled = True

sensor(2).Enabled = True

sensor(3).Enabled = True

sensor(4).Enabled = True

sensor(6).Enabled = True

End If

If car = "corvete" Or car = "cavalier" Or car = "cavalierz24" Then

sensor(1).Enabled = True

sensor(2).Enabled = True

sensor(3).Enabled = True

sensor(4).Enabled = True

sensor(5).Enabled = True

sensor(6).Enabled = True

End If

Case 7:

label6.Caption = "92"

modelo = "92"

sensor(1).Enabled = False

sensor(2).Enabled = False

sensor(3).Enabled = False

sensor(4).Enabled = False

sensor(5).Enabled = False

sensor(6).Enabled = False

label7.Caption = ""

If car = "century" Or car = "cutlas" Or car = "eurosport" Or car = "corvete" Or
car = "cavalier" Or car = "cavalierz24" Then

sensor(1).Enabled = True

sensor(2).Enabled = True

sensor(3).Enabled = True

sensor(4).Enabled = True

sensor(5).Enabled = True

sensor(6).Enabled = True

End If

If car = "blazer" Then

sensor(1).Enabled = True

sensor(2).Enabled = True

sensor(4).Enabled = True

sensor(5).Enabled = True

End If

If car = "cadillac" Then

sensor(1).Enabled = True

sensor(2).Enabled = True

```
sensor(3).Enabled = True
sensor(4).Enabled = True
sensor(6).Enabled = True
End If
If car = "chasisc" Or car = "pickup" Then
sensor(1).Enabled = True
sensor(2).Enabled = True
sensor(4).Enabled = True
sensor(5).Enabled = True
sensor(6).Enabled = True
End If
Case 8:
label6.Caption = "93"
modelo = "93"
sensor(1).Enabled = False
sensor(2).Enabled = False
sensor(3).Enabled = False
sensor(4).Enabled = False
sensor(5).Enabled = False
sensor(6).Enabled = False
label7.Caption = ""
If car = "century" Or car = "cutlas" Or car = "eurosport" Or car = "corvete" Or
car = "cavalier" Or car = "cavalierz24" Then
sensor(1).Enabled = True
sensor(2).Enabled = True
sensor(3).Enabled = True
sensor(4).Enabled = True
sensor(5).Enabled = True
sensor(6).Enabled = True
End If
If car = "cadillac" Then
sensor(1).Enabled = True
```

```
sensor(2).Enabled = True  
sensor(3).Enabled = True  
sensor(4).Enabled = True  
sensor(6).Enabled = True  
End If
```

```
If car = "pickup" Then  
sensor(1).Enabled = True  
sensor(2).Enabled = True  
sensor(4).Enabled = True  
sensor(5).Enabled = True  
sensor(6).Enabled = True  
End If
```

Case 9:

```
label6.Caption = "94"  
modelo = "94"  
sensor(1).Enabled = False  
sensor(2).Enabled = False  
sensor(3).Enabled = False  
sensor(4).Enabled = False  
sensor(5).Enabled = False  
sensor(6).Enabled = False  
label7.Caption = ""
```

```
If car = "century" Or car = "cutlas" Or car = "eurosport" Or car = "corvete" Or  
car = "cavalier" Or car = "cavalier24" Then  
sensor(1).Enabled = True  
sensor(2).Enabled = True  
sensor(3).Enabled = True  
sensor(4).Enabled = True  
sensor(5).Enabled = True  
sensor(6).Enabled = True  
End If
```

```
If car = "pickup" Then
```

```
sensor(1).Enabled = True  
sensor(2).Enabled = True  
sensor(4).Enabled = True  
sensor(5).Enabled = True  
sensor(6).Enabled = True
```

End If

Case 10:

```
label6.Caption = "95"  
modelo = "95"  
sensor(1).Enabled = False  
sensor(2).Enabled = False  
sensor(3).Enabled = False  
sensor(4).Enabled = False  
sensor(5).Enabled = False  
sensor(6).Enabled = False  
label7.Caption = ""
```

If car = "cutlas" Then

```
sensor(1).Enabled = True  
sensor(2).Enabled = True  
sensor(3).Enabled = True  
sensor(4).Enabled = True  
sensor(5).Enabled = True  
sensor(6).Enabled = True
```

End If

If car = "pickup" Then

```
sensor(1).Enabled = True  
sensor(2).Enabled = True  
sensor(4).Enabled = True  
sensor(5).Enabled = True  
sensor(6).Enabled = True
```

End If

End Select

```
If (label6.Caption = "" Or label7.Caption = "") Then
Label4.Caption = "INSTRUCCIONES: Seleccione del menú 'Sensor', el sensor
del automóvil, que el programa vaya a analizar."
auto.Picture = sens.Picture
End If
End Sub
```

En esta parte se elige el sensor del automóvil, seleccionandolo del menú "Sensor", y permitiendo el paso a la etapa de Prueba

```
Sub sensor_Click (Index As Integer)
If (label7.Caption <> "") Then
MsgBox "Alguno de los datos ha cambiado. verifique que los datos sean correctos
antes de oprimir el botón de prueba", 48, "Advertencia"
Label4.Caption = "INSTRUCCIONES: Si los datos son correctos oprima el botón
de Prueba. De lo contrario sustituya con el dato correcto eligiéndolo de alguno de
los menús."
End If
Select Case Index
Case 1:
label7.Caption = "Sensor de mariposa del acelerador"
sensore = "tps"
Case 2:
label7.Caption = "Sensor de temperatura del motor"
sensore = "cts"
Case 3:
label7.Caption = "Sensor de temperatura de aire del múltiple"
sensore = "mat"
Case 4:
label7.Caption = "Sensor de presión absoluta del múltiple"
sensore = "map"
Case 5:
```

```
label7.Caption = "Sensor de detonación"
```

```
sensores = "ks"
```

```
Case 6:
```

```
label7.Caption = "Sensor de oxígeno"
```

```
sensores = "ego"
```

```
Case 7:
```

```
label7.Caption = "Sensor de masa de flujo de aire"
```

```
sensores = "maf"
```

```
End Select
```

```
If (label7.Caption <> "") Then
```

```
Label14.Caption = "INSTRUCCIONES: Si los datos son correctos oprima el botón  
de Prueba. De lo contrario sustituya con el dato correcto eligiéndolo de alguno de  
los menús."
```

```
End If
```

```
End Sub
```

b) Ventana de prueba

Una vez seleccionados los parámetros de Modelo, Año y Sensor, se oprime el botón "Prueba", que da acceso a una ventana, que muestra una imagen de la ubicación del sensor, otra imagen de la forma de conexión de los arneses de prueba y una serie de instrucciones escritas, en esta ventana se habilitan los botones de prueba en función de las etapas a realizar para detectar fallas, cuyo código es el siguiente:

```
Sub prueba1_Click ()  
prueba.Enabled = False  
prueba1.Enabled = False  
prueba2.Enabled = False  
prueba3.Enabled = False  
prueba4.Enabled = False  
prueba5.Enabled = False
```

```
cancl.Enabled = False
controld2
Select Case sensore
Case "tps":
voltron
If barra = 0 Then
Elseif res > 1.25 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de alto voltaje y es posible que
active un código 21, se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Elseif res < .2 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de bajo voltaje y es posible que
active un código 22, se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuestal.res.Caption = "¡Felicidades!"
respuestal.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe
con la siguiente etapa."
```

respuesta1.Show 1

```
conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\tps2.bmp")
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = True
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC como muestra el dibujo."
prueba.Label3.Caption = "3.- Poner el switch en posición 'on' con el motor
apagado."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 2'"
End If
Case "cts":
voltron
If barra = 0 Then
ElseIf res > 4.25 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de alto voltaje y es posible que
active un código 14, se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
ElseIf res < .05 Then
```

```
anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de bajo voltaje y es posible que
active un código 15. se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancel.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe
con la siguiente etapa."
respuesta1.Show 1
conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\ets2.bmp")
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = True
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancel.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC tipo 'c' como muestra el
dibujo, sin conectar el sensor."
prueba.Label3.Caption = "3.- Poner el switch en posición 'on' con el motor
apagado."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 2'"
End If
Case "mat":
voltron
```

```
If barra = 0 Then
ElseIf res > 4.25 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de alto voltaje y es posible que
active un código 23, se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
ElseIf res < .05 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de bajo voltaje y es posible que
active un código 25, se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe
con la siguiente etapa."
respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\mat2.bmp")
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = True
```

```
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off.'"
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC tipo 'c' como muestra el
dibujo, sin conectar el sensor."
prueba.Label3.Caption = "3.- Poner el switch en posición 'on' con el motor
apagado."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 2'"
End If
Case "map":
voltron
If barra = 0 Then
Elseif res > 4 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de alto voltaje y es posible que
active un código 33, se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Elseif res < .25 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de bajo voltaje y es posible que
active un código 34, se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
```

```
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe
con la siguiente etapa."
respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\map2.bmp")
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = True
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC tipo 'c' como muestra el
dibujo, sin conectar el sensor."
prueba.Label3.Caption = "3.- Poner el switch en posición 'on' con el motor
apagado."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 2'"
End If
Case "ks":
volttron
If barra = 0 Then
ElseIf res > 4.6 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor funciona correctamente, pero la conexión
tiene un corto a tierra, se recomienda revisar el EMC, ahora se cerrará la ventana
de 'Prueba'"
```

```
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
ElseIf res < .64 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error y es posible que active un
código 43, se recomienda reemplazar el sensor, ahora se cerrará la ventana de
'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado todas las pruebas, si persiste el
problema, revise otra posible causa, con el menú de 'fallas comunes'"
respuesta1.Show 1

prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = True
prueba.Enabled = True
End If
```

Case "ego":

voltron

If barra = 0 Then

Elseif res > .75 Then

anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de alto voltaje y es posible que active un código 44 (escape pobre), se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la ventana de 'Prueba'"

prueba.prueba1.Enabled = False

prueba.prueba2.Enabled = False

prueba.prueba3.Enabled = False

prueba.prueba4.Enabled = False

prueba.prueba5.Enabled = False

prueba.cancl.Enabled = True

anima.Show 1

Elseif res < .35 Then

anima.Label1.Caption = "El sensor tiene un error de bajo voltaje y es posible que active un código 45 (escape rico), se recomienda remplazar el sensor, ahora se cerrará la ventana de 'Prueba'"

prueba.prueba1.Enabled = False

prueba.prueba2.Enabled = False

prueba.prueba3.Enabled = False

prueba.prueba4.Enabled = False

prueba.prueba5.Enabled = False

prueba.cancl.Enabled = True

anima.Show 1

Else

respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"

respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe con la siguiente etapa."

respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\ego2.bmp")

prueba1.Enabled = False

```
prueba2.Enabled = True
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancel.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC tipo como muestra el
dibujo, sin conectar el sensor."
prueba.Label3.Caption = "3.- Poner el switch en posición 'on' con el motor
apagado."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 2'"
End If
End Select
End Sub
```

```
Sub prueba2_Click ()
prueba.Enabled = False
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancel.Enabled = False
control3
Select Case sensore
Case "tps":
voltron
If barra = 0 Then
ElseIf res < 4 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor funciona correctamente, el circuito del ECM
no proporciona un voltaje de referencia correcto al sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
```

```
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe
con la siguiente etapa."
respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\tps3.bmp")
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = True
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off.'"
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC como muestra el dibujo,sin
conectar el sensor."
prueba.Label3.Caption = "3.- Conecte el arnes tipo 'c' en la batería como muestra
el dibujo."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 3'"
prueba.Label5.Caption = " "
End If
Case "cts":
voltron
If barra = 0 Then
```

```
prueba2.Enabled = True
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancel.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC tipo como muestra el
dibujo, sin conectar el sensor."
prueba.Label3.Caption = "3.- Poner el switch en posición 'on' con el motor
apagado."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 2'"
End If
End Select
End Sub
```

```
Sub prueba2_Click ()
prueba.Enabled = False
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancel.Enabled = False
controld3
Select Case sensore
Case "tps":
voltron
If barra = 0 Then
Elseif res < 4 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor funciona correctamente, el circuito del ECM
no proporciona un voltaje de referencia correcto al sensor, ahora se cerrará la
ventana de 'Prueba'"
```

```
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = "¡felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe
con la siguiente etapa."
respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\tps3.bmp")
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = True
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC como muestra el dibujo,sin
conectar el sensor."
prueba.Label3.Caption = "3.- Conecte el arnes tipo 'c' en la batería como muestra
el dibujo."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 3'"
prueba.Label5.Caption = " "
End If
Case "cts":
voltron
If barra = 0 Then
```

```
Elseif res < 4 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor funciona correctamente, el circuito del ECM
no proporciona un voltaje a tierra correcto, ahora se cerrará la ventana de
'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = ";Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe
con la siguiente etapa."
respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\ets3.bmp")
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = True
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC como muestra el dibujo."
prueba.Label3.Caption = "3.- Poner el switch en posición 'on' con el motor
apagado."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 3'"
prueba.Label5.Caption = " "
End If
```

Case "mat":

voltron

If barra = 0 Then

Elseif res < 4 Then

anima.Label1.Caption = "El sensor funciona correctamente, el circuito del ECM no proporciona un voltaje a tierra correcto, ahora se cerrará la ventana de 'Prueba'"

prueba.prueba1.Enabled = False

prueba.prueba2.Enabled = False

prueba.prueba3.Enabled = False

prueba.prueba4.Enabled = False

prueba.prueba5.Enabled = False

prueba.cancl.Enabled = True

anima.Show 1

Else

respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"

respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe con la siguiente etapa."

respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\mat3.bmp")

prueba1.Enabled = False

prueba2.Enabled = False

prueba3.Enabled = True

prueba4.Enabled = False

prueba5.Enabled = False

cancl.Enabled = False

prueba.Enabled = True

prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."

prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnés SAEC como muestra el dibujo. Sin conectar el sensor"

prueba.Label3.Caption = "3.- Poner el switch en posición 'on' con el motor apagado."

```
prueba.Label14.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 3'"
prueba.Label15.Caption = " "
End If
Case "map":
voltron
If barra = 0 Then
ElseIf res < 4 Then
anima.Label11.Caption = "El sensor funciona correctamente, el circuito del ECM
no proporciona un voltaje a tierra correcto, ahora se cerrará la ventana de
'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe
con la siguiente etapa."
respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\map3.bmp")
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = True
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label11.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."
```

```
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC como muestra el dibujo. Sin  
conectar el sensor"  
prueba.Label3.Caption = "3.- Poner el switch en posición 'on' con el motor  
apagado."  
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 3'"  
prueba.Label5.Caption = " "  
End If  
Case "ks":  
prueba1.Enabled = False  
prueba2.Enabled = False  
prueba3.Enabled = False  
prueba4.Enabled = False  
prueba5.Enabled = False  
cancl.Enabled = False  
prueba.Enabled = True  
Case "ego":  
voltron  
If barra = 0 Then  
Elseif res > .35 Then  
anima.Label1.Caption = "El cable del sensor puede estar mal colocado, o sensor  
sucio; se recomienda checar cables del sensor o limpiar el sensor o checar el  
sensor MAP con SAEC o purgar el canister o checar la valvula EGR, ahora se  
cerrará la ventana de 'Prueba'"  
prueba.prueba1.Enabled = False  
prueba.prueba2.Enabled = False  
prueba.prueba3.Enabled = False  
prueba.prueba4.Enabled = False  
prueba.prueba5.Enabled = False  
prueba.cancl.Enabled = True  
anima.Show 1  
Else  
respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"
```

```
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado todas las pruebas, aun que el  
ECM puede tener un corto a tierra en esta terminal; si persiste el problema, revise  
otra posible causa, con el menú de 'fallas comunes"
```

```
respuesta1.Show 1
```

```
prueba1.Enabled = False  
prueba2.Enabled = False  
prueba3.Enabled = False  
prueba4.Enabled = False  
prueba5.Enabled = False  
cancel.Enabled = True  
prueba.Enabled = True  
End If  
End Select  
End Sub
```

```
Sub prueba3_Click ()
```

```
prueba.Enabled = False  
prueba1.Enabled = False  
prueba2.Enabled = False  
prueba3.Enabled = False  
prueba4.Enabled = False  
prueba5.Enabled = False  
cancel.Enabled = False  
control4
```

```
Select Case sensore
```

```
Case "tps":
```

```
voltron
```

```
If barra = 0 Then
```

```
ElseIf res >= .2 Then
```

```
anima.Label1.Caption = "El sensor funciona correctamente, el circuito del ECM  
tiene un corto a voltaje en esta terminal, ahora se cerrará la ventana de 'Prueba"
```

```
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancel.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba, continúe
con la siguiente etapa."
respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\tps4.bmp")
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = True
prueba5.Enabled = False
cancel.Enabled = False
prueba.Enabled = True
prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."
prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC como muestra el dibujo,sin
conectar el sensor."
prueba.Label3.Caption = "3.- Conecte el arnes tipo 'c' en la batería como muestra
el dibujo."
prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 4'"
prueba.Label5.Caption = " "
End If
Case "cts":
voltron
If barra = 0 Then
```

```
Elseif res >= 4 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor defectuoso o abierto o conexión defectuosa, se
recomienda conectar directo el sensor y el dispositivo a través de otro cable,
ahora se cerrará la ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = ";Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado todas las pruebas, aun que el
ECM puede tener un corto a tierra en esta terminal; si persiste el problema, revise
otra posible causa, con el menú de 'fallas comunes'"
respuesta1.Show 1

prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = True
prueba.Enabled = True
End If
Case "mat":
voltron
If barra = 0 Then
Elseif res >= 4 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor defectuoso o abierto o conexión defectuosa, se
recomienda conectar directo el sensor y el dispositivo a través de otro cable,
ahora se cerrará la ventana de 'Prueba'"
```

```
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = ";Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado todas las pruebas, aun que el
ECM puede tener un corto a tierra en esta terminal; si persiste el problema, revise
otra posible causa, con el menú de 'fallas comunes'"
respuesta1.Show 1
```

```
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = True
prueba.Enabled = True
End If
Case "map":
voltron
If barra = 0 Then
ElseIf res >= 4 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor defectuoso o manguera de vacio del sensor
tapada o manguera de vacio con fuga, se recomienda conectar rebisar las
mangueras de vacio, ahora se cerrará la ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
```

```
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado todas las pruebas, aun que el
ECM puede tener un corto a tierra en esta terminal; si persiste el problema, revise
otra posible causa, con el menú de 'fallas comunes'"
respuesta1.Show 1
```

```
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = True
prueba.Enabled = True
End If
Case "ks":
```

```
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
prueba.Enabled = True
Case "ego":
```

```
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
```

```
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
prueba.Enabled = True
End Select
End Sub
```

```
Sub prueba4_Click ()
prueba.Enabled = False
prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancl.Enabled = False
controld5
Select Case sensore
Case "tps":
voltron
If barra = 0 Then
Elseif res >= 4 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor funciona correctamente, el circuito del ECM
tiene un corto a tierra en esta terminal o el ECM esta defectuoso, ahora se cerrará
la ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancl.Enabled = True
anima.Show 1
```

Else

respuesta1.res.Caption = "¡Felicidades!"

respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado esta parte de la prueba. continúe con la siguiente etapa."

respuesta1.Show 1

conecta.Picture = LoadPicture("c:\saec\tps5.bmp")

prueba1.Enabled = False

prueba2.Enabled = False

prueba3.Enabled = False

prueba4.Enabled = False

prueba5.Enabled = True

cancl.Enabled = False

prueba.Enabled = True

prueba.Label1.Caption = "1.- Poner el Switch en posición 'off'."

prueba.Label2.Caption = "2.- Conecte el arnes SAEC como muestra el dibujo, sin conectar el sensor."

prueba.Label3.Caption = "3.- Conecte el arnes tipo 'c' en la batería como muestra el dibujo."

prueba.Label4.Caption = "4.- Oprima el botón 'Iniciar prueba 4'"

prueba.Label5.Caption = " "

End If

End Select

End Sub

Sub prueba5_Click ()

prueba.Enabled = False

prueba1.Enabled = False

prueba2.Enabled = False

prueba3.Enabled = False

prueba4.Enabled = False

prueba5.Enabled = False

```
cancel.Enabled = False
Select Case sensore
Case "tps":
voltron
If barra = 0 Then
ElseIf res >= 4 Then
anima.Label1.Caption = "El sensor de posición del acelerador defectuoso o
conexión defectuosa, ahora se cerrará la ventana de 'Prueba'"
prueba.prueba1.Enabled = False
prueba.prueba2.Enabled = False
prueba.prueba3.Enabled = False
prueba.prueba4.Enabled = False
prueba.prueba5.Enabled = False
prueba.cancel.Enabled = True
anima.Show 1
Else
respuesta1.res.Caption = ";Felicidades!"
respuesta1.res2.Caption = "El sensor ha pasado todas las pruebas, aun que el
circuito del ECM tiene un corto a voltaje en lo que debería ser la terminal a tierra
o el ECM esta defectuoso; si persiste el problema, revise otra posible causa, con
el menú de 'fallas comunes'"
respuesta1.Show 1

prueba1.Enabled = False
prueba2.Enabled = False
prueba3.Enabled = False
prueba4.Enabled = False
prueba5.Enabled = False
cancel.Enabled = True
prueba.Enabled = True
End If
End Select
```

End Sub

Sub meg ()

Select Case car

Case "blazer":

Select Case modelo

Case "91":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor9.bmp")

Case "92":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor9.bmp")

End Select

Case "Cadillac":

Select Case modelo

Case "86":

Case "87":

Case "88":

Case "89":

Case "90":

Case "91":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor7.bmp")

Case "92":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor7.bmp")

Case "93":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor8.bmp")

End Select

Case "cavalier":

Select Case modelo

Case "86":

Case "87":

Case "88":

Case "89":

Case "90":

Case "91":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor12.bmp")

Case "92":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor12.bmp")

Case "93":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor14.bmp")

Case "94":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor14.bmp")

End Select

Case "cavalierz24":

Select Case modelo

Case "86":

Case "87":

Case "88":

Case "89":

Case "90":

Case "91":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor12.bmp")

Case "92":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor12.bmp")

Case "93":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor14.bmp")

Case "94":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor14.bmp")

End Select

Case "celebrity":

Select Case modelo

Case "87":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")

Case "88":

prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")

Case "89":

```
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")
End Select

Case "century":
Select Case modelo
Case "86":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")
Case "87":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")
Case "88":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")
Case "89":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")
Case "90":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")
Case "91":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")
Case "92":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor13.bmp")
Case "93":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor13.bmp")
Case "94":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor15.bmp")
End Select
Case "chasis":
Select Case modelo
Case "92":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor16.bmp")
End Select
Case "corvete":
Select Case modelo
Case "90":
```

```
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor3.bmp")
Case "91":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor4.bmp")
Case "92":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor5.bmp")
Case "93":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor6.bmp")
End Select
Case "cutlas":
Select Case modelo
Case "86":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")
Case "87":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")
Case "88":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")
Case "89":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")
Case "90":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")
Case "91":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")
Case "92":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor13.bmp")
Case "93":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor13.bmp")
Case "94":
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor15.bmp")
End Select

Case "eurosport":
Select Case modelo
```

```
Case "86":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")  
Case "87":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")  
Case "88":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor1.bmp")  
Case "89":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")  
Case "90":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")  
Case "91":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor2.bmp")  
Case "92":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor13.bmp")  
Case "93":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor13.bmp")  
Case "94":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor15.bmp")  
End Select  
Case "pickup":  
Select Case modelo  
Case "92":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor10.bmp")  
Case "93":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor10.bmp")  
Case "94":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor11.bmp")  
Case "95":  
prueba.ubica.Picture = LoadPicture("C:\saec\motor11.bmp")  
End Select  
End Select  
End Sub
```

```
Sub controld ()
Select Case sensore
Case "tps":
prueba.conecta.Picture = LoadPicture("C:\saec\tps.bmp")
meg
Case "cts":
prueba.conecta.Picture = LoadPicture("C:\saec\cts.bmp")
meg2
Case "mat":
prueba.conecta.Picture = LoadPicture("C:\saec\mat.bmp")
meg3
Case "map":
prueba.conecta.Picture = LoadPicture("C:\saec\map.bmp")
meg4
Case "ks":
prueba.conecta.Picture = LoadPicture("C:\saec\ks.bmp")
meg5
Case "ego":
prueba.conecta.Picture = LoadPicture("C:\saec\ego.bmp")
meg6
End Select
End Sub
```

c) Kernel de comunicación

Cuando se oprime un botón de prueba, se activan las rutinas de comunicación con el adquirente de señales; en el capítulo anterior se explicó, que cuando el dispositivo recibe por parte del puerto serie la letra "A", se habilitaba al canal 0 para recibir una señal de voltaje, convertirla y enviarla de regreso a la computadora; cada vez que se activa esta rutina se realiza esta operación 1500 veces y se saca un promedio de las lecturas tomadas para efectuar el análisis correspondiente, el código de comunicación es el siguiente:

```
Sub voltron ()
Dim conter As Integer
barra = 0
dato = 0
res = 0
conter = 0
Abrir_Com DefCom$
prueba.ubica.Visible = False
prueba.conecta.Visible = False
prueba.instruc.Visible = False
prueba.Frame1.Visible = True
prueba.Frame1.Caption = "SAEC esta realizando la muestra de las señales que"
prueba.letras = "llegan a la computadora del automóvil"
For conter = 0 To 1500 Step 1
If nCid Then
prueba.Caption = "Prueba en proceso"
End If
carga (97)
RecibirCom
Next conter
prueba.Frame1.Caption = "Espere un momento, por favor. Se detendrán las "
prueba.letras = "funciones de la computadora para cerrar el puerto "
Cerrar_Com
```

```
If barra = 0 Then
MsgBox "No se recibe ninguna señal por el puerto, verifique que la conexión de
los cables este correcta.", 16, "Error"
prueba.Hide
formcom.WindowState = 2
Else
res = dato / barra
End If
prueba.Caption = "Prueba finalizada"
prueba.Frame1.Visible = False
prueba.ubica.Visible = True
prueba.conecta.Visible = True
prueba.instruc.Visible = True
End Sub
```

```
Sub Abrir_Com (DefPuertoCom$)
```

```
Dim vr As Integer
```

```
vr = Closecomm(1)
```

```
vr = Closecomm(2)
```

```
PuertoCom$ = Left$(DefPuertoCom$, InStr(DefPuertoCom$, ":") - 1)
```

```
nCid = OpenComm(PuertoCom$, Tb, Tb)
```

```
If nCid < 0 Then
```

```
MsgBox "No se puede abrir el puerto COM: " + Str$(nCid), 16
```

```
End
```

```
End If
```

```
LpDCB.Id = Chr$(nCid)
```

```
If (BuildCommDCB(DefPuertoCom$, LpDCB)) Then
```

```
MsgBox "No se puede construir el DCB", 16
```

```
End
```

```
End If
```

```
If (SetCommState(LpDCB)) Then
```

```
MsgBox "No se pueden poner los parámetros para COM". 16  
End  
End If  
End Sub
```

```
Sub carga (letra As Integer)  
Dim NumCars As Integer, vr As Integer, WError As Integer  
Dim Lpstat As COMSTAT  
Static BufferSal$  
If nCid = 0 Then Exit Sub  
BufferSal$ = BufferSal$ + Chr$(letra)  
vr = GetCommError(nCid, Lpstat)  
If Lpstat.cbOutQue < Tb Then  
NumCars = WriteComm(nCid, BufferSal$, Len(BufferSal$))  
If NumCars <= 0 Then NumCars = -NumCars  
WError = GetCommError(nCid, Lpstat)  
BufferSal$ = Mid$(BufferSal$, NumCars + 1)  
End If  
End Sub
```

```
Sub RecibirCom ()  
Dim NumCars As Integer, RError As Integer, vr As Integer  
Dim BufferEnt As String * Tb, Lpstat As COMSTAT  
Dim con As Integer  
  
For con = 0 To 1500 Step 1  
Next con  
NumCars = ReadComm(nCid, BufferEnt, Len(BufferEnt))  
If NumCars < 0 Then NumCars = -NumCars  
dato = dato + (Asc(BufferEnt) * .019607843)  
If NumCars Then VisualizarDatos Left$(BufferEnt, NumCars)  
RError = GetCommError(nCid, Lpstat)
```

```
vr = DoEvents()
```

```
End Sub
```

```
Sub VisualizarDatos (Buffer As String)
```

```
Dim N As Integer, vr As Integer
```

```
Rem C$ = Mid$(Buffer, 1, 1)
```

```
Rem dato = dato + (Asc(C$) * .019607843)
```

```
barra = barra + 1
```

```
Select Case barra
```

```
Case 75:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter2.Picture
```

```
Case 150:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter3.Picture
```

```
Case 225:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter4.Picture
```

```
Case 300:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter5.Picture
```

```
Case 375:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter6.Picture
```

```
Case 450:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter7.Picture
```

```
Case 525:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter8.Picture
```

```
Case 600:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter9.Picture
```

```
Case 675:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter10.Picture
```

```
Case 750:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter11.Picture
```

```
Case 825:
```

```
prueba.termo.Picture = avance.ter12.Picture
```

Case 900:

prueba.termo.Picture = avance.ter13.Picture

Case 975:

prueba.termo.Picture = avance.ter14.Picture

Case 1050:

prueba.termo.Picture = avance.ter15.Picture

Case 1125:

prueba.termo.Picture = avance.ter16.Picture

Case 1200:

prueba.termo.Picture = avance.ter17.Picture

Case 1275:

prueba.termo.Picture = avance.ter18.Picture

Case 1350:

prueba.termo.Picture = avance.ter19.Picture

Case 1425:

prueba.termo.Picture = avance.ter20.Picture

Case 1500:

prueba.termo.Picture = avance.ter21.Picture

End Select

End Sub

Sub Cerrar_Com ()

Dim vr As Integer

prueba.Caption = "Espere un momento por favor"

If nCid Then vr = Closecomm(nCid)

```
If vr < 0 Then
MsgBox "No se puede cerrar el puerto COM: " + Str$(vr), 16
End
Else
nCid = 0 'Poner a cero nCid para detener RecibirCom
End If
vr = DoEvents()
prueba.Caption = "Prueba finalizada"
End Sub
```

d) Menú de código de fallas y fallas comunes

El programa cuenta con un menú de "Código de fallas" y un menú de "Fallas comunes", el cual sirve para que el usuario pueda auxiliarse en el diagnóstico, explicándole, desde como obtener, borrar e interpretar los códigos de falla del autodiagnóstico del MEC, así como, a entender a que se deben las fallas más comunes que presenta un automóvil, en función de sus síntomas, su código es el siguiente:

```
Sub md_Click ()
codigo.Caption = "Modo diagnóstico"
codigo.ald1.Picture = codigo.ald1.Picture
codigo.Label0.Caption = "Para establecer la comunicación con el ECM se usa el conector ALDL mostrado en la figura y se localiza bajo el panel de instrumentos, protegida por una cubierta de plástico"
codigo.Label1.Caption = "1.- Con el switch en posición 'off' haga un puente entre la terminal 'A' y 'B' del ALDL"
codigo.Label2.Caption = "2.- Ponga el switch en posición 'on': en este punto la luz del 'SERVICE ENGINE SOON' comenzará a parpadear, mostrando destellos largos para indicar la parte decimal del número del código y con destellos cortos las unidades"
codigo.Label3.Caption = "3.- La luz del 'SERVICE ENGINE SOON' debe destellar el código 12 tres veces consecutivamente, con la siguiente secuencia:
```

```
'destello, pausa, destello:destello, pausa larga, destello, pausa, destello:destello,  
pausa larga, destello, pausa, destello:destello"  
codigo.Label4.Caption = "4.- Después de mostrar el código 12, la luz del  
'SERVICE ENGINE SOON' mostrará tres veces cualquier código almacenado. En  
este modo se energizarán todos los relevadores y solenoides controlados por el  
ECM excepto del de la bomba de combustible."  
codigo.Show 1  
End Sub
```

```
Sub msc_Click ()  
codigo.Caption = "Modo servicio de campo"  
codigo.ald1.Picture = codigo.ald11.Picture  
codigo.Label0.Caption = "Si la terminal de prueba de diagnóstico 'A' este  
haciendo puente con la terminal 'B', con el motor funcionando, el sistema entrará  
al modo Servicio de campo y la luz del 'SERVICE ENGINE SOON' indicará si el  
sistema está en 'OPEN LOOP' o 'CLOSED LOOP'"  
codigo.Label1.Caption = "1.- En 'OPEN LOOP' la luz del 'SERVICE ENGINE  
SOON' destellará dos y una y media veces por segundo"  
codigo.Label2.Caption = "2.- En 'CLOSED LOOP' la luz destellará una vez por  
segundo"  
codigo.Label3.Caption = "3.- También en 'CLOSED LOOP', la luz permanecerá en  
'off' la mayor parte del tiempo si el sistema está funcionando pobre, en este caso  
se recomienda probar el sensor de oxígeno con el sistema SAEC"  
codigo.Label4.Caption = "4.- La luz permanecerá en 'on' la mayor parte del  
tiempo si el sistema esta funcionando rico; mientras el sistema está en el modo de  
servicio de campo, no pueden ser almacenados códigos nuevos en el ECM"  
codigo.Show 1  
End Sub
```

```
Sub ebcf_Click ()  
codigo.Caption = "Como borrar los códigos de falla"  
codigo.ald1.Picture = codigo.ald2.Picture
```

```
codigo.Label0.Caption = "Para borrar los códigos de la memoria ECM, ya sea para determinar si la falla ocurrirá otra vez o por que la reparación ha sido concluida, siga los siguientes pasos:"
```

```
codigo.Label1.Caption = "1.- Para prevenir daños al ECM el interruptor de ignición debe estar en 'off' cuando desconecte o reconecte la energía al ECM"
```

```
codigo.Label2.Caption = "2.- Desconecte la alimentación de energía del ECM por lo menos 10 segundos."
```

```
codigo.Label3.Caption = "3.- Para desconectar la alimentación de energía al ECM puede ser desconectada la terminal positiva de la batería o el fusible que conecta al ECM con la terminal positiva de la batería (ver la imagen)."
```

```
codigo.Label4.Caption = "4.- La terminal negativa de la batería puede ser desconectada pero otras memorias de datos en el automóvil, como la programación del radio pueden perderse también"
```

```
codigo.Show 1
```

```
End Sub
```

```
Sub clave_Click (Index As Integer)
```

```
    Select Case Index
```

```
        Case 1:
```

```
            respuesta1.res3.Caption = "12"
```

```
            respuesta1.res2.Caption = "Código 12, indica que sistema de diagnóstico del módulo electrónico de control (EMC) esta funcionando. Si no se indica el código 12, hay un problema presente dentro de su mismo sistema de diagnóstico."
```

```
            respuesta1.Show 1
```

```
        Case 2:
```

```
            respuesta1.res3.Caption = "13"
```

```
            respuesta1.res2.Caption = "Año:91,92.-Sensor de oxigeno,circuito abierto. Revise continuidad entre CTM y sensor, saque el sensor y revise que no esté contaminado.Año:93.-Revise arnés de la bobina calentadora. Se recomienda revisar el sensor con el programa SAEC."
```

```
            respuesta1.Show 1
```


respuesta1.res2.Caption = "Año:91,92,93.-Circuito del sensor de Velocidad (VSS). Es un generador de imán permanente montado dentro de la caja de cambios. El imán incrementa los pulsos al incrementarse la velocidad y los envía al MEC/CTM, este dato sirve para controlar el velocímetro y el odómetro. Revise continuidades, así como la señal del sensor. El generador produce 4004 pulsos por milla. Con código 24 la cuarta velocidad no aplica."

respuesta1.Show 1

Case 9:

respuesta1.res3.Caption = "25"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91,92,93.-Sensor de Temperatura del Aire de Carga (IAT). Reporta temperatura alta. El MEC siente caída de voltaje por la línea Vref al subir la temperatura. Revise continuidades."

respuesta1.Show 1

Case 10:

respuesta1.res3.Caption = "26"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91,92,93.-Circuito Quad-Driver (QDM). El QDC es un módulo que controla la operación de seis componentes:solenoide de purga del canister, relé de motoventilador primario, solenoide del embrague del convertidor de torsión, relé del A/A, y luces Service Engine Soon, y HOT (motor caliente), obedeciendo a las órdenes del MEC/CTM. El mismo no reconoce cuál circuito ha causado el código 26, por lo que debe revisarse cada circuito buscando cortos o falsos contactos. La falla del relé del A/A no produce un código 26. El QDM se halla dentro del MEC/CTM"

respuesta1.Show 1

Case 11:

respuesta1.res3.Caption = "31"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91.-Interruptor Park/Neutral. El mismo es parte del interruptor de encendido en Neutral, está cerrado a Tierra en Park ó Neutral y abierto en cualquiera otra posición. Falso contacto en interruptor de 4ª ocasiona un código 31. Año:92,93.-Circuito de palanca selectora PRNDL. Montado en el transeje, incluye también el interruptor de encendido en Neutral. Envía información del engrane exacto en que se halla el transeje. Este código no enciende la luz SES (service engine soon)."

respuesta1.Show 1

Case 12:

respuesta1.res3.Caption = "34"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91,92,93.-Sensor de Caudal de Aire (MAF). Señal baja. La señal del MAF es una señal de frecuencia. Se recomienda revisar el sensor con el programa SAEC."

respuesta1.Show 1

Case 13:

respuesta1.res3.Caption = "38"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91,92,93.-Circuito de señal de freno aplicado. El MEC/CTM siente que se está frenando a través del circuito 420 (morado) terminal BC4 del MEC/CTM (BA5 en modelos 1992 y 93). Pasa de 0 volts pedal no presionado a 12 V con pedal presionado. Si se tiene código 39 también, revise fusible # 5 en centro de relés, continuidad en circuito 639. Si se tiene sólo el código 38, revise circuito 420. Este código no enciende la luz SES (service engine soon)."

respuesta1.Show 1

Case 14:

respuesta1.res3.Caption = "39"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91,92,93.-Falla en el circuito del embrague del convertidor de torsión (TCC). El MEC/CTM controla al TCC mediante un solenoide dentro del transeje, aplicando Tierra por el ekt. 422 cuando se reúnen ciertas características, el solenoide recibe 12V desde el fusible ERLS y a su vez desde el encendido. Revise continuidades por circuitos 639, 420 y 422. Revise continuidad a través de la bobina del solenoide, las terminales en el MEC/CTM son: -modelos 1991:ekt 420 por BC4, ekt 422 por YC10. -modelos 1992 y 93: son dos solenoides."

respuesta1.Show 1

Case 15:

respuesta1.res3.Caption = "41"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91.-Circuito del sensor del eje de levas. Este motor es de inyección secuencial. Contiene además un sensor de posición del cigüeñal. El motor opera normalmente aunque falle el sensor del eje de levas."

aunque se dificulte encenderlo. Revise continuidades, use un DVOM en escala de Volts Auto para revisar la salida de este sensor, terminal BC5 debe marcar 10.5 V variando ligeramente con motor encendido en ralenti, 8V con llave ON motor apagado. Año: 92, 93.-Circuito del sensor del eje de levas. Este motor es de inyección secuencial. Contiene además un sensor de posición del cigüeñal. El motor opera normalmente aunque falle el sensor del eje de levas, aunque se dificulte encenderlo. Revise continuidades, use un DVOM en escala de Volts Auto para revisar la salida de este sensor, terminal BA12. Debe marcar 10.5 V variando ligeramente con motor encendido en ralenti, 8V con llave ON motor apagado. "

respuesta1.Show 1

Case 16:

respuesta1.res3.Caption = "42"

respuesta1.res2.Caption = "Año: 91, 92, 93.-Circuito del ajuste electrónico de la chispa. Este es un sistema muy complejo en alambros y operación. Con este código en memoria el motor funciona a un avance prefijado. Revise todas las conexiones buscando falsos contactos, cortos o alta resistencia basándose en los diagramas anteriores. Si la falla persiste, cambie el módulo electrónico de encendido, luego cambie el MEC/CTM si ello no corrige la falla. Se recomienda revisar el sensor de detonación con el programa SAEC."

respuesta1.Show 1

Case 17:

respuesta1.res3.Caption = "43"

respuesta1.res2.Caption = "Año: 91, 92, 93.-Circuito del control electrónico de la chispa/Sensor de golpeteo. Este sensor recibe un VREF de 5V desde el MEC/CTM por la terminal YD9 (BB8 en modelos 92 y 93), al detectar golpeteo (cascabeleo, preignición) hace caer el VREF en forma proporcional. El MEC/CTM puede retrasar el avance hasta hacer desaparecer el golpeteo. En ralenti el voltaje debe ser de 2.5V. Si el MEC/CTM siente un voltaje de menos de 1.5 ó mayor de 3.5V por 20 segundos, produce el código 43. Revise con un DVOM el voltaje que produce el KS al golpear con un mazo cerca del sensor desconectado. Revise además cortos o falsos en el circuito 496 (azul oscuro). Si el KS no produce

voltaje, cambio. Se recomienda revisar el sensor de detonación con el programa SAEC."

respuesta1.Show 1

Case 18:

respuesta1.res3.Caption = "44"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91,92,93.-Sensor de oxígeno reporta bajo voltaje (mezcla pobre) demasiado tiempo. El sensor EGO (de oxígeno) cambia el voltaje en proporción directa al nivel de oxígeno en el escape, a partir de que alcanza 315 centígrados. Revise que el sensor no esté contaminado. El sensor EGO debe ser cambiado cada 40 000 kms de recorrido como mantenimiento preventivo. Algunos modelos 93 incluyen un sensor EGO electrocalentado, en este caso revise además su Tierra y su voltaje.Se recomienda revisar el sensor con el programa SAEC."

respuesta1.Show 1

Case 19:

respuesta1.res3.Caption = "45"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91,92,93.-Sensor de oxígeno reporta alto voltaje (mezcla rica) demasiado tiempo. El sensor EGO (de oxígeno) cambia el voltaje en proporción directa al nivel de oxígeno en el escape, a partir de que alcanza 315 centígrados. Revise que el sensor no esté contaminado. El sensor EGO debe ser cambiado cada 40 000 kms de recorrido como mantenimiento preventivo. Una muy alta presión de combustible en el riel de inyectores produce mezcla rica, revise que la presión no exceda 45 PSI.Se recomienda revisar el sensor con el programa SAEC."

respuesta1.Show 1

Case 20:

respuesta1.res3.Caption = "46"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91.-Interruptor de alta presión de la dirección hidráulica (PSPS). El MEC aplica 5V de referencia por el ckt 495. Al elevarse la presión hidráulica el switch aterriza ese voltaje y el MEC siente la caída del voltaje. Tal ocurre cuando se gira hasta el tope el volante, eso puede ocasionar que el motor tiemble, el MEC opera la válvula IAC abriéndola más para que el relentín se eleve. A la vez es desacoplado el embrague del A/A."

respuesta1.Show 1

Case 21:

respuesta1.res3.Caption = "48"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91.-Problemas de preiniciación. El corregir códigos como 13, 44 ó 45, pueden eliminar el código 48. Revise las bujías, la resistencia de los cables de bujía, lave los inyectores, revise la presión de combustible, cambie filtro de aire y de gasolina."

respuesta1.Show 1

Case 22:

respuesta1.res3.Caption = "51"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91.-falla del MEM-CAL (memoria calibradora). Revise que este bien asentado. Borre códigos y opere el vehículo, si reaparece, cambie el MEM-CAL. Repita el procedimiento completo, si reaparece, cambie el MEC/CTM y todos los alambrados con una caja de derivación de conexiones (BOB)."

respuesta1.Show 1

Case 23:

respuesta1.res3.Caption = "58"

respuesta1.res2.Caption = "Año:92,93.-Sistema anti robo PASS-key. La llave de encendido es revisada por el módulo PASS-key a través del cilindro de marcha cada vez que se gira para encender. Si la resistencia adecuada no se detecta, se genera el código 58. si es detectada, el módulo PAS-key lo avisa al MEC/CTM y este opera a los inyectores para que el motor encienda. Este código no enciende la luz SES. Código 58 intermitente y/o motor no enciende puede deberse a falta de corriente al módulo PASS-key."

respuesta1.Show 1

Case 24:

respuesta1.res3.Caption = "61, 62"

respuesta1.res2.Caption = "Año:92,93.-El código 61 se aplica al circuito del solenoide de ventilación del acelerador automático. Revise los alambrados, mangueras de vacío y piezas mecánicas como chicotes, estrangulador, diafragma, etc.. Código 62. Circuito del solenoide de vacío del acelerador automático. Este

solenoides es normalmente cerrado y bloquea el vacío al servo, al ser activado abre y deja pasar vacío al servo."

respuesta1.Show 1

Case 25:

respuesta1.res3.Caption = "63, 64.65"

respuesta1.res2.Caption = "Año:91.-Sistema EGR (recirculación de gases del escape). El MEC/CTM realiza pruebas cada uno de los tres solenoides EGR individualmente, durante desaceleración y estrangulador cerrado, viendo el cambio de R.P.M. del motor y la actividad del sensor EGO durante tales procesos. Si las R.P.M. no varían ni el sensor EGO modifica su respuesta en proporción a la abertura y restricción de gases del escape dentro de la combustión, se generan los códigos. Revise alambres y limpie la válvula EGR. Se recomienda revisar el sensor de oxígeno con el programa SAEC."

respuesta1.Show 1

Case 26:

respuesta1.res3.Caption = "66"

respuesta1.res2.Caption = "Año:92,93.-Carga del refrigerante del aire acondicionado baja. El MEC/CTM detecta cuando el embrague del compresor está acoplado. Si se tiene baja presión del refrigerante el compresor se activa muy frecuentemente y por poco tiempo cada vez. Revise la carga adecuada del refrigerante y el interruptor cíclico. Revise los alambres y el interruptor de encendido del A/A en el tablero. Este código no enciende la luz SES (service engine soon)."

respuesta1.Show 1

Case 27:

respuesta1.res3.Caption = "67"

respuesta1.res2.Caption = "Año:92,93.-Circuito de interruptores del acelerador automático. Revise continuidad y no corto a tierra de los alambres del MEC/CTM a botones SET/COAST, RESUME/ACCEL, CRUISE ON/OFF, y señal del freno del acelerador automático desde el interruptor del freno. También el fusible al encendido 50AMP.#5 en centro de relés. Este código no ilumina la luz SES."

respuesta1.Show 1

Case 28:

respuesta1.res3.Caption = "68"

respuesta1.res2.Caption = "Año:92,93.-Falla del servo del acelerador automático. Este sistema se monitorea así mismo, no esta dentro del MEC/CTM, se registra cuando la posición actual del servo es diferente de la posición deseada del mismo. El motor falla al tener el código 68 registrado, debido a que el MEC/CTM corta la gasolina a 3 cilindros para evitar sobre revolucionar el motor."

respuesta1.Show 1

Case 29:

respuesta1.res3.Caption = "69"

respuesta1.res2.Caption = "Año:92,93.-Circuito del interruptor de presión del A/A. El mismo aterriza en ekt 603 cuando se logra 210 PSI en la línea permitiendo que el motor ventilador funcione en alta velocidad. Si se tiene el código 69 el motor ventilador funcionará siempre en alta al estar el aire acondicionado encendido."

respuesta1.Show 1

Case 30:

respuesta1.res3.Caption = "99"

respuesta1.res2.Caption = "Año:93.-Si se tiene este código, vea lo referente al código de falla 68."

respuesta1.Show 1

End Select

End Sub

Sub fallas_Click (Index As Integer)

Select Case Index

Case 1:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de temperatura del motor(CTS) y/o al sensor mariposa de aceleración(TPS)", 64, "Tarda en arrancar"

Case 2:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de temperatura del motor(CTS), al sensor de masa de flujo de aire(MAF) y/o al sensor mariposa de aceleración(TPS)", 64, "Humo negro"

Case 3:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de temperatura del motor(CTS), al sensor de masa de flujo de aire(MAF), al sensor de presión absoluta del multiple(MAP), al sensor temperatura del aire del multiple(MAT), al sensor de oxígeno(EGO) y/o al sensor mariposa de aceleración(TPS)", 64, "Tironeo"

Case 4:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de temperatura del motor(CTS)", 64, "Ahogamiento del motor"

Case 5:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de temperatura del motor(CTS)", 64, "Se prende el motor del ventilador"

Case 6:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de masa de flujo de aire(MAF), al sensor de presión absoluta del multiple(MAP), al sensor temperatura del aire del multiple(MAT), al sensor de golpeteo(KS) y/o al sensor mariposa de aceleración(TPS)", 64, "Pérdida de potencia"

Case 7:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de presión absoluta del multiple(MAP), al sensor temperatura del aire del multiple(MAT) y/o al sensor de oxígeno(EGO)", 64, "Excesivo consumo de combustible"

Case 8:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de masa de flujo de aire(MAF) y/o al sensor mariposa de aceleración(TPS)", 64, "El motor tose"

Case 9:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor temperatura del aire del multiple(MAT) y/o al sensor de golpeteo(KS)", 64, "Detonaciones o explosiones"

Case 10:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor mariposa de aceleración(TPS)", 64, "Se para en bajas R.P.M."

Case 11:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor mariposa de aceleración(TPS)", 64, "Inestable en bajas R.P.M"

Case 12:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de presión absoluta del multiple(MAP)", 64, "Calentamiento"

Case 13:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de presión absoluta del multiple(MAP) y/o al sensor de golpeteo(KS)", 64, "Cascabeleo"

Case 14:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de masa de flujo de aire(MAF)", 64, "Explosiones por filtro de aire"

Case 15:

MsgBox "Se recomienda realizar pruebas al sensor de masa de flujo de aire(MAF)", 64, "Tarda en acelerar o desbocar"

End Select

End Sub

e) Ventana de resultados

Tanto los menús de "Código de fallas" y "Fallas comunes", como las pruebas, utilizan una ventana de resultados común, que como su nombre lo indica muestra los comentarios y/o resultados de las pruebas, mostrando una animación de una carita sonriente en caso de ser positivos, o una triste si son negativos, éste es el código:

```
Sub Timer1_Timer ()

Select Case y
Case 0
cara.Picture = anima3.Picture
clima.Picture = animacli2.Picture
y = y + 1
Case 1
cara.Picture = anima4.Picture
clima.Picture = animacli1.Picture
y = y + 1
Case 2
cara.Picture = anima3.Picture
clima.Picture = animacli2.Picture
y = y + 1
Case 3
cara.Picture = anima0.Picture
clima.Picture = animacli1.Picture
y = 0
Case Else
End Select
End Sub

Sub Timer1_Timer ()
```

Select Case y

Case 0

cara.Picture = car1.Picture

clima.Picture = cli2.Picture

y = y + 1

Case 1

cara.Picture = car2.Picture

clima.Picture = cli1.Picture

y = y + 1

Case 2

cara.Picture = car3.Picture

clima.Picture = cli2.Picture

y = y + 1

Case 3

cara.Picture = car1.Picture

clima.Picture = cli1.Picture

y = 0

Case Else

End Select

End Sub

Las partes anteriores conforman la esencia de programa SAEC, lo demás son tan solo rutinas preprogramadas de Visual Basic, tales como cajas de diálogo, botones, menús, formularios etc.

5.3.- Manual de usuario.

Este manual muestra como utilizar las características de SAEC, proporcionando toda la información sobre el uso del sistema.

Este manual esta orientado a usuarios finales, con conocimientos básicos en el manejo de sistemas en Windows 3.1 a nivel de usuarios finales; en caso de que no se cuente con dichos conocimientos existe una parte del manual donde se hace referencia a ellos, con la intención de que el sistema SAEC pueda ser utilizado por cualquier tipo de mecánico, especializado o no.

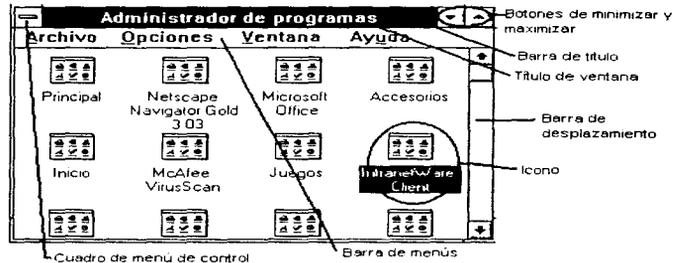
Esta guía esta organizada en las siguientes partes:

- 1.Conocimientos Básicos
- 2.Instalación del software
- 3.Instalación de la interfaz
- 4.Entrar al Sistema
- 5.Ventana principal
- 6.Menús de información
- 7.Menús de pruebas
- 8.Conexiones a los sensores (arneses)

I.-Conocimientos Básicos

Existen dos maneras de entrar a Windows, dependiendo de como este configurada la computadora del usuario; si al encenderla al final del autoreconocimiento que realiza nos encontramos con el prompt **c:\>** hay que escribir **cd windows** dar enter y después **win** y dar enter, o **win** y dar enter y acceder directamente al administrador de archivos. La segunda forma es que, al encender la computadora nos introduzca directamente a Windows.

Una vez en Windows nos vamos a encontrar con *iconos*, que son gráficos que representan una aplicación o un archivo.



En Windows *Maximizar* significa abrir el tamaño máximo de la ventana, y una *ventana de documentos* es una ventana secundaria que aparece dentro de una ventana de aplicación. También se cuenta con los siguientes elementos:

Barra de título.- Área que envuelve el título de la ventana, además de indicar si esta activa.

Título de la ventana.- Todas las ventanas tienen un nombre, el cual las diferencia de otras.

Cuadros de menús de control.- Situados en la esquina superior izquierda de la ventana. Con el que puede cambiar de tamaño, movilizar, maximizar, minimizar, etc.. Muy útil cuando se trabaja con teclado.

Barra de menús.- Muestra menús disponibles. Los cuales se pueden acceder con el mouse, señalando con el puntero la palabra de la acción deseada; o con presionar simultáneamente la tecla **Alt** y la letra que se encuentra subrayada en la palabra de la acción deseada. Cabe señalar que dentro de los menús es común encontrar palabras seguidas de puntos suspensivos (...), lo cual significa que aparecerá una segunda ventana, es decir no son acciones directas.

Icono de documento (o de grupo).- Representación de una ventana de documento que se encuentra minimizada.

Icono de programa.- Representación de aplicaciones que podrán ser indicadas desde el administrador de programas.

Icono de aplicación.- Representación de un elemento de programa que se encuentra en ejecución pero que ha sido minimizado.

Botón de minimizar.- Reduce la ventana a un icono.

Botón de maximizar.- Aumenta la ventana a su máximo tamaño.

Cuadro de desplazamiento.- Muestra posición dentro de la ventana.

Barra de desplazamiento.- Indica que no todo el contenido de la ventana es mostrado. Existen barras de desplazamiento verticales y horizontales.

Flecha de desplazamiento.- Permite avanzar o retroceder el contenido de la ventana una línea a la vez.

Borde de la ventana.- Indica límite exterior de la ventana.

Ventana de aplicación.- Contiene una aplicación en ejecución.

Se cuenta con cuatro ventanas importantes en Windows:

Ventana de inicio.- Ventana que inicialmente se encuentra vacía. Los iconos de programas que sean incluidos en esa ventana serán ejecutados de manera automática al iniciar una sesión en Windows.

Ventana principal.- Contiene iconos de programas enfocados principalmente a administrar y configurar en Windows.

Ventana de accesorios.- Contiene un conjunto de herramientas que facilitan al usuario la realización de tareas sencillas. Entre los accesorios se encuentra un reloj, una calculadora y un procesador de palabras.

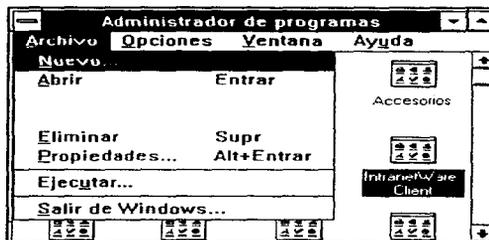
Ventana de Microsoft Office.- Contiene un procesador de palabras más sofisticado, una hoja de cálculo y un programa que ayuda a realizar presentaciones; la versión profesional cuenta con un manejador de bases de datos.

Además, cuando se maneja Windows, hay que tener presente las siguientes convenciones:

Elemento atenuado.- Comando que no se encuentra disponible en ese momento.



Verificar paloma.- El comando se encuentra activo. La marca de verificación se elimina seleccionando de nuevo el comando.



Puntos suspensivos (...).- Aparece un cuadro de diálogo con las opciones que deberán seleccionarse para poder ejecutar el comando.

Una combinación de teclas.- Método de abreviatura para este comando. El comando podrá ser elegido sin necesidad de utilizar el menú.

II.-Instalación del software

Para la instalación del sistema se deberán seguir los siguientes pasos:

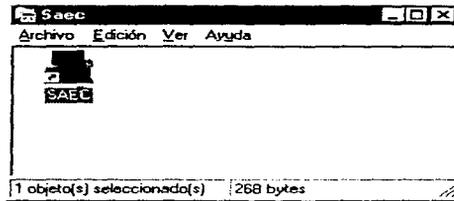
- Encender la computadora
- Introducir el disco "SAEC" en el drive de 3 1/2"
- Entrar a Windows
- En la Ventana Principal seleccionamos Administrador de Archivos y leemos el drive indicado en el punto anterior
- Seleccionamos SETUP.EXE con el puntero
- El programa instalar lo guiará a través de la instalación del paquete "SAEC"

III.-Instalación de la interfaz

Con la computadora apagada, en el puerto serial (macho) conectar el extremo hembra del cable RS-232 y el lado macho del mismo al lado hembra de la interfaz "SAEC". Dejar las conexiones para tomar medidas de los sensores libres, listas para usarse.

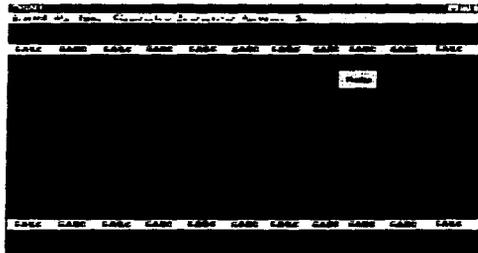
IV.-Entrar al Sistema

Para entrar al sistema se deberá hacer doble click sobre el icono de SAEC.



A continuación se desplegará la pantalla de entrada al sistema, y al hacer click con el mouse en el botón que dice "iniciar SAEC" se estará dentro del programa.

V.-Ventana principal



En la ventana principal del sistema SAEC tenemos:

- Barra de título, que indica que el programa activo es SAEC.
- Barra de menús, que muestra que los menús disponibles son:
Automóvil Año Sensor Códigos de falla Fallas comunes Acerca de... Salir
- Ilustración, que muestra la imagen de un automóvil, que indica en que etapa de selección se encuentra el programa.

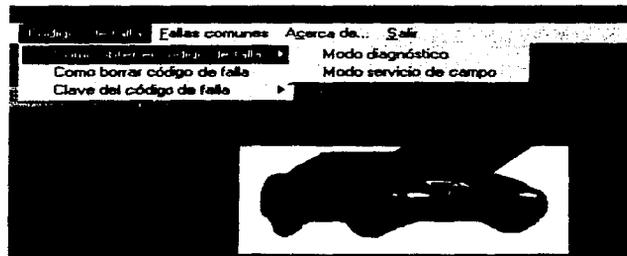
- Botón de prueba, para cuando se desee realizar el examen al sensor.
- Instrucciones, que indican al usuario que pasos seguir.
- Etiqueta de automóvil, año y sensor para visualizar los datos que se seleccionaron.

De la barra de menús "Códigos de falla" y "Fallas comunes" son menús de información. "Automóvil", "Año" y "Sensor" son usados para la realización de pruebas y detección. En "Acerca de..." se proporciona los nombres de los autores del programa SAEC, así como de los asesores del proyecto.

Por supuesto, "Salir" se utiliza para abandonar la ventana principal del programa y con esto terminará su sesión con SAEC.

VI.-Menús de información

Como ayuda al mecánico se crearon 2 menús de información. Para acceder a ellos basta con seleccionar de la barra de menús "Códigos de fallas" o "Fallas comunes", dependiendo de lo que se desee.



En el menú de "Código de falla" tenemos:

- ◆ Como obtener código de falla
Modo diagnóstico
Modo servicio de campo
- ◆ Como borrar código de falla

◆Clave de código de falla

12,13,14,15,16,21,22,23,24,25,26,31,34,38,39,41,42,43,44,45,46
,48,51,58,61,62,63,64,65,66,67,68,69,99.

En el menú de "Fallas comunes" tenemos:

- ◆Tarda en arrancar
- ◆Humo negro
- ◆Tironeo
- ◆Ahogamiento del motor
- ◆Se prende el motor del ventilador
- ◆Pérdida de potencia
- ◆Excesivo consumo de combustible
- ◆El motor tose
- ◆Detonaciones o explosiones
- ◆Se para en bajas R.P.M.
- ◆Inestable en bajas R.P.M.
- ◆Calentamiento
- ◆Cascabeleo
- ◆Explosiones por filtro de aire
- ◆Tarda en acelerar o desbocar

VII.-Menús de prueba y detección

Para esta parte se utilizan los menús "Automóvil", "Año" y "Sensor".

En el menú de "Automóvil" tenemos:

- ◆Blazer
- ◆Cadillac Deville
- ◆Cavalier
- ◆Cavalier Z24
- ◆Celebrity
- ◆Century
- ◆Chasis Cabina

- ◆ Corvette
- ◆ Cutlass
- ◆ Eurosport
- ◆ Pickup

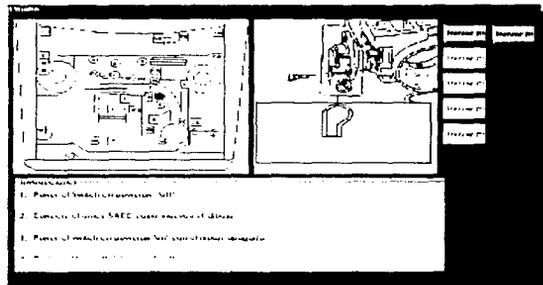
En el menú de "Año" tenemos:

- ◆ 86
- ◆ 87
- ◆ 88
- ◆ 89
- ◆ 90
- ◆ 91
- ◆ 92
- ◆ 93
- ◆ 94
- ◆ 95

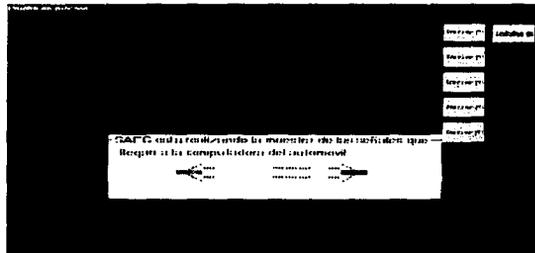
En el menú de "Sensor" tenemos:

- ◆ Sensor de mariposa del acelerador
- ◆ Sensor de temperatura del motor
- ◆ Sensor de temperatura aire del múltiple
- ◆ Sensor presión absoluta del múltiple
- ◆ Sensor de detonación
- ◆ Sensor de oxígeno

Estos menús se encuentran en la ventana principal, en donde también se encuentran las instrucciones que nos indican que pasos seguir, los cuales son muy sencillos, primero hay que seleccionar el automóvil, después el año de fabricación y por último el sensor a analizar. En este momento se puede modificar uno o todos los datos previamente seleccionados. Esta opción es con la finalidad de ayudar al mecánico que se haya equivocado al introducir un dato.

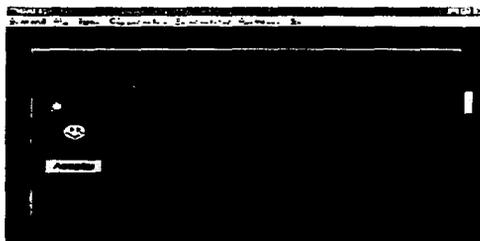


Cuando ya están todos los datos correctos se selecciona el botón de "prueba" y se pasa a la ventana de prueba, donde dependiendo de los datos introducidos aparece un diagrama del motor que utiliza el auto seleccionado, indicando la posición del sensor a examinar, y un esquema de conexión. También se encontrará una parte que presenta instrucciones a seguir, que indicarán en que momento se podrá seleccionar el botón de la prueba correspondiente ("prueba 1", "prueba 2", . etc.). En caso de que no se desee llevar a cabo la prueba se puede escoger el botón "cancelar", con lo que se regresa a la ventana principal.



Mientras se realiza la prueba en la pantalla aparecerá un contador de muestras que indicará el porcentaje de muestras que lleva realizadas en ese momento.

*Advertencia: Al finalizar el muestreo las funciones de la computadora se detendrán por un momento para cerrar el puerto de comunicaciones.



Una vez terminado el muestreo se abrirá una ventana de mensaje indicando el resultado de la prueba. Si el resultado es negativo, se indicará una sugerencia para su mantenimiento o sustitución. Dando por terminado la etapa de prueba. Si el resultado es positivo, se permitirá el acceso a la siguiente etapa de la prueba. Para cerrar la ventana de mensaje se tendrá que dar click en el botón de aceptar.

Cuando se termina por completo la etapa de prueba se podrá regresar a la ventana principal seleccionando el botón de cerrar.

VIII.-Conexiones a los sensores (arneses)

Dependiendo del sensor que se examine será el tipo de conexión o arnés que se utilice para la realización de la prueba. El arnés apropiado para tal efecto será ilustrado en la ventana de prueba. Asimismo se hará referencia textual al arnés en la parte de instrucciones de la misma ventana.

Capítulo 6.- Puesta en marcha del sistema de SAEC.

6.1.- Conocimientos básicos requeridos por el usuario.

Como lo hemos referido a lo largo de este documento, SAEC fue diseñado con el fin de que el mecánico tradicional o un técnico especializado puedan operarlo, para demostrar este punto se puso en marcha el proyecto con la colaboración del personal de AUTOEXCELL S.A. de C.V., poniendo a prueba un conjunto de automóviles.



Pruebas de SAEC realizadas en AUTOEXCEL

Después de seguir las instrucciones del manual y tras una pequeña capacitación sobre el uso del ambiente Windows, dicho personal estaba en condiciones para manejar con soltura el sistema, y llegar a resultados de diagnóstico con mayor rapidez y con un porcentaje de acierto al corregir el error del 96%

6.2.- Requerimientos mínimos de software y hardware.

a) Hardware

- Computadora con procesador 80386 o superior, y dos puertos seriales
- Monitor VGA o superior
- 8MBytes de memoria RAM
- Mouse
- Convertidor DB25 a DB9 (solo en caso necesario)

b)Software

- Sistema operativo MS-DOS 6.0 o Windows 95
- En caso de usar sistema operativo MS-DOS, contar con ambiente gráfico Windows 3.1 o superior.

6.3.-Especificaciones técnicas de SAEC.

a)Hardware

Descripción : Adquisidor de señales

- Comunicación: Serial RS232
- Velocidad: 300baudios
- Potencia requerida: 4.5-5V a 1000mA
- Peso: 250gramos
- Tamaño 5 x 19 x 10cm
- Temperatura de operación: -40° a +50°C

Entradas analógicas

- Canales analógicos: 4canales
- Rango de voltaje: 0 a + 5 .0V

Salidas digitales

- Rango de voltaje: 0 a + 5.0 V
- Nivel lógico de 0: 1V. máximo
- Nivel lógico de 1: 4.5-5.5V máximo
- Resolución: 8 bits
- Precisión: \pm 1LSB (Bit Menos Significativo)
- Tipo de conversión: Aproximaciones sucesivas

b)Software

Descripción: Software de comunicación y operación de SAEC

- Tipo de disquetes: 3 ½ de alta densidad
- Número de disquetes: 1 disquete de información comprimida

- Sistema de instalación: Automático a través de programa de instalación: "SETUP.EXE"
- Espacio mínimo requerido para instalación: 6.21.MBytes de espacio en disco duro.

c)Costo

El adquirente de señales y el software de SAEC tiene un costo de producción de \$1200.00 por unidad al 1 de octubre de 1997, por lo que siguiendo un criterio de "juicio experto", la propuesta es ofrecerlo con un precio a cliente de \$2400.00 obteniendo con esto una ganancia del 100% y haciendolo accesible al consumidor.

6.4.- Mantenimiento correctivo, preventivo y rediseño.

a)Mantenimiento correctivo:

SAEC esta construido de tal manera que el mantenimiento correctivo sea mínimo; El disco de instalación es un disco de respaldo, el cual, puede utilizarse en caso de perderse alguno de los archivos utilizados, solo se debe borrar la aplicación del menú principal y volver a instalar con el programa "SETUP.EXE"; en caso de contar con un usuario más experimentado este puede sacar copias de respaldo de los archivos.

Los circuitos integrados del adquirente de señales, están montados sobre base soldadas al circuito impreso, con el fin de poder sustituir fácilmente un circuito dañado.

b)Mantenimiento preventivo:

El mantenimiento preventivo de SAEC, resulta muy sencillo y consiste en tres etapas:

- Primero se deberá revisar que la programación del microcontrolador, no este modificada, esto se hace con el programa PcBug.

- Segundo se deberá revisar que las resistencias y el circuito MAX232 estén operando correctamente, lo que realiza, con un multímetro común.

- Por último, se revisarán los arneses y las conexiones del sistema, chequeando que no tengan un corto y que conserven su continuidad, así como, su impedancia.

Este proceso de revisión es pertinente realizarlo cada 6 meses, para la buena operación del equipo.

c)Rediseño:

Como se comentó en el capítulo IV, el adquisidor de señales fue diseñado con el fin de poder ser reutilizado, en etapas posteriores de este proyecto; dentro de estas mejoras que se plantean hacer a futuro están las siguientes:

- Ampliar la gama de sensores a analizar, usando dispositivos que puedan incorporarse al adquisidor de señales, para poder analizar sensores que por el momento SAEC no puede analizar.

- Incorporar al software mas información a cerca de especificaciones técnicas de sensores de modelos más recientes.

- Crear módulos que puedan incorporarse al sistema, los cuales tengan pruebas y especificaciones técnicas para distintas marcas y modelos de automóviles

- Crear un método para incorporar oportunamente la tecnología, que con el tiempo aparezca en el mercado automotriz.

Conclusiones

En nuestra época moderna, llena de avances tecnológicos, las computadoras y los circuitos integrados se han incorporado como herramientas indispensables en las actividades cotidianas del ser humano, agilizando y adecuando el tiempo así como los recursos, que este utiliza en su vida diaria. Los automóviles no están exentos de esto, desafortunadamente no todos contamos con los conocimientos pertinentes para la reparación o el uso óptimo de los mismos, por lo que desde un principio el objetivo de esta tesis fue el auxiliar al mecánico automotriz, dotándolo con las armas necesarias para dar el salto a los adelantos tecnológicos.

A su vez SAEC nos dotó de la experiencia práctica, aplicando en casos reales los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera, desarrollándolo como un caso concreto de investigación. Durante el desarrollo nos encontramos con diferentes problemas, que en su momento llegaron a convertirse en oportunidades de aprendizaje, superándolos con un poco de imaginación e ingenio, tal como, se nos instruyó a lo largo de la carrera.

El resultado final de todo esto fue un prototipo el cual permite al usuario comprobar el estado de los principales sensores de un automóvil; es posible que alguien pudiera comentar: "Ese dispositivo ya existe se llama Scanner", a lo que les responderíamos: No, lo que se conoce como Scanner es un dispositivo que toma datos del Módulo Electrónico de Control (MEC), a través de un programa de Auto diagnóstico, dicho programa establece las causas de la falla tomando en cuenta los distintos reportes que le entregan los sensores, sin tomar en cuenta que ciertas circunstancias, tales como un corto a tierra o a voltaje en la entrada de las terminales del MEC, lo cual puede reportar una falla de algún sensor y al momento de remplazarlo, encontrar que la falla continua. SAEC por su parte, realiza un análisis de un sensor en particular, interceptando las señales que envía al MEC, así como, revisando las terminales del sistema con el fin de prevenir un corto a tierra o a voltaje. También SAEC cuenta con un menú que le explica como obtener e interpretar los códigos de fallas del MEC, y un menú con un conjunto

de fallas comunes que indica la posible causa del problema; con todo esto, unido a la experiencia práctica del usuario, se logró disminuir los tiempos de diagnóstico y el tener una causa del problema más exacta; hasta la fecha de redacción de esta tesis su efectividad era del 96%, lo cual se puede considerar aceptable, y más si lo correlacionamos con el precio del producto, lo que nos da un producto ampliamente recomendable para el taller mecánico moderno.

En el futuro SAEC deberá tener una etapa de evolución dentro de la cual se le puedan agregar componentes y especificaciones con el fin de analizar otras marcas y modelos de automóviles, así también, como otros actuadores relacionados con el MEC. Nuestra visión a largo plazo es que este producto pueda llegar a una gran cantidad de talleres mecánicos, convirtiéndolo en una herramienta rentable e indispensable para los mecánicos futuros.

Tal vez la experiencia más gratificante que recibimos del desarrollo de SAEC, fue el darnos cuenta que en México, con la educación recibida en instituciones como la UNAM, se puede desarrollar tecnología para resolver necesidades como el correcto diagnóstico de las fallas de los automóviles modernos, satisfaciéndola a un nivel competitivo y contribuyendo a un desarrollo de fondo para la estructura productiva del país.

Glosario

- EFI Electronic Fuel Injection, Inyección Electrónica de Combustible
- SEFI Sequential Electronic Fuel Injection, Inyección Secuencial Electrónica de Combustible
- MPFI Multi Port Fuel Injection, Inyección Múltiple de Combustible a los Puertos
- WOT Wide Open Throttle, Estrangulador Totalmente Abierto
- EGO Exhaust Gas Oxygen, Salida de Gas Oxígeno
- PCV Positive Carter Ventilation, Ventilación Positiva del Carter
- MAF Mass Air Flow, Flujo de Masa de Aire
- MAP Manifold Absolute Pressure, Presión Absoluta del Múltiple
- MAT Manifold Air Temperature, Temperatura del Aire del Múltiple
- TBI Throttle Body Injection, Inyección al Cuerpo del Acelerador
- TPS Throttle Position Sensor, Sensor de Posición del Estrangulador
- CTS Coolant Temperature Sensor, Sensor de Temperatura del Refrigerante
- KS Knock Sensor, Sensor de Golpeo
- NOM Norma Oficial Mexicana
- MEC Módulo Electrónico de Control
- GUI Graphic User Interface, Interfaz Gráfica para Usuarios
- DDE Dynamic Data Exchange, Intercambio Dinámico de Datos
- EGR Válvula de Recirculación de Gases de Escape

Apéndice I

AUTOEXCEL S.A.

Excelencia en Ingeniería Automotriz
Magisterio Nacional #129-A, Tlalpan; Tel. 573-17-61

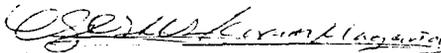
México, D.F. a 8 de noviembre de 1997

A QUIEN CORRESPONDA.

La presente tiene por objeto autentificar que el sistema SAEC (Sensórica Automotriz Examinada por Computadora) tuvo 96% de acertividad en el diagnóstico de sensores de los automóviles marca GENERAL MOTORS, durante el periodo en que permaneció a prueba; motivo por el cual me permito hacer de su conocimiento que este dispositivo cuenta con las características necesarias para convertirse en el futuro en una herramienta eficaz y pertinente para la detección de fallas relacionadas con los sensores automotrices y dispositivos dependientes de estos.

Agradeciendo su atención a estas líneas, quedo a sus ordenes.

ATENTAMENTE



JESÚS KARAM MAGAÑA.
JEFE DE MECÁNICOS DE AUTOEXCEL S.A.

Apéndice II

MAX232 DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16)

Operates with Single 5-V Power Supply

LinBiCMOS™ Process Technology

Two Drivers and Two Receivers
±30-V Input Levels

Low Supply Current 8 mA Typ

Meets ANSI/EIA-232-D:1986 Specifications
(Revision of EIA Standard RS-232-C)

Designed to be Interchangeable with Maxim
MAX232

Applications

- EIA-232 Interface
- Battery-Powered Systems
- Terminals
- Modems
- Computers

Description

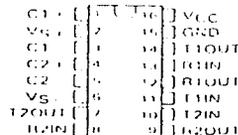
The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V, and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept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

Absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

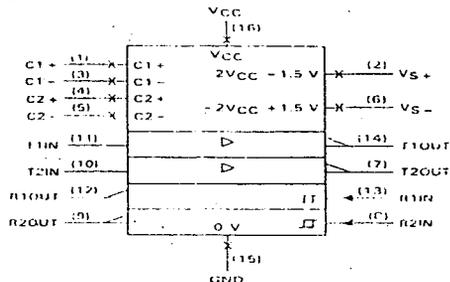
Input supply voltage, VCC (See Note 1)	-0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage, VS+	VCC - 0.3 V to 14 V
Negative output supply voltage, VS-	0.3 V to -15 V
Input voltage range: Driver	-0.3 V to VCC + 0.3 V
Receiver	±30 V
Output voltage range: T1OUT, T2OUT	VS+ - 0.3 V to VS+ + 0.3 V
R1OUT, R2OUT	-0.3 V to VCC + 0.3 V
Short-circuit duration: VS+	30 s
VS-	30 s
T1OUT, T2OUT	unlimited
Operating free-air temperature range	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

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

DIP16 PACKAGE (TOP VIEW)



Logic Symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

MAX232
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

recommended operating conditions

	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	-1.5	5	5.5	V
High level input voltage, V_{IH} (T1IN, T2IN)	2			V
Low level input voltage, V_{IL} (T1IN, T2IN)			0.8	V
Receiver input voltage, R1IN, R2IN			1.10	V
Operating free air temperature, T_A	0		70	°C

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP ¹	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to GND	5	7		V
		R1OUT, R2OUT	$I_{OIF} = -1\text{ mA}$	3.5			
V_{OL}	Low-level output voltage ²	T1OUT, T2OUT	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to GND		-7	5	V
		R1OUT, R2OUT	$I_{OL} = 3.2\text{ mA}$			0.4	
V_{T+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$		1.7	2.4	V
V_{T-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	0.8	1.2		V
V_{IYS}	Input hysteresis	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}$	0.2	0.5	1	kV
r_i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	3	5	7	k Ω
r_o	Output resistance	T1OUT, T2OUT	$V_{S+} = V_{S-} = 0$, $V_O = \pm 2\text{ V}$	300			Ω
I_{OS}^3	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	$V_{CC} = 5.5\text{ V}$, $V_O = 0$		± 10		mA
I_{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN	$V_I = 0$			200	μA
I_{CC}	Supply current		$V_{CC} = 5.5\text{ V}$ All outputs open, $T_A = 25^\circ\text{C}$		8	10	mA

¹All typical values are at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

²The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

³Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP ¹	MAX	UNIT
$t_{PLH}(R)$	Receiver propagation delay time, low-to-high level output	See Figure 2			500		ns
$t_{PHL}(R)$	Receiver propagation delay time, high-to-low level output	See Figure 2			500		ns
SR	Driver slew rate	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to 7 k Ω . See Figure 3				30	V/ μs
SR(R)	Driver transition region slew rate	See Figure 4			3		V/ μs

TYPICAL APPLICATION DATA

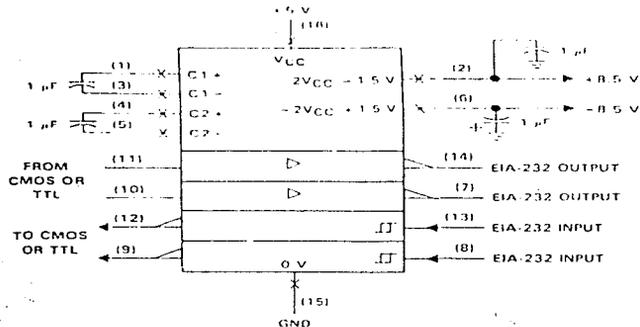
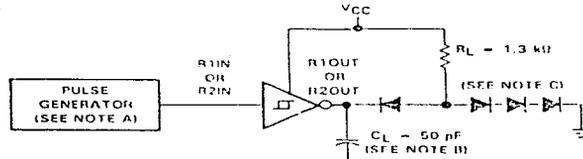
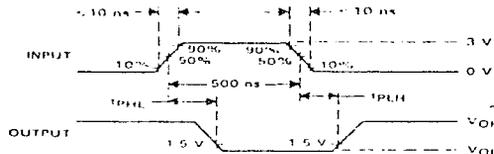


FIGURE 1. TYPICAL OPERATING CIRCUIT

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



TEST CIRCUIT



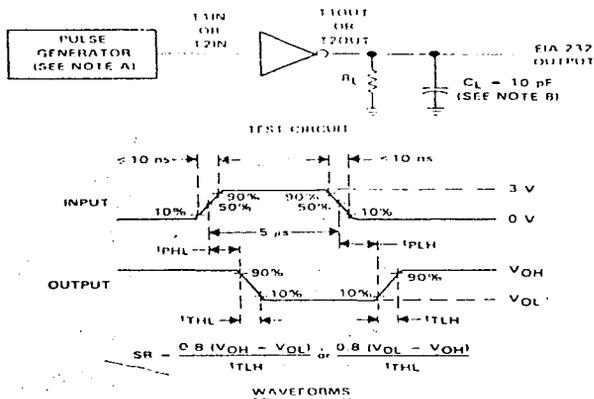
WAVEFORMS

- NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_{out} = 50 \Omega$; Duty Cycle $\leq 50\%$.
 B. C_L includes probe and jig capacitance.
 C. All diodes are 1N3054 or equivalent.

FIGURE 2. RECEIVER TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS FOR t_{PHL} AND t_{PLH} MEASUREMENT

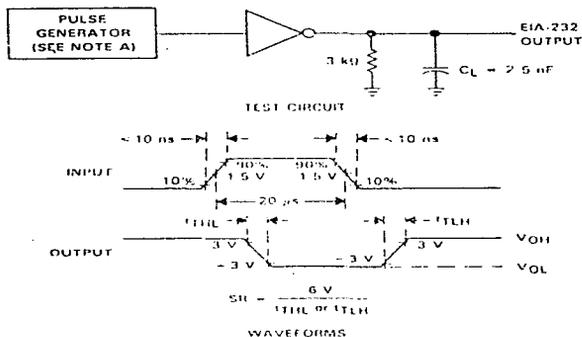
74A232
DUAL EIA 232 DRIVER/RECEIVER

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_{OUT} = 50 \Omega$, Duty Cycle $\leq 50\%$.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

FIGURE 3. DRIVER TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS FOR t_{PHL} AND t_{PLH} MEASUREMENT (5- μ s INPUT)



NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: $Z_{OUT} = 50 \Omega$, Duty Cycle $\leq 50\%$.

FIGURE 4. TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS FOR t_{THL} AND t_{TLH} MEASUREMENT (20- μ s INPUT)

Apéndice III

Technical Summary **8-Bit Microcontrollers**

Introduction

The MC68HC11A8, MC68HC11A1, and MC68HC11A0 high-performance microcontroller units (MCUs) are based on the M68HC11 Family. These high speed, low power consumption chips have multiplexed buses and a fully static design. The chips can operate at frequencies from 3 MHz to dc. The three MCUs are created from the same masks; the only differences are the value stored in the CONFIG register, and whether or not the ROM or EEPROM is tested and guaranteed.

For detailed information about specific characteristics of these MCUs, refer to the *M68HC11 Reference Manual*, document number M68HC11 RM/AD.

Features

- M68HC11 CPU
- Power Saving STOP and WAIT Modes
- 8 KBytes ROM
- 512 Bytes of On-Chip EEPROM
- 256 Bytes of On-Chip RAM (All Saved During Standby)
- 16-Bit Timer System
 - 3 Input Capture Channels
 - 5 Output Compare Channels
- 8-Bit Pulse Accumulator
- Real-Time Interrupt Circuit
- Computer Operating Properly (COP) Watchdog System
- Synchronous Serial Peripheral Interface (SPI)
- Asynchronous Nonreturn to Zero (NRZ) Serial Communications Interface (SCI)
- 8-Channel, 8-Bit Analog-to-Digital (A/D) Converter
- 38 General-Purpose Input/Output (I/O) Pins
 - 15 Bidirectional I/O Pins
 - 11 Input-Only Pins and 12 Output-Only Pins (Eight Output-Only Pins in 48-Pin Package)
- Available in 48-Pin Dual In-Line Package (DIP) or 52-Pin Plastic Leaded Chip Carrier (PLCC)

This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.



MC68HC11Ax Family Members

Device Number	ROM	EEPROM	RAM	CONFIG*	Comments
MC68HC11A8	8K	512	256	\$0F	Family built around this device
MC68HC11A1	0	512	256	\$0D	ROM disabled
MC68HC11A0	0	0	256	\$0C	ROM and EEPROM disabled

*Value programmed at Motorola

Ordering Information

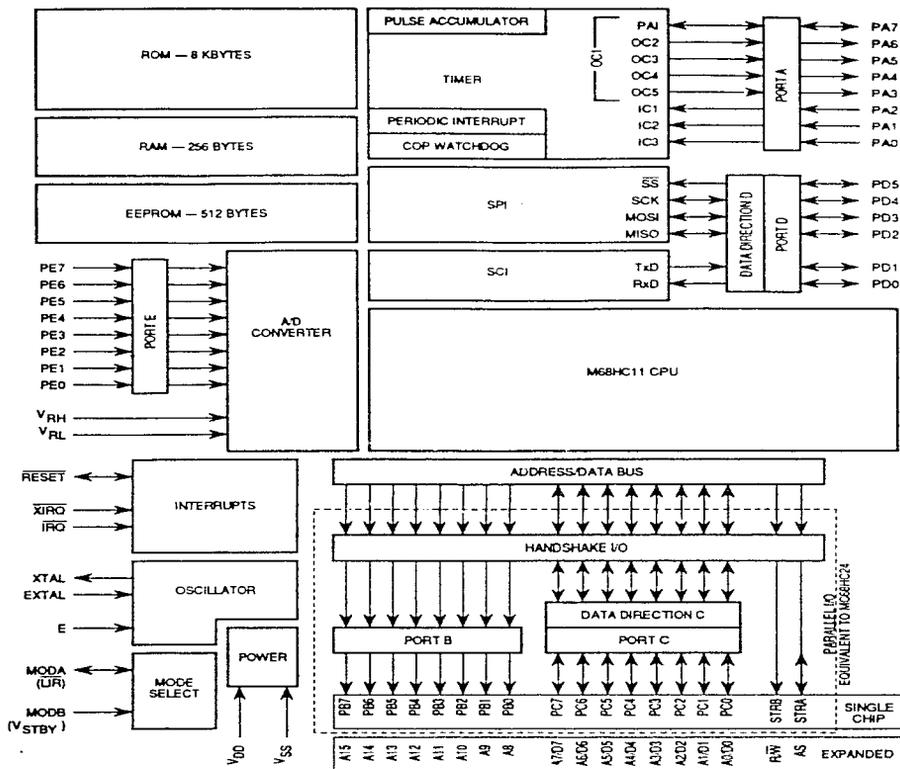
Package	Temperature	CONFIG	Description	MC Order Number
48-Pin Plastic DIP (P suffix)	-40° to +85°C	\$0F	BUFFALO ROM	MC68HC11A8P1
	-40° to +85°C	\$0D	No ROM	MC68HC11A1P
	-40° to +105°C	\$0D	No ROM	MC68HC11A1VP
	-40° to +125°C	\$0D	No ROM	MC68HC11A1MP
	-40° to +85°C	\$09	No ROM, COP On	MC68HCP11A1P
	-40° to +105°C	\$09	No ROM, COP On	MC68HCP11A1VP
	-40° to +125°C	\$09	No ROM, COP On	MC68HCP11A1MP
	-40° to +85°C	\$0C	No ROM, No EEPROM	MC68HC11A0P
52-Pin PLCC (FN suffix)	-40° to +85°C	\$0F	BUFFALO ROM	MC68HC11A8FN1
	-40° to +85°C	\$0D	No ROM	MC68HC11A1FN
	-40° to +105°C	\$0D	No ROM	MC68HC11A1VFN
	-40° to +125°C	\$0D	No ROM	MC68HC11A1MFN
	-40° to +85°C	\$09	No ROM, COP On	MC68HCP11A1FN
	-40° to +105°C	\$09	No ROM, COP On	MC68HCP11A1VFN
	-40° to +125°C	\$09	No ROM, COP On	MC68HCP11A1MFN
	-40° to +85°C	\$0C	No ROM, No EEPROM	MC68HC11A0FN

Table of Contents

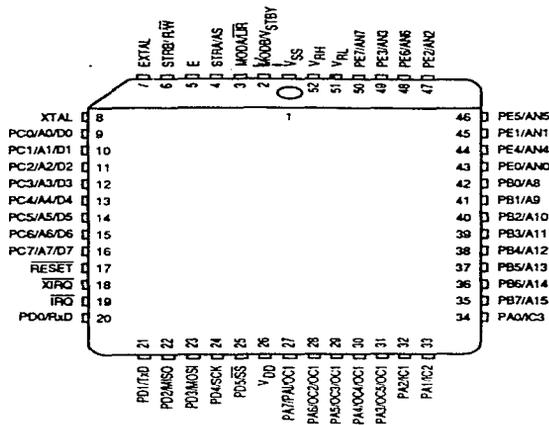
Introduction.....	1
Features	1
MC68HC11Ax Family Members	2
Ordering Information.....	2
Register Index	4
MC68HC11A8 Block Diagram.....	5
52-Pin PLCC Pin Assignments.....	6
48-Pin DIP Pin Assignments.....	7
Operating Modes and Memory Maps.....	8
Memory Maps.....	9
MC68HC11A8 Register and Control Bit Assignments	10
Resets and Interrupts.....	14
Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM)	19
Parallel Input/Output.....	21
Serial Communications Interface (SCI).....	26
Serial Peripheral Interface (SPI).....	33
Main Timer.....	37
Pulse Accumulator.....	45
Analog-to-Digital Converter	48

Register Index

Register		Address	Page
PORTA	Port A Data	\$1000	22
PIOC	Parallel I/O Control	\$1002	22
PORTC	Port C Data	\$1003	23
PORTB	Port B Data	\$1004	24
PORTCL	Port C Latched	\$1005	24
DDRC	Data Direction Register for Port C	\$1007	24
PORTD	Port D Data	\$1008	24
DDRD	Data Direction Register for Port D	\$1009	25, 34
PORTE	Port E Data	\$100A	25
CFORC	Timer Compare Force	\$100B	39
OC1M	Output Compare 1 Mask	\$100C	39
OC1D	Output Compare 1 Data	\$100D	39
TCNT	Timer Counter	\$100E, \$100F	39
TIC1–TIC3	Timer Input Capture	\$1010–\$1015	40
TOC1–TOC5	Timer Output Compare	\$1016–\$101F	40
TCTL1	Timer Control 1	\$1020	41
TCTL2	Timer Control 2	\$1021	41
TMSK1	Timer Interrupt Mask 1	\$1022	42
TFLG1	Timer Interrupt Flag 1	\$1023	42
TMSK2	Timer Interrupt Mask 2	\$1024	42, 46
TFLG2	Timer Interrupt Flag 2	\$1025	43, 46
PACTL	Pulse Accumulator Control	\$1026	25, 44, 47
PACNT	Pulse Accumulator Counter	\$1027	47
SPCR	Serial Peripheral Control Register	\$1028	34
SPSR	Serial Peripheral Status Register	\$1029	35
SPDR	SPI Data Register	\$102A	36
BAUD	Baud Rate	\$102B	28
SCCR1	SCI Control Register 1	\$102C	30
SCCR2	SCI Control Register 2	\$102D	30
SCSR	SCI Status Register	\$102E	31
SCDR	SCI Data Register	\$102F	32
ADCTL	A/D Control/Status	\$1030	50
ADR1–ADR4	A/D Results	\$1031–\$1034	51
OPTION	System Configuration Options	\$1039	16, 51
COPRST	Amv/Reset COP Timer Circuitry	\$103A	16
PPROG	EEPROM Programming Control	\$103B	19
HPRIO	Highest Priority I-Bit Interrupt and Miscellaneous	\$103C	12, 17
INIT	RAM and I/O Mapping	\$103D	12
TEST1	Factory Test	\$103E	13
CONFIG	COP, ROM, EEPROM Enables	\$103F	13, 18, 20



MC68HC11A8 Block Diagram



52-Pin PLCC Pin Assignments

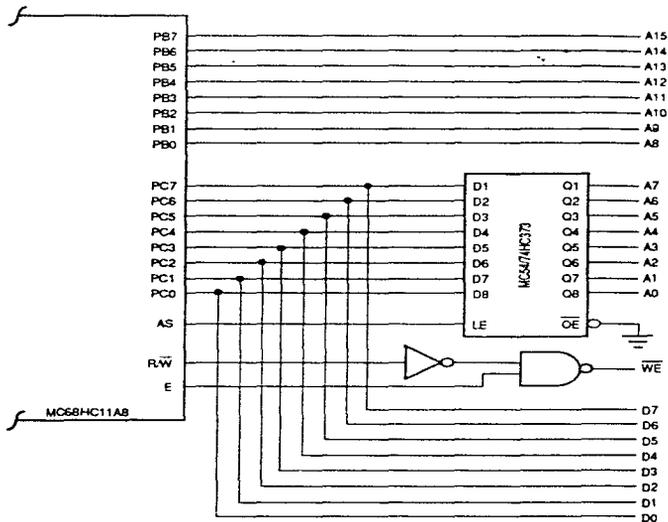
PA7/PAU/OC1	1	48	V _{DD}
PA6/OC2/OC1	2	47	PD5/SS
PA5/OC3/OC1	3	46	PD4/SCK
PA4/OC4/OC1	4	45	PD3/MOSI
PA3/OC5/OC1	5	44	PD2/MISO
PA2/IC1	6	43	PD1/TxD
PA1/IC2	7	42	PD0/RxD
PA0/IC3	8	41	IRG
PB7/A15	9	40	XIRG
PB6/A14	10	39	RESET
PB5/A13	11	38	PC7/A7/D7
PB4/A12	12	37	PC6/A6/D6
PB3/A11	13	36	PC5/A5/D5
PB2/A10	14	35	PC4/A4/D4
PB1/A9	15	34	PC3/A3/D3
PB0/A8	16	33	PC2/A2/D2
PEQ/AN0	17	32	PC1/A1/D1
PE1/AN1	18	31	PC0/A0/D0
PE2/AN2	19	30	XTAL
PE3/AN3	20	29	EXTAL
V _{RL}	21	28	STRB/R/W
V _{RH}	22	27	E
V _{SS}	23	26	STRA/S
MODB	24	25	MODA/LR

48-Pin DIP Pin Assignments

Operating Modes and Memory Maps

In single-chip operating mode, the MC68HC11A8 is a monolithic microcontroller without external address or data buses.

In expanded multiplexed operating mode, the MCU can access a 64 Kbyte address space. The space includes the same on-chip memory addresses used for single-chip mode plus external peripheral and memory devices. The expansion bus is made up of ports B and C and control signals AS and R/W. The address, R/W, and AS signals are active and valid for all bus cycles including accesses to internal memory locations. The following figure illustrates a recommended method of demultiplexing low-order addresses from data at port C.



Address/Data Demultiplexing

Special bootstrap mode allows special purpose programs to be entered into internal RAM. The bootloader program uses the SCI to read a 256-byte program into on-chip RAM at \$0000 through \$00FF. After receiving the character for address \$00FF, control passes to the loaded program at \$0000.

Special test mode is used primarily for factory testing.

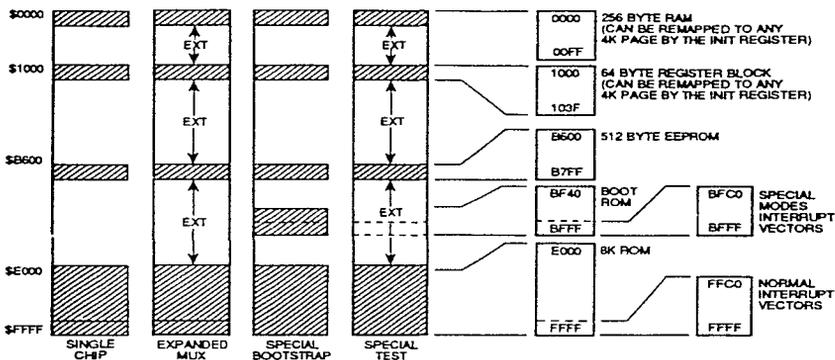
Memory Maps

Memory locations are the same for expanded multiplexed and single-chip modes. The on-board 256-byte RAM is initially located at \$0000 after reset. The 64-byte register block originates at \$1000 after reset. RAM and/or the register block can be placed at any other 4K boundary (\$x000) after reset by writing an appropriate value to the INIT register. The 512-byte EEPROM is located at \$B600 through \$B7FF after reset if it is enabled. The 8 Kbyte ROM is located at \$E000 through \$FFFF if it is enabled.

Hardware priority is built into the memory remapping. Registers have priority over RAM, and RAM has priority over ROM. The higher priority resource covers the lower, making the underlying locations inaccessible.

In special bootstrap mode, a bootloader ROM is enabled at locations \$BF40 through \$BFFF.

In special test and special bootstrap modes, reset and interrupt vectors are located at \$BFC0 through \$BFFF.



Memory Map

MC68HC11A8 Register and Control Bit Assignments (1 of 2)
 (The register block can be remapped to any 4K boundary.)

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	
\$1000	PA7	PA6	PA5	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0	PORTA
\$1001									Reserved
\$1002	STAF	STAI	CWDM	HINDS	OIN	PLS	EGA	INVB	PIOC
\$1003	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0	PORTC
\$1004	PB7	PB6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0	PORTB
\$1005	PCL7	PCL6	PCL5	PCL4	PCL3	PCL2	PCL1	PCL0	PORTCL
\$1006									Reserved
\$1007	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	DDC
\$1008	0	0	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0	PORTD
\$1009	0	0	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0	DDD
\$100A	PE7	PE6	PE5	PE4	PE3	PE2	PE1	PE0	PORTE
\$100B	FOC1	FOC2	FOC3	FOC4	FOC5	0	0	0	CFORC
\$100C	OC1M7	OC1M6	OC1M5	OC1M4	OC1M3	0	0	0	OC1M
\$100D	OC1D7	OC1D6	OC1D5	OC1D4	OC1D3	0	0	0	OC1D
\$100E	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	TCNT (High)
\$100F	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	TCNT (Low)
\$1010	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	TIC1 (High)
\$1011	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	TIC1 (Low)
\$1012	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	TIC2 (High)
\$1013	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	TIC2 (Low)
\$1014	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	TIC3 (High)
\$1015	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	TIC3 (Low)
\$1016	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	TOC1 (High)
\$1017	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	TOC1 (Low)
\$1018	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	TOC2 (High)
\$1019	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	TOC2 (Low)
\$101A	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	TOC3 (High)
\$101B	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	TOC3 (Low)
\$101C	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	TOC4 (High)
\$101D	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	TOC4 (Low)
\$101E	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	TOC5 (High)
\$101F	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	TOC5 (Low)

MC68HC11A8 Register and Control Bit Assignments (2 of 2)

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	
\$1020	OM2	OL2	OM3	OL3	OM4	OL4	OM5	OL5	TCTL1
\$1021	0	0	EDG1B	EDG1A	EDG2B	EDG2A	EDG3B	EDG3A	TCTL2
\$1022	OC1I	OC2I	OC3I	OC4I	OC5I	IC1I	IC2I	IC3I	TMSK1
\$1023	OC1F	OC2F	OC3F	OC4F	OC5F	IC1F	IC2F	IC3F	TFLG1
\$1024	TCI	RTI1	PAOVI	PAI1	0	0	PR1	PR0	TMSK2
\$1025	TCF	RTIF	PAOVF	PAIF	0	0	0	0	TFLG2
\$1026	DDRA7	PAEN	PAMOD	PEDGE	0	0	RTR1	RTR0	PACTL
\$1027	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	PACNT
\$1028	SPIE	SPE	DWOM	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	SPCR
\$1029	SPIF	WCOL	0	MOOF	0	0	0	0	SPSR
\$102A	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	SPDR
\$102B	TCLR	0	SCP1	SCP0	RCKB	SCR2	SCR1	SCR0	BAUD
\$102C	FB	TB	0	M	WAKE	0	0	0	SCCR1
\$102D	TIE	TCIE	RIE	ILIE	TE	RE	RWU	SBK	SCCR2
\$102E	TDRE	TC	RDRF	IDLE	OR	NF	FE	0	SCSR
\$102F	R7/T7	R6/T6	R5/T5	R4/T4	R3/T3	R2/T2	R1/T1	R0/T0	SCDR
\$1030	CCF	0	SCAN	MULT	CO	OC	CB	CA	ADCTL
\$1031	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	ADR1
\$1032	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	ADR2
\$1033	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	ADR3
\$1034	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	ADR4
\$1035									Reserved
\$1038									Reserved
\$1039	ADPU	CSEL	IRQE	DLY	CME	0	CR1	CR0	OPTION
\$103A	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	COPRST
\$103B	ODD	EVEN	0	BYTE	ROW	ERASE	EELAT	EEPGM	PPROG
\$103C	RBOOT	SMOD	MDA	IRV	PSEL3	PSEL2	PSEL1	PSEL0	HPRIO
\$103D	RAM3	RAM2	RAM1	RAM0	REG3	REG2	REG1	REG0	INIT
\$103E	TILOP	0	OCCR	CBYP	DISR	FCM	FCOP	TCON	TEST1
\$103F	0	0	0	0	NOSEC	NOCOP	ROMON	ECON	CONFIG

HPRIO — Highest Priority I-Bit Interrupt and Miscellaneous**\$103C**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	RBOOT	SMOD	MDA	IRV	PSEL3	PSEL2	PSEL1	PSEL0
RESET:	—	—	—	—	0	1	0	1

RBOOT, SMOD, and MDA reset depend on conditions at reset and can only be written in special modes (SMOD = 1).

RBOOT — Read Bootstrap ROM

- 0 = Bootloader ROM disabled and not in map
- 1 = Bootloader ROM enabled and in map at \$BF40–\$BFFF

SMOD — Special Mode Select**MDA — Mode Select A**

Inputs		Mode	Latched at Reset		
MODB	MODA		RBOOT	SMOD	MDA
1	0	Single Chip	0	0	0
1	1	Expanded Multiplexed	0	0	1
0	0	Special Bootstrap	1	1	0
0	1	Special Test	0	1	1

IRV — Internal Read Visibility

- 0 = No internal read visibility on external bus
- 1 = Data from internal reads is driven out through the external data bus

PSEL3–PSEL0 — Priority Select Bits 3 through 0

Refer to **Resets and Interrupts**.

INIT — RAM and I/O Mapping**\$103D**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	RAM3	RAM2	RAM1	RAM0	REG3	REG2	REG1	REG0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	1

RAM3–RAM0 — 256-Byte Internal RAM Map Position

RAM3–RAM0 determine the upper four bits of the RAM address, positioning RAM at the selected 4K boundary.

REG3–REG0 — 64-Byte Register Block Map Position

REG3–REG0 determine the upper four bits of the register address, positioning registers at the selected 4K boundary. Register can be written only once in the first 64 cycles out of reset in normal modes, or any time in special modes. Refer to **Operating Modes and Memory Maps** for additional information.

TEST1 — Factory Test**\$103E**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	TILOP	0	OCCR	CBYP	DISR	FCM	FCOP	TCON
RESET:	0	0	0	0	—	0	0	0

Test Modes Only

TILOP — Test Illegal Opcode

OCCR — Output Condition Code Register to Timer Port

CBYP — Timer Divider Chain Bypass

DISR — Disable Resets from COP and Clock Monitor
DISR is forced to one out of reset in special test and bootstrap modes.

FCM — Force Clock Monitor Failure

FCOP — Force COP Watchdog Failure

TCON — Test Configuration Register

CONFIG — COP, ROM, EEPROM Enables**\$103F**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	0	0	0	0	NOSEC	NOCOP	ROMON	EEON
RESET:	0	0	0	0	—	—	—	—

Note

The bits of this register are implemented with EEPROM cells. Programming and erasing follow normal EEPROM procedures. The erased state of CONFIG is \$0F. A new value is not readable until after a subsequent reset sequence. CONFIG can only be programmed or erased in special modes.

NOSEC — EEPROM Security Disable
Refer to **Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM)**.

NOCOP — COP System Disable
Refer to **Resets and Interrupts**.

ROMON — ROM Enable
In single-chip mode, ROMON is forced to one out of reset.
0 = 8K ROM removed from the memory map
1 = 8K ROM present in the memory map

EEON — EEPROM Enable
0 = EEPROM is removed from the memory map
1 = EEPROM is present in the memory map

Resets and Interrupts

The MC68HC11A8 has 3 reset vectors and 18 interrupt vectors. The reset vectors are as follows:

- RESET, or Power-On
- COP Clock Monitor Fail
- COP Failure

The 8 interrupt vectors service 23 interrupt sources (3 non-maskable, 20 maskable). The 3 non-maskable interrupt vectors are as follows:

- Illegal Opcode Trap
- Software Interrupt
- XIRQ Pin (Pseudo Non-Maskable Interrupt)

The 20 maskable interrupt sources are subject to masking by a global interrupt mask, the I bit in the condition code register (CCR). In addition to the global I bit, all of these sources except the external interrupt (I_{RQ}) pin are controlled by local enable bits in control registers. Most interrupt sources in the M68HC11 have separate interrupt vectors. For this reason, there is usually no need for software to poll control registers to determine the cause of an interrupt. The maskable interrupt sources respond to a fixed priority relationship, except that any one source can be dynamically elevated to the highest priority position of any maskable source. Refer to the table of interrupt and reset vector assignments.

On-chip peripheral systems generate maskable interrupts that are recognized only if the I bit in the CCR is clear. Maskable interrupts are prioritized according to a default arrangement, but any one source can be elevated to the highest maskable priority position by the HPRIO register. The HPRIO register can be written at any time, provided the I bit in the CCR is set.

For some interrupt sources, such as the parallel I/O and SCI interrupts, the flags are automatically cleared during the course of responding to the interrupt requests. For example, the RDRF flag in the SCI system is cleared by the automatic clearing mechanism, which consists of a read of the SCI status register while RDRF is set, followed by a read of the SCI data register. The normal response to an RDRF interrupt request is to read the SCI status register to check for receive errors, then to read the received data from the SCI data register. These two steps satisfy the automatic clearing mechanism without requiring any special instructions.

The real-time interrupt (RTI) function generates hardware interrupts at a fixed periodic rate. These hardware interrupts provide a time reference signal for routines that measure real time. The routine notes the number of times a particular interrupt has occurred and multiplies that number by the predetermined subroutine execution time.

There are four RTI signal rates available in the MC68HC11A8. The MCU oscillator frequency and the value of two software-accessible control bits, RTR1 and RTR0, in the pulse accumulator control register (PACTL) determine these signal rates. Refer to **Main Timer** for more information about PACTL.

Interrupt and Reset Vector Assignments

Vector Address	Interrupt Source	CC Register Mask	Local Mask
FFC0, C1 — FFD4, D5	Reserved	—	—
FFD6, D7	SCI Serial System	I Bit	—
	• SCI Transmit Complete		TCIE
	• SCI Transmit Data Register Empty		TIE
	• SCI Idle Line Detect		ILIE
	• SCI Receive Overrun		RIE
	• SCI Receive Data Register Full		RIE
FFD8, D9	SPI Serial Transfer Complete	I Bit	SPIE
FFDA, DB	Pulse Accumulator Input Edge	I Bit	PAIE
FFDC, DD	Pulse Accumulator Overflow	I Bit	PAOVI
FFDE, DF	Timer Overflow	I Bit	TOI
FFE0, E1	Timer Input Capture 4/Output Compare 5	I Bit	I4O5I
FFE3, E2	Timer Output Compare 4	I Bit	OC4I
FFE4, E5	Timer Output Compare 3	I Bit	OC3I
FFE6, E7	Timer Output Compare 2	I Bit	OC2I
FFE8, E9	Timer Output Compare 1	I Bit	OC1I
FFEA, EB	Timer Input Capture 3	I Bit	IC3
FFEC, ED	Timer Input Capture 2	I Bit	IC2I
FFEE, EF	Timer Input Capture 1	I Bit	IC1I
FFF0, F1	Real-Time Interrupt	I Bit	RTII
FFF2, F3	Parallel I/O Handshake	I Bit	STAI
	IRQ (External Pin)		None
FFF4, F5	XIRQ Pin	X Bit	None
FFF6, F7	Software Interrupt	None	None
FFF8, F9	Illegal Opcode Trap	None	None
FFFA, FB	COP Failure	None	NOCCOP
FFFC, FD	COP Clock Monitor Fail	None	CME
FFFE, FF	RESET	None	None

OPTION — System Configuration Options

\$1039

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
ADPU	CSEL	IRQE*	DLY*	CME	0	CR1*	CR0*

RESET: 0 0 0 1 0 0 0 0

*Can be written only once in first 64 cycles out of reset in normal modes, or any time in special modes.

ADPU — A/D Converter Power-up
Refer to **Analog-to-Digital Converter**.

CSEL — Clock Select
Refer to **Analog-to-Digital Converter**.

IRQE — IRQ Select Edge-Sensitive Only
0 = Low logic level recognition
1 = Falling edge recognition

DLY — Enable Oscillator Start-Up Delay on Exit from STOP
0 = No stabilization delay on exit from STOP
1 = Stabilization delay enabled on exit from STOP

CME — Clock Monitor Enable
0 = Clock monitor disabled; slow clocks can be used
1 = Slow or stopped clocks cause clock failure reset

CR1, CR0 — COP Timer Rate Select

CR [1:0]	Divide E/2 ¹⁵ By	XTAL = 4.0 Mhz Timeout -0/+32.8 ms	XTAL = 8.0 MHz Timeout -0/+16.4 ms	XTAL = 12.0 MHz Timeout -0/+10.9 ms
0 0	1	32.768 ms	16.384 ms	10.923 ms
0 1	4	131.072 ms	65.536 ms	43.691 ms
1 0	16	524.288 ms	262.140 ms	174.76 ms
1 1	64	2.097 sec	1.049 sec	699.05 ms
	E =	1.0 MHz	2.0 MHz	3.0 MHz

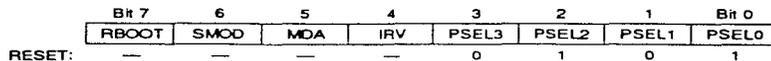
COPRST — Arm/Reset COP Timer Circuitry

\$103A

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
7	6	5	4	3	2	1	0

RESET: 0 0 0 0 0 0 0 0

Write \$55 to COPRST to arm COP watchdog clearing mechanism. Write \$AA to COPRST to reset COP watchdog.

HPRIO — Highest Priority I-Bit Interrupt and Miscellaneous**\$103C**

RBOOT — Read Bootstrap ROM Bits 7–4
Refer to **Operating Modes and Memory Maps**.

SMOD — Special Mode Select
Refer to **Operating Modes and Memory Maps**.

MDA — Mode Select A
Refer to **Operating Modes and Memory Maps**.

IRV — Internal Read Visibility
Refer to **Operating Modes and Memory Maps**.

PSEL3–PSEL0 — Priority Select Bits 3 through 0
Writable only while the I bit in the CCR is set (interrupts disabled). These bits select one interrupt source to be elevated above all other I-bit related sources.

PSEL [3:0]	Interrupt Source Promoted
0000	Timer Overflow
0001	Pulse Accumulator Overflow
0010	Pulse Accumulator Input Edge
0011	SPI Serial Transfer Complete
0100	SCI Serial System
0101	Reserved (Default to IRQ)
0110	IRQ (External Pin or Parallel I/O)
0111	Real-Time Interrupt
1000	Timer Input Capture 1
1001	Timer Input Capture 2
1010	Timer Input Capture 3
1011	Timer Output Compare 1
1100	Timer Output Compare 2
1101	Timer Output Compare 3
1110	Timer Output Compare 4
1111	Timer Output Compare 5

CONFIG — COP, ROM, EEPROM Enables**\$103F**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	0	0	0	0	NOSEC	NOCOP	ROMON	EEON
RESET:	0	0	0	0	—	—	—	—

NOTE

The bits of this register are implemented with EEPROM cells. Programming and erasing follow normal EEPROM procedures. The erased state of CONFIG is \$0F. A new value is not readable until after a subsequent reset sequence. CONFIG can only be programmed or erased in special modes.

NOSEC — EEPROM Security DisableRefer to **Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM)**.**NOCOP — COP system disable**

0 = COP enabled (forces reset on timeout)

1 = COP disabled (does not force reset on timeout)

ROMON — ROM EnableRefer to **Operating Modes and Memory Maps**.**EEON — EEPROM Enable**Refer to **Operating Modes and Memory Maps**.

Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM)

The 512 bytes of EEPROM in the MC68HC11A8 are located at \$B600 through \$B7FF. The EEON bit in CONFIG controls the presence or absence of the EEPROM in the memory map. When EEON = 1 (erased state), the EEPROM is enabled. When EEON = 0, the EEPROM is disabled and out of the memory map. EEON is reset to the value last programmed into CONFIG. An on-chip charge pump develops the high voltage required for programming and erasing. When the E clock is less than 1 MHz, select an internal clock. This drives the EEPROM charge pump by writing a one to the CSEL bit in the OPTION register.

The PPROG register controls the programming and erasing of the EEPROM. To erase the EEPROM, complete the following steps using the PPROG register:

1. Write to PPROG with the ERASE, EELAT, and appropriate BYTE and ROW bits set.
2. Write to the appropriate EEPROM address with any data. Row erase only requires a write to any location in the row. Bulk erase is accomplished by writing to any location in the array.
3. Write to PPROG with ERASE, EELAT, EEPGM, and the appropriate BYTE and ROW bits set.
4. Delay for 10 ms or more, as appropriate.
5. Clear the EEPGM bit in PPROG to turn off the high voltage.
6. Clear the PPROG register to reconfigure the EEPROM address and data buses for normal operation.

To program the EEPROM, complete the following steps using the PPROG register:

1. Write to PPROG with the EELAT bit set.
2. Write data to the desired address.
3. Write to PPROG with the EELAT and EEPGM bits set.
4. Delay for 10 ms or more, as appropriate.
5. Clear the EEPGM bit in PPROG to turn off the high voltage.
6. Clear the PPROG register to reconfigure the EEPROM address and data buses for normal operation.

PPROG — EEPROM Programming Control

\$103B

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	ODD	EVEN	0	BYTE	ROW	ERASE	EELAT	EEPGM
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

ODD — Program Odd Rows in Half of EEPROM (TEST)

EVEN — Program Even Rows in Half of EEPROM (TEST)

BYTE — Byte/Other EEPROM Erase Mode

The BYTE bit overrides the ROW bit.

0 = Row or bulk erase mode is used

1 = Erase only one byte of EEPROM

ROW — Row/All EEPROM Erase Mode

The ROW bit is only valid when BYTE = 0.

0 = All 512 bytes of EEPROM are erased

1 = Erase only one 16-byte row of EEPROM

BYTE	ROW	Action
0	0	Bulk Erase (All 512 Bytes)
0	1	Row Erase (16 Bytes)
1	0	Byte Erase
1	1	Byte Erase

ERASE — Erase/Normal Control for EEPROM

0 = Normal read or program mode

1 = Erase mode

EELAT — EEPROM Latch Control

0 = EEPROM address and data bus configured for normal reads

1 = EEPROM address and data bus configured for programming or erasing

EEPGM — EEPROM Program Command

0 = Programming or erase voltage switched off to EEPROM array

1 = Programming or erase voltage switched on to EEPROM array

CONFIG — COP, ROM, EEPROM Enables

\$103F

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	0	0	0	0	NOSEC	NOCOP	ROMON	EEON
RESET:	0	0	0	0	—	—	—	—

NOTE

The bits of this register are implemented with EEPROM cells. Programming and erasing follow normal EEPROM procedures. The erased state of CONFIG is \$0F. A new value is not readable until after a subsequent reset sequence. CONFIG can only be programmed or erased in special modes.

NOSEC — EEPROM Security Disable

NOSEC has no meaning unless the security mask option was specified before the MCU was manufactured.

0 = Security enabled (available as a mask option on MC68HC11A8 only)

1 = Security disabled

NOCOP — COP system disable

Refer to **Resets and Interrupts**.

ROMON — ROM Enable

Refer to **Operating Modes and Memory Maps**.

EEON — EEPROM Enable

0 = EEPROM is removed from the memory map

1 = EEPROM is present in the memory map

Parallel Input/Output

The MC68HC11A8 has up to 38 input/output lines, depending on the operating mode. Port A has three input-only pins, four output-only pins, and one bidirectional I/O pin. Port A shares functions with the timer system.

Port B is an 8-bit output-only port in single-chip modes and is the high-order address in expanded modes.

Port C is an 3-bit bidirectional port in single-chip modes and the multiplexed address and data bus in expanded modes.

Port D is a 6-bit bidirectional port that shares functions with the serial systems.

Port E is an 8-bit input-only port that shares functions with the A/D system.

Simple and full handshake input and output functions are available on ports B and C lines in single-chip mode. A description of the handshake functions follows.

In port B simple strobed output mode, the STRB output is pulsed for two E-clock periods each time there is a write to the PORTB register. The INVB bit in the PIOC register controls the polarity of STRB pulses.

In port C simple strobed input mode, port C levels are latched into the alternate port C latch (PORTCL) register on each assertion of the STRA input. STRA edge select, flag and interrupt enable bits are located in the PIOC register. Any or all of the port C lines can still be used as general purpose I/O while in strobed input mode.

Port C full handshake mode involves port C pins and the STRA and STRB lines. Input and output handshake modes are supported, and output handshake mode has a three-stated variation. STRA is an edge detecting input, and STRB is a handshake output. Control and enable bits are located in the PIOC register.

In full input handshake mode, the MCU uses STRB as a "ready" line to an external system. Port C logic levels are latched into PORTCL when the STRA line is asserted by the external system. The MCU then deasserts STRB. The MCU reasserts STRB after the PORTCL register is read. A mix of latched inputs, static inputs, and static outputs is allowed on port C, differentiated by the data direction bits and use of the PORTC and PORTCL registers.

In full output handshake mode, the MCU writes data to PORTCL, which in turn asserts the STRB output to indicate that data is ready. The external system reads port C (the STRB output) and asserts the STRA input to acknowledge that data has been received.

In the three-state variation of output handshake mode, lines intended as three-state handshake outputs are configured as inputs by clearing the corresponding DDRB bits. The MCU writes data to PORTCL and asserts STRB. The external system responds by activating the STRA input, which forces the MCU to drive the data in PORTCL out on all of the port C lines. This mode variation does not allow part of port C to be used for static inputs while other port C pins are being used for handshake outputs. Refer to the PIOC register description.

PORTA — Port A Data**\$1000**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	PA7	PA6	PAS	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0
RESET:	HZ	0	0	0	0	HZ	HZ	HZ
Alt. Pin Func.:	PAI	OC2	OC3	OC4	OC5	IC1	IC2	IC3
And/or:	OC1	OC1	OC1	OC1	OC1	—	—	—

PIOC — Parallel I/O Control**\$1002**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	STAF	STAI	CWOM	HNDS	OIN	PLS	EGA	INVB
RESET:	0	0	0	0	0	U	1	1

STAF — Strobe A Interrupt Status Flag

Set when selected edge occurs on Strobe A. Cleared by PIOC read with STAF set followed by PORTCL read (simple strobed or full input handshake mode) or PORTCL write (output handshake mode).

STAI — Strobe A Interrupt Enable Mask

- 0 = STAF interrupts disabled
- 1 = STAF interrupts enabled

CWOM — Port C Wire-OR Mode (affects all eight port C pins)

- 0 = Port C outputs are normal CMOS outputs
- 1 = Port C outputs are open-drain outputs

HNDS — Handshake Mode

- 0 = Simple strobe mode
- 1 = Full input or output handshake mode

OIN — Output or Input Handshake Select

- HNDS must be set to one for this bit to have meaning.
- 0 = Input handshake
- 1 = Output handshake

PLS — Pulse/Interlocked Handshake Operation

- HNDS must be set to one for this bit to have meaning.
- 0 = Interlocked handshake
- 1 = Pulsed handshake (strobe B pulses high for two E-clock cycles)

EGA — Active Edge for Strobe A

- 0 = STRA falling edge selected
- 1 = STRA rising edge selected

INVB — Invert Strobe B

- 0 = Active level is logic zero
- 1 = Active level is logic one

Parallel I/O Control

	STAF Clearing Sequence	HNDS	OIN	PLS	EGA	Port C	Port B
Simple strobed mode	Read PIOC with STAF=1 then read PORTCL	0	X	X		Inputs latched into PORTCL on any active edge on STRA	STRB pulses on writes to port B
Full input handshake	Read PIOC with STAF=1 then read PORTCL	1	0	0 = STRB active level 1 = STRB active pulse		Inputs latched into PORTCL on any active edge on STRA	Normal output port, unaffected in handshake modes
Full output handshake	Read PIOC with STAF=1 then write to PORTCL	1	1	0 = STRB active level 1 = STRB active pulse		Driven as outputs if STRA at active level, follows DDRC if STRA not at active level	Normal output port, unaffected in handshake modes

PORTC — Port C Data

\$1003

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0
S. Chip or Boot:	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0
Expans. or Test:	A7/D7	A6/D6	A5/D5	A4/D4	A3/D3	A2/D2	A1/D1	A0/D0

NOTE

In single chip and boot modes, port C pins reset to high impedance inputs (DDRC registers are set to zero). In expanded and special test modes, port C is a multiplexed address/data bus and the port C register address is treated as an external memory location.

PORTB — Port B Data**\$1004**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	PB7	PB6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0
S. Chip or Boot:	PB7	PB6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0
RESET:	0	0	0	0	C	0	0	0
Expan. or Test:	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8

PORTCL — Port C Latched**\$1005**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	PCL7	PCL6	PCL5	PCL4	PCL3	PCL2	PCL1	PCL0
RESET:	U	U	U	U	U	U	U	U

Writes affect port C pins. PORTCL is used in the handshake clearing mechanism. When an active edge occurs on the STRA pin, port C data is latched into the PORTCL register.

DDRC — Data Direction Register for Port C**\$1007**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

DDC7-DDC0 — Data Direction Register for Port C

0 = Input
1 = Output

PORTD — Port D Data**\$1008**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	0	0	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt. Pin Func.:	—	—	\overline{SS}	SCK	MOSI	MISO	TxD	RxD

DDRD — Data Direction Register for Port D**\$1009**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	0	0	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DOD1	DDD0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt. Pin Func.:	—	—	PD5/ SS	PD4/ SCK	PD3/ MOSI	PD2/ MISO	PD1/ TxD	PD0/ RxD

DDD5–DDD0 — Data Direction for Port D

0 = Input
1 = Output

PORTE — Port E Data**\$100A**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	PE7	PE6	PE5	PE4	PE3	PE2	PE1	PE0
RESET:	U	U	U	U	U	U	U	U
Alt. Pin Func.:	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0

PACTL — Pulse Accumulator Control**\$1026**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	DDRA7	PAEN	PAMOD	PEDGE	0	0	RTR1	RTR0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

DDRA7 — Data Direction for Port A Bit 7

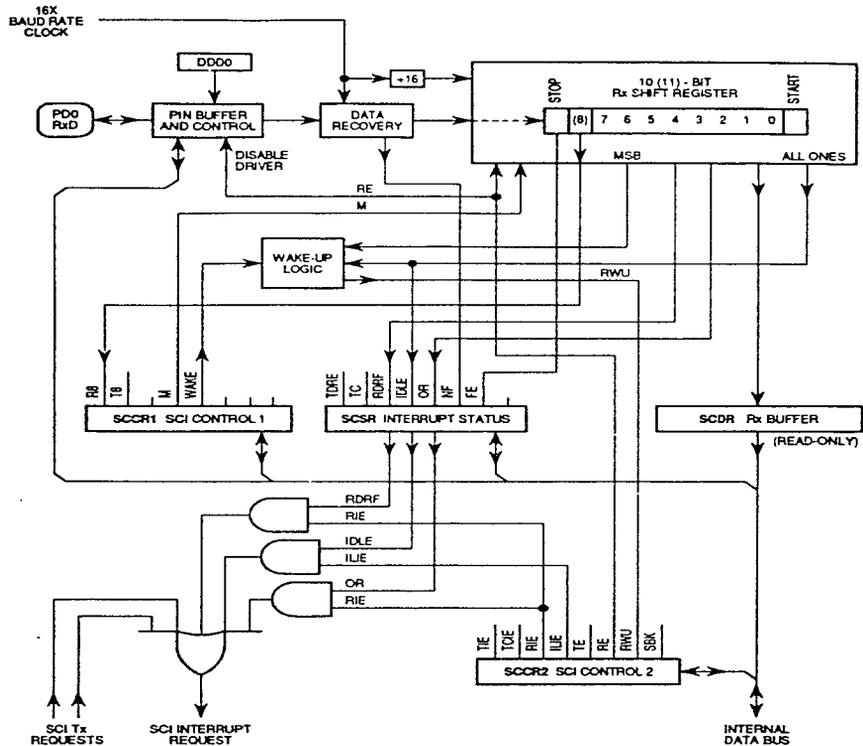
0 = Input
1 = Output

PAEN — Pulse Accumulator System Enable
Refer to **Pulse Accumulator**.

PAMOD — Pulse Accumulator Mode
Refer to **Pulse Accumulator**.

PEDGE — Pulse Accumulator Edge Control
Refer to **Pulse Accumulator**.

RTR1, RTR0 — Real-Time Interrupt Rate
Refer to **Main Timer**.



SCI Receiver Block Diagram

BAUD — Baud Rate
\$102B

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	TCLR	0	SCP1	SCP0	RCKB	SCR2	SCR1	SCR0
RESET:	0	0	0	0	0	U	U	U

TCLR — Clear Baud Rate Counters (TEST)

RCKB — SCI Baud Rate Clock Check (TEST)

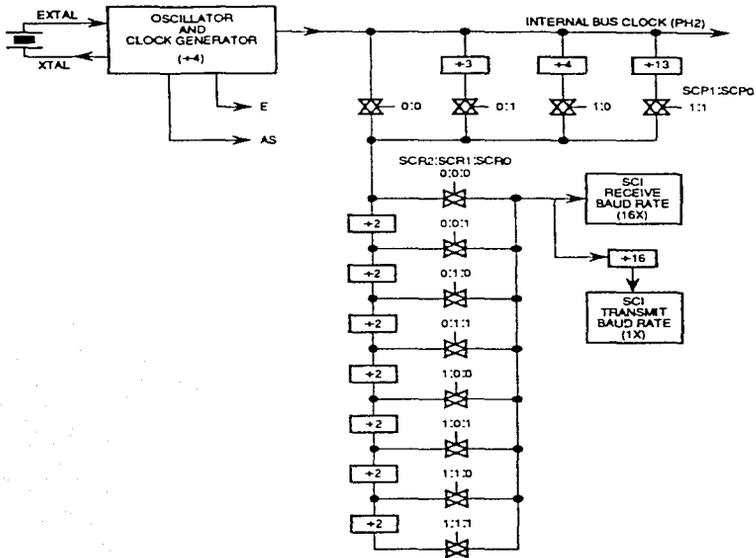
SCP1, SCP0 — SCI Baud Rate Prescaler Selects

SCP[1:0]	Divide Internal Clock By	Crystal Frequency in MHz			
		4.0 MHz (Baud)	8.0 MHz (Baud)	10.0 MHz (Baud)	12.0 MHz (Baud)
00	1	62.50K	125.0K	156.25K	187.5K
01	3	20.83K	41.67K	52.08K	62.5K
10	4	15.625K	31.25K	38.4K	46.88K
11	13	4800	9600	12.02K	14.42K

SCR2, SCR1, and SCR0 — SCI Baud Rate Selects

Selects receiver and transmitter bit rate based on output from baud rate prescaler stage.

SCR[2:0]	Divide Prescaler By	Highest Baud Rate (Prescaler Output from Previous Table)		
		4800	9600	38.4K
000	1	4800	9600	38.4K
001	2	2400	4800	19.2K
010	4	1200	2400	9600
011	8	600	1200	4800
100	16	300	600	2400
101	32	150	300	1200
110	64	—	150	600
111	128	—	—	300



SCI Baud Rate Diagram

SCCR1 — SCI Control Register 1**\$102C**

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
R8	T8	0	M	WAKE	0	0	0

RESET: U U 0 0 0 0 0 0

R8 — Receive Data Bit 8

If **M** bit is set, R8 stores ninth bit in receive data character.

T8 — Transmit Data Bit 8

If **M** bit is set, T8 stores ninth bit in transmit data character.

M — Mode (Select Character Format)

0 = Start bit, 8 data bits, 1 stop bit

1 = Start bit, 9 data bits, 1 stop bit

WAKE — Wake Up by Address Mark/Idle

0 = Wake up by IDLE line recognition

1 = Wake up by address mark (most significant data bit set)

SCCR2 — SCI Control Register 2**\$102D**

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
TIE	TCIE	RIE	ILIE	TE	RE	FWU	SBK

RESET: 0 0 0 0 0 0 0 0

TIE — Transmit Interrupt Enable

0 = TDRE interrupts disabled

1 = SCI interrupt requested when TDRE status flag is set

TCIE — Transmit Complete Interrupt Enable

0 = TC interrupts disabled

1 = SCI interrupt requested if TC is set to one

RIE — Receiver Interrupt Enable

0 = RDRF and OR interrupts disabled

1 = SCI interrupt requested when RDRF flag or the OR status flag is set

ILIE — Idle Line Interrupt Enable

0 = IDLE interrupts disabled

1 = SCI interrupt requested when IDLE status flag is set

TE — Transmitter Enable

0 = Transmitter disabled

1 = Transmitter enabled

RE — Receiver Enable

0 = Receiver disabled

1 = Receiver enabled

RWU — Receiver Wake Up Control

0 = Normal SCI receiver

1 = Wake up enabled and receiver interrupts inhibited

SBK — Send Break

0 = Break generator off

1 = Break codes generated as long as SBK is set to one

SCSR — SCI Status Register

\$102E

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	TDRE	TC	RDRF	IDLE	OR	NF	FE	0
RESET:	1	1	0	0	0	0	0	0

TDRE — Transmit Data Register Empty Flag

Set if transmit data can be written to SCDR; if TDRE is zero, transmit data register is busy. Cleared by SCSR read with TDRE set followed by SCDR write.

TC — Transmit Complete Flag

Set if transmitter is idle (no data, preamble, or break transmission in progress). Cleared by SCSR read with TC set followed by SCDR write.

RDRF — Receive Data Register Full Flag

Set if a received character is ready to be read from SCDR. Cleared by SCSR read with RDRF set followed by SCDR read.

IDLE — Idle Line Detected Flag

Set if the RxD line is idle. IDLE flag is inhibited when RWU is set to one. Cleared by SCSR read with IDLE set followed by SCDR read. Once cleared, IDLE is not set again until the RxD line has been active and becomes idle again.

OR — Overrun Error Flag

Set if a new character is received before a previously received character is read from SCDR. Cleared by SCSR read with OR set followed by SCDR read.

NF — Noise Error Flag

Set if majority sample logic detects anything other than a unanimous decision. Cleared by SCSR read with NF set followed by SCDR read.

FE — Framing Error

Set if a 0 is detected where a stop bit was expected. Cleared by SCSR read with FE set followed by SCDR read.

SCDR — SCI Data Register**\$102F**

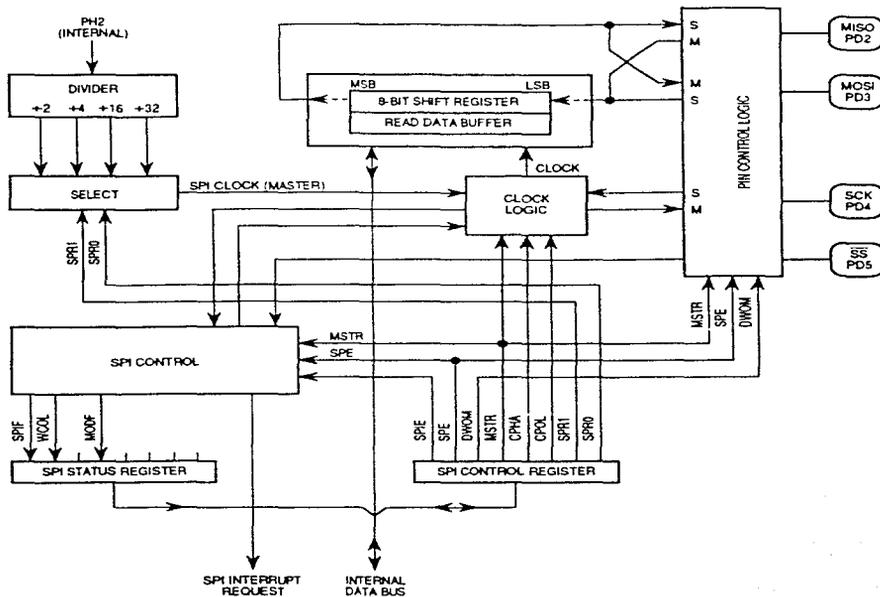
	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	R7/T7	R6/T6	R5/T5	R4/T4	R3/T3	R2/T2	R1/T1	R0/T0
RESET:	U	U	U	U	U	U	U	U

NOTE

Receive and transmit are double buffered. Reads access the receive data buffer and writes access the transmit data buffer.

Serial Peripheral Interface (SPI)

The SPI is one of two independent serial communications subsystems that allow the MCU to communicate synchronously with peripheral devices and other microprocessors. Data rates can be as high as one half of the E-clock rate when configured as master, and as fast as the E clock when configured as slave.



SPI Block Diagram

DDRD — Data Direction Register for Port D**\$1009**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	0	0	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt. Pin Func.:	—	—	PD5/ SS	PD4/ SCK	PD3/ MOSI	PD2/ MISO	PD1/ TxD	PD0/ RxD

DDD5–DDD0 — Data Direction for Port D

When DDRD bit 5 is zero and MSTR = 1 in SPCR, PD5/ \overline{SS} is a general-purpose output and mode fault logic is disabled.

- 0 = Input
- 1 = Output

SPCR — Serial Peripheral Control Register**\$1028**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	SPIE	SPE	DWOM	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0
RESET:	0	0	0	0	0	1	U	U

SPIE — Serial Peripheral Interrupt Enable

- 0 = SPI interrupts disabled
- 1 = SPI interrupts enabled

SPE — Serial Peripheral System Enable

- 0 = SPI off
- 1 = SPI on

DWOM — Port D Wired-OR Mode

DWOM affects all six port D pins.

- 0 = Normal CMOS outputs
- 1 = Open-drain outputs

MSTR — Master Mode Select

- 0 = Slave mode
- 1 = Master mode

CPOL, CPHA — Clock Polarity, Clock Phase

Refer to SPI Transfer Format.

DDRD — Data Direction Register for Port D**\$1009**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
RESET:	0	0	DD05	DD04	DD03	DD02	DD01	DD00
Alt. Pin Func.:	—	—	PD5/ SS	PD4/ SCK	PD3/ MOSI	PD2/ MISO	PD1/ TxD	PD0/ RxD

DD05–DD00 — Data Direction for Port D

When **DDRD** bit 5 is zero and **MSTR** = 1 in **SPCR**, **PD5/SS** is a general-purpose output and mode fault logic is disabled.

- 0 = Input
- 1 = Output

SPCR — Serial Peripheral Control Register**\$1028**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
RESET:	SPIE	SPE	DWOM	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0
	0	0	0	0	0	1	U	U

SPIE — Serial Peripheral Interrupt Enable

- 0 = SPI interrupts disabled
- 1 = SPI interrupts enabled

SPE — Serial Peripheral System Enable

- 0 = SPI off
- 1 = SPI on

DWOM — Port D Wired-OR Mode

DWOM affects all six port D pins.

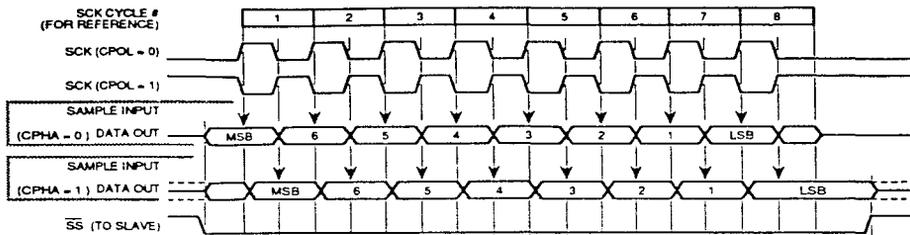
- 0 = Normal CMOS outputs
- 1 = Open-drain outputs

MSTR — Master Mode Select

- 0 = Slave mode
- 1 = Master mode

CPOL, CPHA — Clock Polarity, Clock Phase

Refer to SPI Transfer Format.



SPI Transfer Format

SPR1 and SPR0 — SPI Clock Rate Selects

SPR [1:0]	E-Clock Divide By	Frequency at E = 2 MHz (Baud)
00	2	1.0 MHz
01	4	500 kHz
10	16	125 kHz
11	32	62.5 kHz

SPSR — Serial Peripheral Status Register

\$1029

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
SPIF	WCOL		MODF				
RESET:	0	0	0	0	0	0	0

SPIF — SPI Transfer Complete Flag

Set when an SPI transfer is complete. Cleared by reading SPSR with SPIF set followed by SPDR access.

WCOL — Write Collision

Set when SPDR is written while transfer is in progress. Cleared by SPSR with WCOL set followed by SPDR access.

MODF — Mode Fault (A Mode Fault Terminates SPI Operation)

Set when SS is pulled low while MSTR = 1. Cleared by SPSR read with MODF set followed by SPCR write.

SPDR — SPI Data Register**\$102A**

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0

NOTE

SPI is double buffered in, single buffered out.

Main Timer

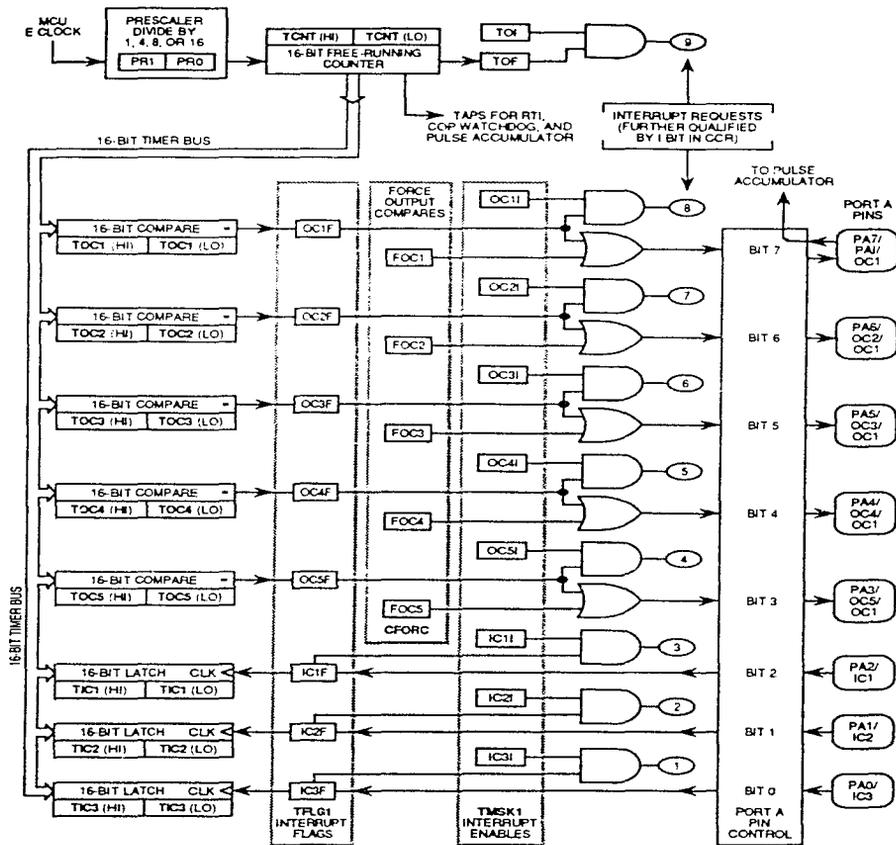
The main timer is based on a free-running 16-bit counter with a four-stage programmable prescaler. A timer overflow function allows software to extend the system's timing capability beyond the counter's 16-bit range.

The timer has three channels of input capture and five channels of output compare.

Refer to the following table for a summary of crystal-related frequencies and periods.

Timer Summary

Control Bits	XTAL Frequencies			
	4.0 MHz	8.0 MHz	12.0 MHz	Other Rates
	1.0 MHz	2.0 MHz	3.0 MHz	(E)
	1000 ns	500 ns	333 ns	(1/E)
PR[1:0]	Main Timer Count Rates			
0 0 1 count — overflow —	1.0 μ s 65.536 ms	500 ns 32.768 ms	333 ns 21.845 ms	(E/1) (E/2 ¹⁶)
0 1 1 count — overflow —	4.0 μ s 262.14 ms	2.0 μ s 131.07 ms	1.333 μ s 87.381 ms	(E/4) (E/2 ¹⁸)
1 0 1 count — overflow —	8.0 μ s 524.29 ms	4.0 μ s 262.14 ms	2.667 μ s 174.76 ms	(E/8) (E/2 ¹⁹)
1 1 1 count — overflow —	16.0 μ s 1.049 s	8.0 μ s 524.29 ms	5.333 μ s 349.52 ms	(E/16) (E/2 ²⁰)
RTR[1:0]	Periodic (RTI) Interrupt Rates			
0 0	8.192 ms	4.096 ms	2.731 ms	(E/2 ¹³)
0 1	16.384 ms	8.192 ms	5.461 ms	(E/2 ¹⁴)
1 0	32.768 ms	16.384 ms	10.923 ms	(E/2 ¹⁵)
1 1	65.536 ms	32.768 ms	21.845 ms	(E/2 ¹⁶)



Main Timer

NOTE: Port A pin actions are controlled by OC1M, OC1D, PACTL, TCTL1, and TCTL2 registers.

CFORC — Timer Compare Force**\$100B**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	FOC1	FOC2	FOC3	FOC4	FOC5	0	0	0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

FOC5–FOC1 — Write ones to Force Compare(s)

0 = Not affected

1 = Output compare x action occurs, but OCxF flag bit not set

OC1M — Output Compare 1 Mask**\$100C**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	OC1M7	OC1M6	OC1M5	OC1M4	OC1M3	0	0	0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

Set bit(s) to enable OC1 to control corresponding pin(s) of port A.

OC1D — Output Compare 1 Data**\$100D**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	OC1D7	OC1D6	OC1D5	OC1D4	OC1D3	0	0	0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

If OC1Mx is set, data in OC1Dx is output to port A bit x on successful OC1 compares.

TCNT — Timer Counter**\$100E, \$100F**

\$100E	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	High	TCNT
\$100F	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	Low	

TCNT resets to \$0000. In normal modes, TCNT is read-only.

TIC1–TIC3 — Timer Input Capture
\$1010–\$1015

\$1010	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	High	TIC1
\$1011	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	Low	
\$1012	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	High	TIC2
\$1013	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	Low	
\$1014	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	High	TIC3
\$1015	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	Low	

TICx not affected by reset.

TOC1–TOC5 — Timer Output Compare
\$1016–\$101F

\$1016	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	High	TOC1
\$1017	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	Low	
\$1018	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	High	TOC2
\$1019	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	Low	
\$101A	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	High	TOC3
\$101B	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	Low	
\$101C	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	High	TOC4
\$101D	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	Low	
\$101E	Bit 15	14	13	12	11	10	9	Bit 8	High	TOC5
\$101F	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	Low	

All TOCx register pairs reset to ones (\$FFFF).

TCTL1 — Timer Control 1**\$1020**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	OM2	OL2	OM3	OL3	OM4	OL4	OM5	OL5
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

OM2–OM5 — Output Mode

OL2–OL5 — Output Level

OMx	OLx	Action Taken on Successful Compare
0	0	Timer disconnected from output pin logic
0	1	Toggle OCx output line
1	0	Clear OCx output line to 0
1	1	Set OCx output line to 1

TCTL2 — Timer Control 2**\$1021**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	—	—	EDG1B	EDG1A	EDG2B	EDG2A	EDG3B	EDG3A
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

Timer Control Configuration

EDGxB	EDGxA	Configuration
0	0	Capture disabled
0	1	Capture on rising edges only
1	0	Capture on falling edges only
1	1	Capture on any edge

TMSK1 — Timer Interrupt Mask 1**\$1022**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	OC1I	OC2I	OC3I	OC4I	OC5I	IC1I	IC2I	IC3I
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

OC1I–OC5I — Output Compare x Interrupt Enable

If the OCxI enable bit is set when the OCxF flag bit is set, a hardware interrupt sequence is requested.

IC1I–IC3I — Input Capture x Interrupt Enable

If the ICxI enable bit is set when the ICxF flag bit is set, a hardware interrupt sequence is requested.

NOTE

Bits in TMSK1 correspond bit for bit with flag bits in TFLG1. Ones in TMSK1 enable the corresponding interrupt sources.

TFLG1 — Timer Interrupt Flag 1**\$1023**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	OC1F	OC2F	OC3F	OC4F	OC5F	IC1F	IC2F	IC3F
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

Clear flags by writing a one to the corresponding bit position(s).

OC1F–OC5F — Output Compare x Flag

Set each time the counter matches output compare x value.

IC1F–IC3F — Input Capture x Flag

Set each time a selected active edge is detected on the ICx input line.

TMSK2 — Timer Interrupt Mask 2**\$1024**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	TOI	RTII	PAOVI	PAII	0	0	PR1	PR0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

TOI — Timer Overflow Interrupt Enable

0 = TOF interrupts disabled

1 = Interrupt requested when TOF is set to one

RTII — Real-Time Interrupt Enable

0 = RTIF interrupts disabled

1 = Interrupt requested when RTIF is set to one

PAOVI — Pulse Accumulator Overflow Interrupt Enable
Refer to Pulse Accumulator.

PAII — Pulse Accumulator Input Edge Interrupt Enable
Refer to Pulse Accumulator.

NOTE

Bits in TMSK2 correspond bit for bit with flag bits in TFLG2. Ones in TMSK2 enable the corresponding interrupt sources.

PR1 and PR0 — Timer Prescaler Select

In normal modes, PR1 and PR0 can only be written once, and the write must be within 64 cycles after reset. Refer to Timer Summary for specific timing values.

PR[1:0]	Prescaler
0 0	1
0 1	4
1 0	8
1 1	16

TFLG2 — Timer Interrupt Flag 2

\$1025

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	TOF	RTIF	PACVF	PAIF	0	0	0	0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

Clear flags by writing a one to the corresponding bit position(s).

TOF — Timer Overflow Flag

Set when TCNT changes from \$FFFF to \$0000.

RTIF — Real-Time (Periodic) Interrupt Flag

Set periodically. Refer to RTR[1:0] bits in PACTL register.

PACOVF — Pulse Accumulator Overflow Interrupt Flag

Refer to Pulse Accumulator.

PAIF — Pulse Accumulator Input Edge Interrupt Flag

Refer to Pulse Accumulator.

PACTL — Pulse Accumulator Control**51026**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	DDRA7	PAEN	PAMOD	PEDGE	0	0	RTR1	RTR0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

DDRA7 — Data Direction for Port A Bit 7
Refer to **Parallel I/O**.

PAEN — Pulse Accumulator Enable
Refer to **Pulse Accumulator**.

PAMOD — Pulse Accumulator Mode Select
Refer to **Pulse Accumulator**.

PEDGE — Pulse Accumulator Edge Select
Refer to **Pulse Accumulator**.

RTR [1:0] — Real-Time Interrupt (RTI) Rate

Real-Time Interrupt Rates

RTR[1:0]	Divide E By	XTAL = 4.0 MHz	XTAL = 8.0 MHz	XTAL = 12.0 MHz
00	2^3	8.19 ms	4.096 ms	2.731 ms
01	2^4	16.38 ms	8.192 ms	5.461 ms
10	2^5	32.77 ms	16.384 ms	10.923 ms
11	2^6	65.54 ms	32.758 ms	21.845 ms
	E =	1.0 MHz	2.0 MHz	3.0 MHz

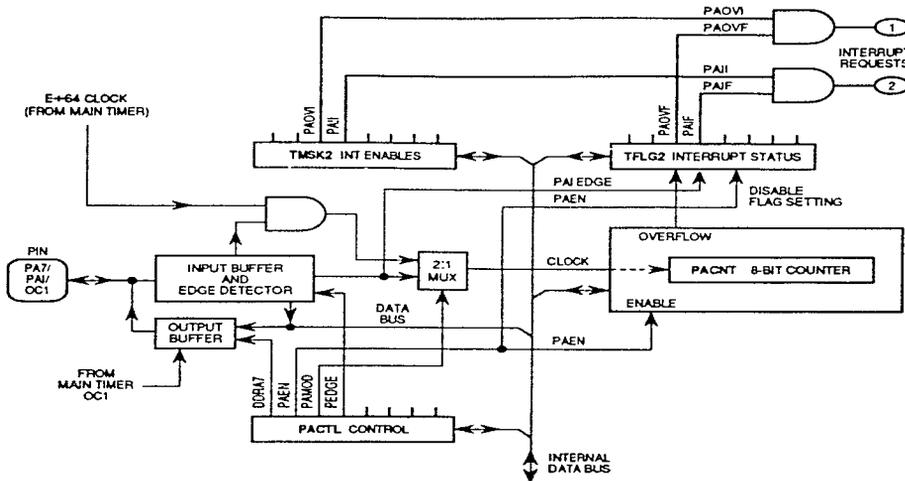
Pulse Accumulator

The MC68HC11A8 has an 8-bit counter that can be configured to operate as a simple event counter or for gated time accumulation, depending on the PAMOD bit in the PACTL register. The pulse accumulator counter can be read or written at any time.

The port A bit 7 I/O pin can be configured as a clock in event counting mode, or as a gate signal to enable a free-running clock (E divided by 64) in gated time accumulation mode.

Pulse Accumulator Timing

	Selected Crystal (E)	Common XTAL Frequencies		
		4.0 MHz	8.0 MHz	12.0 MHz
CPU Clock		1.0 MHz	2.0 MHz	3.0 MHz
Cycle Time	($1/E$)	1000 ns	500 ns	333 ns
Pulse Accumulator (in Gated Mode)				
	1 count —	64.0 μ s	32.0 μ s	21.33 μ s
	($E/2^6$) ($E/2^{14}$) overflow —	16.384 ms	8.192 ms	5.461 ms



Pulse Accumulator System Block Diagram

TMSK2 — Timer Interrupt Mask 2**\$1024**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	TOI	RTI1	PAOVI	PAI1	0	0	PR1	PRO
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

TOI — Timer Overflow Interrupt Enable

Refer to **Main Timer**.

RTI1 — Real-Time Interrupt Enable

Refer to **Main Timer**.

PAOVI — Pulse Accumulator Overflow Interrupt Enable

0 = PAOVF interrupts disabled

1 = Interrupt requested when RTIF is set to one

PAI1 — Pulse Accumulator Input Edge Interrupt Enable

0 = PAIF interrupts disabled

1 = Interrupt requested when PAIF is set to one

PR1, PRO — Timer Prescaler Select

Refer to **Main Timer**.

NOTE

Bits in TMSK2 correspond bit for bit with flag bits in TFLG2. Ones in TMSK2 enable the corresponding interrupt sources.

TFLG2 — Timer Interrupt Flag 2**\$1025**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	TOF	RTIF	PAOVF	PAIF	0	0	0	0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

Clear flags by writing a one to the corresponding bit position(s).

TOF — Timer Overflow Flag

Refer to **Main Timer**.

RTIF — Real-Time Interrupt Flag

Refer to **Main Timer**.

PAOVF — Pulse Accumulator Overflow Flag

Set when PACNT changes from \$FF to \$00.

PAIF — Pulse Accumulator Input Edge Flag

Set each time a selected active edge is detected on the PAI input line.

PACTL — Pulse Accumulator Control**\$1026**

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	DDRA7	PAEN	PAMOD	PEDGE	0	0	RTR1	RTR0
RESET:	0	0	0	0	0	0	0	0

DDRA7 — Data Direction for Port A Bit 7
Refer to **Parallel I/O**.

PAEN — Pulse Accumulator System Enable
0 = Pulse Accumulator disabled
1 = Pulse Accumulator enabled

PAMOD — Pulse Accumulator Mode
0 = Event counter
1 = Gated time accumulation

PEDGE — Pulse Accumulator Edge Control

PAMOD	PEDGE	Action on Clock
0	0	PAI falling edge increments the counter
0	1	PAI rising edge increments the counter
1	0	A zero on PAI inhibits counting
1	1	A one on PAI inhibits counting

RTR1 and RTR0 — Real-Time Interrupt (RTI) Rate
Refer to **Main Timer**.

PACNT — Pulse Accumulator Counter**\$1027**

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0

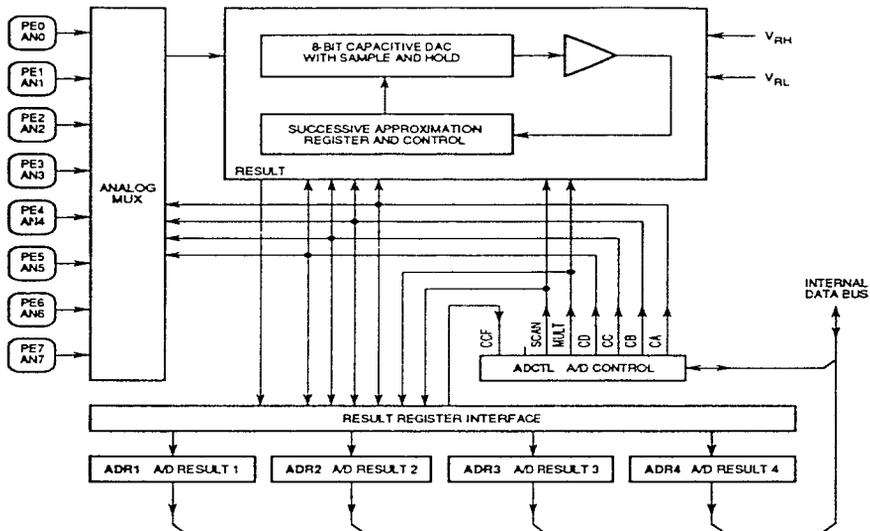
Readable and writable.

Analog-to-Digital Converter

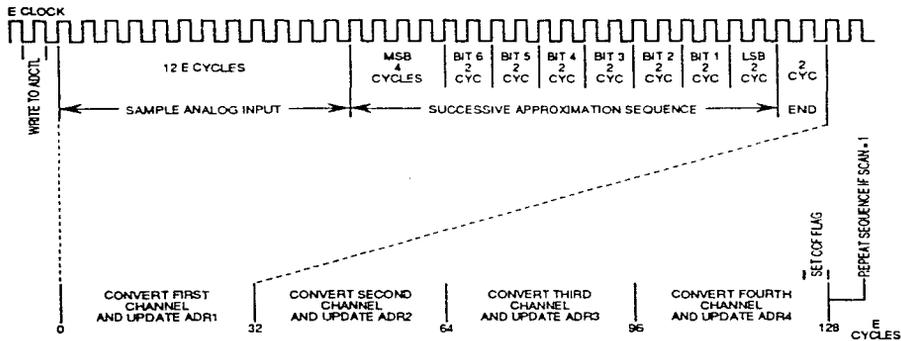
The A/D converter system uses an all capacitive charge redistribution technique to convert analog signals to digital values. The MC68HC11A8 A/D system is an 8-channel, 8-bit, multiplexed-input, successive-approximation converter and is accurate to ± 1 least significant bit (LSB). It does not require external sample and hold circuits because of the type of charge redistribution technique used.

Dedicated lines V_{RH} and V_{RL} provide the reference supply voltage inputs. Refer to the A/D converter block diagram.

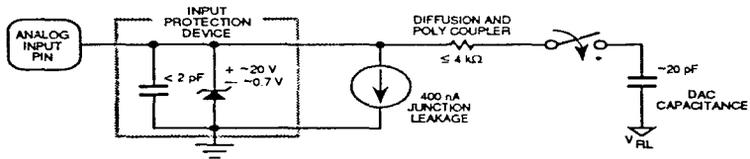
A multiplexer allows the single A/D converter to select one of 16 analog signals, as shown in the ADCTL register description.



A/D Converter Block Diagram



A/D Conversion Sequence



*This analog switch is closed only during the 12-cycle sample time

Electrical Model of an Analog Input Pin (Sample Mode)

ADCTL — A/D Control/Status
51030

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	CCF	0	SCAN	MULT	CD	CC	CB	CA
RESET:	U	0	U	U	U	U	U	U

CCF — Conversions Complete Flag
Set after an A/D conversion cycle. Cleared when ADCTL is written.

SCAN — Continuous Scan Control
0 = Do four conversions and stop
1 = Convert four channels in selected group continuously

MULT — Multiple Channel/Single Channel Control
0 = Convert single channel selected
1 = Convert four channels in selected group

CD-CA — Channel Select D through A

A/D Converter Channel Assignments

Channel Select Control Bits				Channel Signal	Result in ADRx If MULT = 1
CD	CC	CB	CA		
0	0	0	0	AN0	ADR1
0	0	0	1	AN1	ADR2
0	0	1	0	AN2	ADR3
0	0	1	1	AN3	ADR4
0	1	0	0	AN4*	ADR1
0	1	0	1	AN5*	ADR2
0	1	1	0	AN6*	ADR3
0	1	1	1	AN7*	ADR4
1	0	X	X	Reserved	ADR1-ADR4
1	1	0	0	VRH**	ADR1
1	1	0	1	VRH**	ADR2
1	1	1	0	(VRH)/2**	ADR3
1	1	1	1	Reserved**	ADR4

*Not available in 48-pin package

**Used for factory testing

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	
\$1031	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	ADR1
\$1032	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	ADR2
\$1033	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	ADR3
\$1034	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0	ADR4

Analog Input to 8-Bit Result Translation Table

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
% (1)	50%	25%	12.5%	6.25%	3.12%	1.56%	0.78%	0.39%
Volts (2)	2.500	1.250	0.625	0.3125	0.1562	0.0781	0.0391	0.0195

(1) % of VRH-VRL

(2) VRL = 0.0 V; VRH = 5.0 V

OPTION — System Configuration Options

\$1039

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
ADPU	CSEL	IRQE*	DLY*	CME	0	CR1*	CR0*
0	0	0	1	0	0	0	0

RESET:

*Can be written only once in first 64 cycles out of reset in normal modes, or any time in special modes.

ADPU — A/D Power Up

- 0 = A/D Converter powered down
- 1 = A/D Converter powered up

CSEL — Clock Select

- 0 = A/D and EEPROM use system E clock
- 1 = A/D and EEPROM use internal RC clock

IRQE — IRQ Select Edge Sensitive Only

Refer to **Resets and Interrupts**.

DLY — Enable Oscillator Start-Up Delay on Exit from STOP

Refer to **Resets and Interrupts**.

CME — Clock Monitor Enable

Refer to **Resets and Interrupts**.

CR1, CR0 — COP Timer Rate Select

Refer to **Resets and Interrupts**.

Bibliografía

- Sistemas de inyección de combustible

General Motors de México S.A de C.V

233 pp.

- Manual de servicio

General Motors de México S.A de C.V

250 pp.

- Manual de Taller para inyección electrónica de Combustible (Fuel Injection)

Alamilla editores

300 pp.

- Enciclopedia de Microsoft Visual Basic

Addison - Wesley Iberoamericana

731 pp.

- MC68HC11 User's Manual PcBug11

Motorola

120 pp.

- Motorola Semiconductor Thechnical Data

Motorola

70 pp.

- Revista Mecánica en Movimiento

Volumen 1 al 10

-Enciclopedia Chilton 1996

Tomo 3

- Ley Federal de Protección al Consumidor

- Ley Federal sobre Meteorología y Normalización
- Revista del Consumidor No. 78
- Revista del Consumidor No. 178.
- NMX-Z-13-1997 Guía para Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas.