

36
2g



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE AUTODIAGNOSTICO EN MOTORES TURBOCARGADOS CON MICROCOMPUTADOR

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
CON AREA EN SISTEMAS ELECTRONICOS Y DE COMUNICACIONES
P R E S E N T A
MIGUEL ANGEL VALDESPINO RIVERA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1987

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 está 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.

I N D I C E

	pag.
INTRODUCCION	
CAPITULO I	
EL TURBOCARGADOR: PRINCIPIOS Y DESCRIPCION	1
CAPITULO II	
PUNTOS IMPORTANTES DE UN MOTOR TURBOCARGADO	25
CAPITULO III	
EL MICROCOMPUTADOR EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ	48
CAPITULO IV	
EL MICROCOMPUTADOR: GENERALIDADES	58
CAPITULO V	
ACOPLAMIENTO DE SEALES	85
CAPITULO VI	
EL AUTODIAGNOSTICO POR MICROCOMPUTADOR EN EL MOTOR TURBOCARGADO	102
CONCLUSIONES	155
BIBLIOGRAFIA	157

I N T R O D U C C I O N

La crisis de energéticos tan de moda en las últimas décadas, ha -
llevado a la industria mundial a realizar cambios radicales en sus
políticas de consumo de hidrocarburos y además a llevar a cabo in-
vestigaciones y experimentos para lograr el óptimo aprovechamiento
de dichos combustibles.

Una de las principales empresas dedicadas a estas tareas es la in-
dustria automotriz, que a través de los años ha crecido de un modo
inesperado, junto con la más avanzada tecnología aplicada en sus -
mismas investigaciones y que ha dado como resultado uno de los más
importantes procesos de optimización de hidrocarburos, el motor -
turbocargado, hoy tan de moda en la industria automotriz mexicana.

El motor turbocargado es la síntesis de la tecnología más completa
y avanzada, con la experiencia adquirida durante muchos años de in-
vestigaciones y pruebas. Dentro de las tecnologías avanzadas que-
ayudaron a la realización de este sistema esta la electrónica y la
aplicación de los microprocesadores, que han tenido gran aceptación
y auge en el mundo moderno.

El monitoreo y control de variables en forma electrónica y el desa-
rrollo de la electrónica digital, han venido a facilitar el control
y detección de señales eléctricas y mecánicas necesarias para el -
correcto funcionamiento del automóvil, a tal grado que es posible-
el pensar en un sistema de diagnóstico implementado dentro del mis-
mo automóvil, equipado con motor turbocargado.

Este trabajo tiene como propósito mostrar la implantación de un sistema de autodiagnóstico, dentro de un automóvil equipado con motor turbocargado, ayudados por la electrónica automotriz y el uso de un microcomputador en los lazos de control, así como mostrar sus grandes ventajas, tanto para el usuario, como para las personas encargadas de su mantenimiento y reparación, además de su gran optimización de combustible.

C A P I T U L O I

EL TURBOCARGADOR: PRINCIPIOS Y DESCRIPCION

C A P I T U L O I

EL TURBOCARGADOR: PRINCIPIOS Y DESCRIPCION.

Este primer capítulo tiene como propósito general introducir al lector dentro del marco en el cual se basará todo nuestro estudio; al motor turbocargado, que como dijimos anteriormente se ha estado desarrollando en México desde el principio de los ochentas.

El nuevo motor turbocargado de 2.2 litros, se deriva del motor de 4 cilindros que en 1982 la línea "K", trajo como innovación al mercado nacional. Gran número de componentes nuevos y rediseñados fueron requeridos para producir un motor durable, de alto rendimiento. Su construcción compacta incluye un turbocargador enfriado por agua e inyección de combustible tipo múltipunto, además de controles -- electrónicos para satisfacer el rendimiento demandado y la durabilidad requerida únicos en la unidad turbocargada.

Descripción general del motor.

El motor turbocargado de 2.2 litros tiene cuatro cilindros con un diámetro de 87.5 mm cada uno, una carrera de 92 mm y un desplazamiento total de 2213 cm^3 , mismos de su antecesor normalmente aspirado. El rango de torque o torsión es de 160 lb-ft a 3200 rpm y de 142 HP a 5600 rpm, de potencia neta lo cual constituye un 43% más en la potencia y un 32% más de torque que su contraparte normalmente aspirada. (fig. 1.1)

Aunque las características de diseño están basadas en el motor normalmente aspirado, varias modificaciones internas fueron requeridas para satisfacer los requerimientos de durabilidad; dentro de estas modificaciones pueden incluirse nuevos pistones, anillos, árbol de levas; nuevos componentes en el tren de válvulas y cojinetes.

El arreglo de puerto uniflujo y el minucioso embalaje compacto de los vehículos de tracción delantera resultan en una instalación del turbocargador extremadamente compacta. El turbocargador Garrett A.I.D. se monta directamente a un soporte de hierro del múltiple de escape y alimenta a una pequeña ramificación de aluminio en el múltiple, mediante una manguera de conexión. Este arreglo satisface los requerimientos de no modificar los compartimientos del motor ya existentes, mientras se provee de un tubo de escape y de una toma del múltiple, que ocupan mínimo volumen para un transiente de respuesta rápido.

La inyección de combustible tipo multipunto fue seleccionada para lograr máximo rendimiento y compatibilidad con el compacto arreglo del múltiple. Los inyectores de combustible Bosch dan un adecuado flujo de combustible, pero arriba de las 6650 rpm del motor, el flujo del combustible se corta. Para el control de aire, un nuevo cuerpo de la válvula del acelerador es montado en el lado de admisión del compresor del turbocargador por medio de una manguera de conexión.

Un nuevo sistema de control electrónico fue desarrollado para el motor turbocargado. El montaje del arreglo para la parte electrónica tiene dos ensambles separados: El módulo lógico, localizado dentro del vehículo en el compartimiento de pasajeros y el módulo de poder, localizado debajo del cofre del vehículo.

Un preciso control de la mezcla combustible-aire, tiempo de encendido, velocidad en vacío, un sistema de control de las detonaciones para protección del motor y otras funciones secundarias también son incluidas en éste nuevo sistema.

Objetivos.

Los objetivos básicos de diseño para el motor y el sistema de control fueron para:

- * Dar un mejoramiento significativo del motor de 2.2 litros en su potencia de salida, para ofrecer un aumento en el rendimiento en los vehículos con tracción delantera, mientras se mantiene la eficiencia de combustible de un motor de cuatro cilindros.

- * Utilizar el rendimiento óptimo de los combustibles con bajo índice de plomo y tener una operación satisfactoria con combustibles regulares.

- * Desarrollar una producción de motores, capaz de reunir todos los criterios existentes de durabilidad.

- * Mantener el máximo de semejanza con el motor ya existente de 2.2 litros, en diseño y en manufactura.

- * Desarrollar un paquete que no requiera de procedimientos pa-

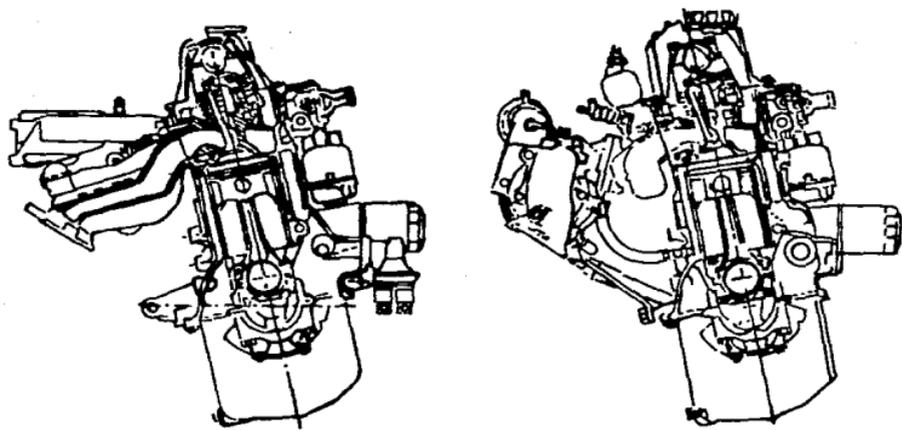
ra la operación del motor únicos o intervalos de cambio de aceite, para asegurar la durabilidad del sistema del turbocargador.

Nuevos y rediseñados componentes del motor.

Varios componentes básicos nuevos fueron necesarios, para acondicionar la turbocarga en el motor de 2.2 litros de aspiración normal ya existente. Sin embargo debido a la alta integridad estructural del motor normalmente aspirado, sólo una pequeña parte de la mayoría de los componentes ya existentes requirieron de un rediseño para manejar la nueva carga impuesta por el turbocargador. La gráfica correspondiente muestra una comparación de la sección transversal del motor normalmente aspirado con la del motor turbocargado.

Varios de los cambios detallados fueron necesarios como una mejora, para que el turbocargador pudiera ser incorporado en el motor normalmente aspirado y así favorecer la mejora en cuanto a durabilidad y mantener el máximo de semejanza en sus componentes.

Monoblock.- El monoblock requirió la adición de dos soportes para adaptar la instalación del turbocargador. Un soporte fue colocado en la pared inferior de la cubierta del cárter, para adaptar el drenaje del aceite lubricante del turbocargador hacia el cárter del motor. Un segundo soporte fue colocado sobre la pared de la cubierta del cárter, cerca del soporte del cojinete principal nº 2, para dar un punto de apoyo adicional al soporte del cojinete auxiliar, asociado con la flecha, que tiene la misma longitud.



COMPARACION DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LOS MOTORES

Cojinetes.- Los cojinetes usados en el árbol de levas y en -- las bielas del motor turbocargado son una aleación de plomo y alumi- nio, también usada en uno de dos de los cojinetes opcionales usados en el motor normalmente aspirado. Limitar al motor turbocargado con éstos cojinetes bimetalicos fue necesario para controlar más es- trechamente el rango de holgura de los cojinetes. Además el co- jinete principal del cigüeñal y el tamaño de los orificios de los cojinetes de las bielas, son seleccionados a la mitad de su rango - de tolerancia normal. La combinación de éstas medidas eliminó - el exceso de la especificación normal de holgura del cojinete con - el subsecuente mejoramiento del control de la presión de aceite.

Junta de la cabeza de los cilindros.- Esta junta esta compues- ta de asbesto con un núcleo de acero, con los rebordes de la cámara de combustión de acero templado. Una prueba de desarrollo pre- via utilizando la junta del motor normalmente aspirado, reveló la - necesidad de incrementar la resistencia de la junta alrededor de la cámara de combustión, para un sellado más seguro en las altas pre-- siones de combustión del motor turbocargado.

Cubierta de la cabeza de los cilindros.- Una nueva cubierta - de aluminio fundido a presión con la leyenda "Turbo" es usada para realzar la apariencia del motor bajo el cofre. La superficie terminada de la cubierta es texturizada brillantemente por una ope- ración de rociado de gotas de cristal y posteriormente al leyenda - "Turbo" es pulida para lograr una superficie lisa con un brillo con- trastante. Al final la cubierta es revestida con una capa de u-

retano claro, para proteger de la corrosión y dar una apariencia du-
radera. La tapa de relleno del aceite también fue modificada --
para proporcionar más resistencia a altas temperaturas y una mejor
apariciencia visual.

Como en el motor normalmente aspirado la colocación de las juntas
se hace con sellos moldeados de silicón y hule en cada uno de los
extremos y con sellos de material RTV a lo largo de los rieles late-
rales. El sellado a lo largo de los rieles ha sido aumentado --
por la adición de la cubierta fundida a presión. Especificamen-
te, una canal de 0.75 mm de profundidad fue añadida al reborde de
la cubierta, lo cual permite más volumen de RTV y flexibilidad.
También un reborde protector el cual crea un laberinto para reducir
la salpicadura de aceite hacia la junta de RTV, fue añadida a lo --
largo de la orilla interior de los rieles longitudinales de la cu-
bierta.

Pistones.- Un nuevo pistón fue diseñado para suministrar ma-
yor fuerza con una mejorada capacidad de disipación de calor, como
es requerido por el alto "bmep" del motor turbocargado. El ran-
go de compresión fue disminuido a 8.1: 1, para ayudar en el control
de la detonación en condiciones de operación de alto refuerzo con -
combustibles regulares. Este bajo rango permite suficiente con-
trol sin recurrir a un excesivo retardo en la chispa, lo cual ten-
dría como resultado, temperaturas de entrada en la turbina arriba -
de los 900°C, límite máximo para una durabilidad aceptable de la --
carcasa de la turbina.

Después de varias pruebas y selecciones, el pistón final de producción fue un diseño de moldeado permanente en aluminio fundido y apuntalado. La cabeza del pistón es cóncava para lograr el rango de 8.1:1 en la compresión mientras se mantiene un óptimo espacio de supresión o de apagado para buenas características de combustión.

Los anillos del pistón también requirieron una ligera mejora para manejar la carga incrementada del motor turbocargado.

Árbol de levas.- El árbol de levas también fue modificado, para poder lograr un adecuado torque a bajas velocidades debido a los efectos adversos que pueden resultar del retardo del turbocargador y de el reducido rango de compresión empleado frecuentemente

Mecanismo de válvulas.- Se requirieron materiales mejorados para las válvulas de admisión y de escape, para resistir y contener la alta carga térmica del motor turbocargado. El resorte de las válvulas para el motor turbocargado, que tiene una carga de 104 lb a válvula cerrada y de 175 lb a válvula abierta, dan al tren de válvulas una capacidad dinámica más allá de lo programado, para la velocidad de corte de combustible que es de 6650 RPM del motor.

Sistema de lubricación.- El sistema de aceite del motor requiere varias modificaciones para satisfacer las más rigurosas demandas del motor turbocargado. El turbocargador representa un incremento significativo en la demanda total de aceite del motor y requiere de un sondeo exterior como se muestra en la figura 1.2, para sumi-

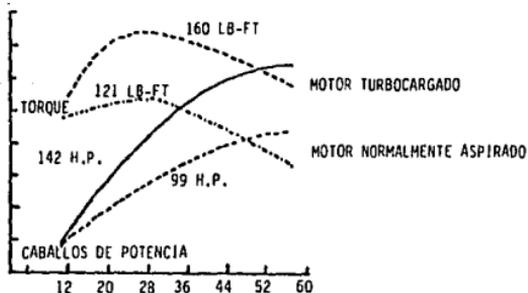
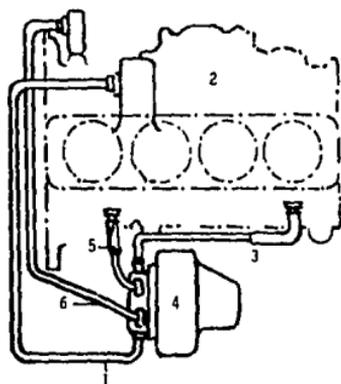


Fig. 1.1 Comparación en potencia y torque de los motores



- 1 Línea de retorno de agua
- 2 Ensamble del motor vista de planta
- 3 Línea de suministro de agua
- 4 Carcasa de la turbina del turbocargador
- 5 Línea de retorno de aceite
- 6 Línea de suministro de aceite

Fig. 1.2 Diagrama esquemático del sistema de lubricación y enfriamiento del motor turbocargado

nistrar su lubricación. Manejar el incremento en la demanda de aceite del turbocargador y mantener al mismo tiempo una apropiada presión de aceite, requirió un incremento de presión de alivio de la bomba de aceite de 10 psi y un decremento en la demanda de aceite del motor. Además de lo anterior, la capacidad de aceite en el motor fue aumentada de cuatro cuartos de galón a cinco cuartos de galón, éste incremento de capacidad resulta en una menor temperatura en el aceite del motor, más protección en el sistema de lubricación y un mejor rendimiento del nivel crítico de aceite bajo extremas maniobras de manejo.

Múltiple de admisión.- Los múltiples de admisión y de escape también fueron rediseñados, para poder ser bien montados dentro del compartimiento del motor sin afectar el espacio que estaba destinado para ellos y además para poder soportar las rigurosas condiciones que el motor turbocargado impone. El sellado de los múltiples de admisión y escape a la superficie de la cabeza de los cilindros es crítico para la maniobrabilidad, durabilidad y rendimiento de un motor turbocargado. En consecuencia, se utiliza una junta de acero cubierta por los dos lados de aceite grafitado para asegurar un buen sellado con el terminado de la superficie de la base del múltiple de producción normal y suavidad mientras se acomoda el movimiento de la base asociado con el ciclo termal.

Sistema de recirculación de gases de escape (RGE).- El sistema RGE es modulado por la presión de salida empleando un transductor remoto y una válvula en el cabezal controlada por diafragma.

En términos de los requerimientos del control de emisiones, el sistema es funcionalmente equivalente al sistema RGE por presión de salida para motores normalmente aspirados. Una solenoide adicional cuya función es controlar y una válvula check han sido adicionados para proteger al diafragma del múltiple presurizado, durante el aumento de presión, pero parte de la operación de la válvula de aceleración no es afectada.

Turbocargador.

La unidad turbocargada Garrett modelo A.I.D. N^o TB0335, fue seleccionada para el motor de 2.2 litros por sus características únicas de diseño; las carcasas del compresor y la turbina, el codo de salida de la turbina y el ensamble del actuador de la compuerta de drenaje de presión residual.

Un alojamiento central enfriado por agua ha sido incluido para reducir la temperatura de los cojinetes, durante las condiciones de más alta temperatura; eliminando la necesidad de un periodo de enfriamiento en vacío, antes de apagar el motor.

Los ajustes del turbocargador fueron hechos por medio de la combinación de pruebas de vehículo y dinamométricas. Numerosas evaluaciones de la sensibilidad de respuesta fueron necesarias para minimizar el llamado "turbo lag" o retraso del turbocargador, conservando altas RPM y manteniendo los límites de la temperatura de escape.

La gráfica del reforzador (fig. 1.3), muestra casi el máximo refuerzo a 2000 rpm y una presión constante de 7.2 psi desde 2400 rpm en adelante. Este registro del refuerzo a baja velocidad y el poco volumen de los multiples de admisión y escape, tienen como resultado una sensibilidad de respuesta excelente del vehículo.

El nivel de refuerzo es controlado por una compuerta de drenaje de presión residual con un actuador de doble puerto con diafragma y resorte. (fig.1.4) El puerto de accionamiento (puerto "A") es conectado directamente al multiple de admisión y el lado de referencia (puerto "B") es conectado después del cuerpo de la válvula de aceleración o acelerador, sensando por lo tanto la presión de entrada al compresor. Desde que el cuerpo del acelerador esta antes de el compresor, el actuador esta expuesto a los altos niveles de vacio del multiple, y un puerto "B" de referencia es necesario para prevenir una deflexión excesiva del diafragma bajo éstas condiciones.

Algunos problemas en el turbocargador, como la corrosión rápida en los cojinetes de bronce de la flecha de la turbina, que provocan atascamiento, el daño en los sellos y empaques, provocados por la alta temperatura en el turbocargador, fueron resueltos por la selección de un sistema de enfriamiento adecuado, y el cambio de material de los cojinetes, de bronce por aluminio.

De entre dos sistemas de enfriamiento de aire propuestos: Uno con aletas de enfriamiento externas y otro con pasajes integrales de a-

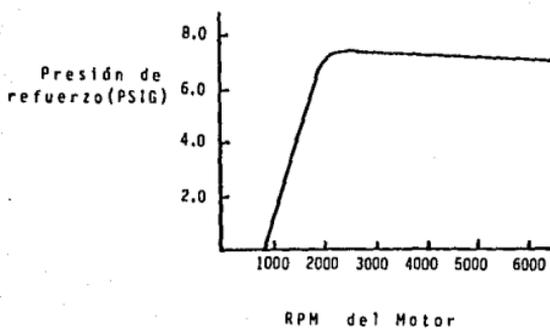


Fig. 1.3 Grafica del refuerzo de presión contra RPM del motor.

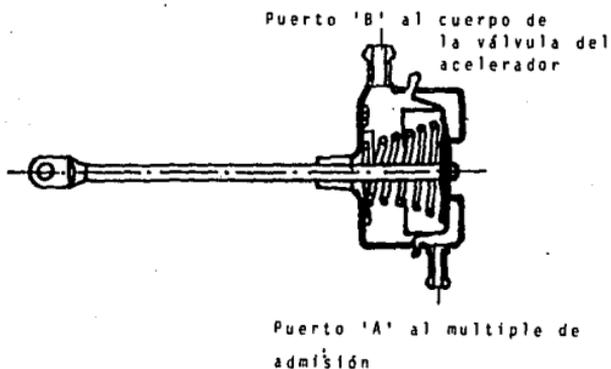


Fig. 1.4 Compuerta de drenaje de presión residual

gua de enfriamiento, fue escogido el último por sus mejores resultados al mantener la temperatura de los cojinetes más baja según se muestra en las gráficas 1.5 y 1.6 . Como consecuencia de superar esa falla, e incluir el enfriamiento por agua, hubo la necesidad de incluir líneas externas de bombeo de agua además de las ya existentes para la lubricación del turbocargador. (fig. 1.2).

Sistema de control del motor.

Sistemas de control precisos y flexibles son esenciales en el funcionamiento exitoso de cualquier motor de vehículo de pasajeros moderno, y el motor turbocargado es el que más demanda de ello.

Además del control de los problemas comunes como los requerimientos de emisión de gases, economía de combustible y maniobrabilidad; dos nuevos inconvenientes deben ser superados: Los límites de la temperatura del gas de escape (entrada de la turbina) y la prevención de detonaciones destructivas. La interacción de la presión de refuerzo, la relación aire-combustible, el avance de la chispa y las condiciones de operación sobre la detonación, la temperatura del gas de escape, la carga termal y por consiguiente la durabilidad del motor, brinda nuevas dimensiones al desarrollo del motor y su control.

La técnica tomada para el motor turbo doméstico es controlar la presión de refuerzo con un actuador neumático convencional en la válvula o compuerta de drenaje de presión residual y aplicar sofisticada-

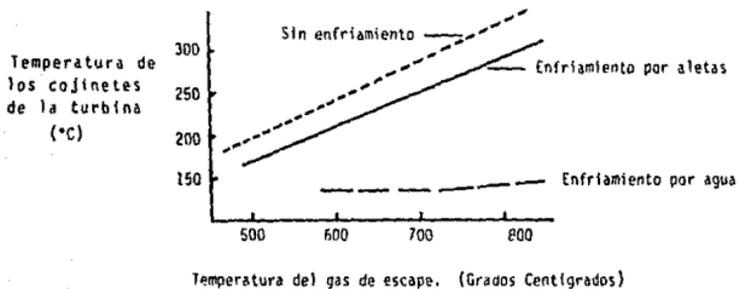


Fig. 1.5 Gráfica comparativa de las temperaturas de los cojinetes de la turbina

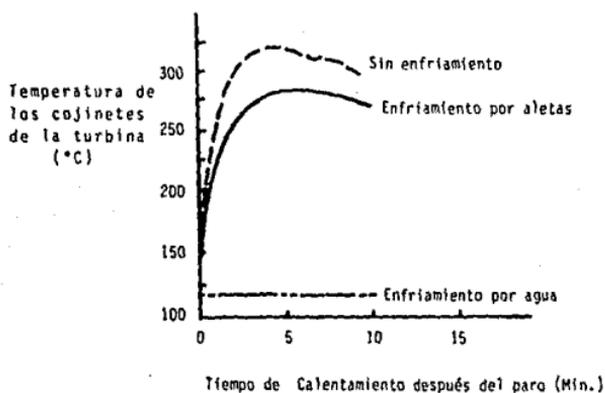


Fig. 1.6 Elevación de Temperatura en los cojinetes de la turbina

dos controles electrónicos a la sincronización del combustible y la chispa.

Cuerpo del acelerador.- El flujo de aire primario en el motor es regulado por una válvula de aceleración de una garganta de 42mm de diámetro localizada arriba de la entrada del compresor. El cuerpo de aluminio fundido permite el montaje del actuador automático de velocidad en vacfo, del potenciómetro de posición del acelerador y de varios niples de vacfo.

El actuador automático de velocidad en vacfo, suministra un flujo de aire de "by pass" controlado, alrededor de la válvula de aceleración para el arranque, el calentamiento y el control de la velocidad normal de vacfo. El principio de operación es controlar el aire de "by pass" por medio de un area variable formada por la intersección de una abertura en forma de "D". El aire proveniente de la parte anterior al acelerador pasa através de la apertura formada, el area es aumentada o disminuida por un motor reversible de C.D. La duración del pulso y la polaridad son usadas para controlar y sensor la magnitud de la corrección cuando una desviación es determinada por la retroalimentación de la velocidad. La unidad a su apertura máxima es capaz de suministrar suficiente aire para encender el motor a -29°C sin la ayuda de la válvula aceleradora.

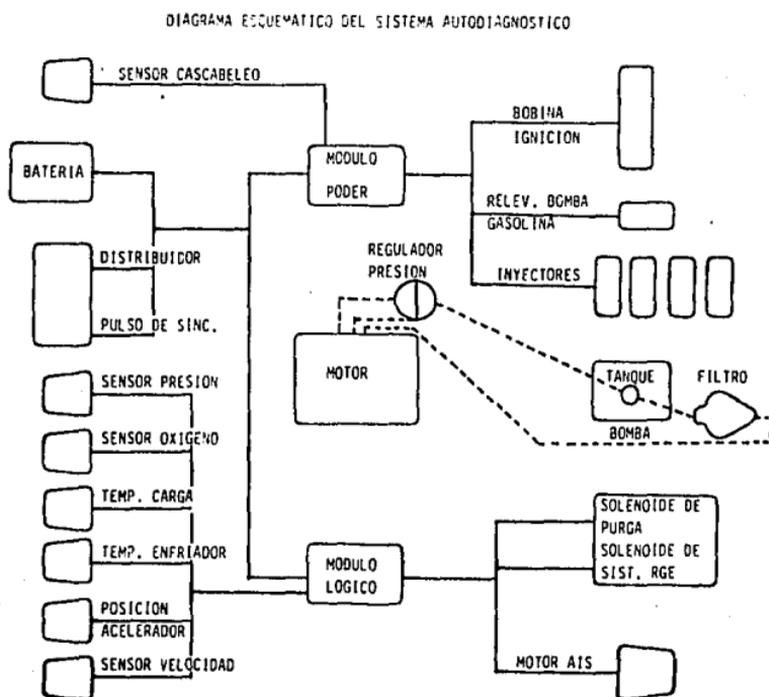
Controles electrónicos.- Los controles electrónicos son mostrados en la figura 1.7 , con la identificación de los principales componentes de entrada y salida. Los componentes electrónicos se dividen en dos paquetes funcionales diferentes llamados módulo lógico y módulo de poder. El montaje de cada uno es como sigue: El módulo de poder va instalado en el compartimiento del motor en una caja de plástico y el módulo lógico va dentro de la cabina de pasajeros, ésta disposición muestra algunas ventajas en el ruido de interferencia eléctrica, disipación de calor y para mantenimiento y servicio. El paquete completo se muestra en la figura 1.8 .

El módulo lógico se basa en el microcomputador 6801U4 de Motorola e incluye una ROM de 6K, una PROM externa de 2K y 192 bytes de RAM. La función primaria es procesar la entrada de información proveniente de varios sensores y computar los parámetros de salida de combustible, chispa y velocidad en vacío. Existen varias funciones secundarias como: La corrección adaptiva del registro de combustible, sistema de recirculación de gases y control de purga "encendido-a pagado", paro automático, control del modo de falla, corte del aire acondicionado, control del ventilador del radiador y diagnóstico que es la parte de la cual tratará éste trabajo.

La arquitectura de la memoria está diseñada, de tal manera que las constantes de calibración están contenidas en una memoria PROM separada, por lo tanto solo un componente necesita ser cambiado para una aplicación nueva en otro vehículo.

El módulo de poder contiene un suministro de corriente de CD/CD pa-

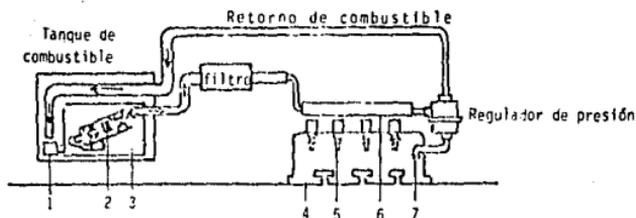
Fig. 1.7 y 1.8 Controles Electrónicos (módulo lógico y de poder). Paquete completo de sistema de Diagnóstico.



ra dar un voltaje constante de 8 volts de C.D. para el módulo lógico y para otros dispositivos de alta corriente, el módulo de poder recibe las señales de control del módulo lógico y suministra una señal apropiada a los inyectores y a los circuitos de inyección.

Sistema de combustible.- El sistema de suministro de combustible es un arreglo de inyección multipunto modulado por pulsos con una solenoide que opera al inyector, montado sobre el multiple de admisión en cada cilindro. Una presión constante de 55 psi en el combustible es suministrada a través de cada inyector por una bomba eléctrica y controlada por un regulador de diafragma y resorte, referido a la presión del multiple. (fig. 1.9)

Como el turbocargador incrementa significativamente el rango requerido de flujo de combustible los inyectores convencionales se ven sometidos a severas condiciones de operación. Varias pruebas de inyectores con diferentes condiciones de trabajo fueron realizadas para seleccionar al mejor de todos y el inyector Bosch EV1 con un flujo estatico de 269 cc/min fue el especificado para suministrar el suficiente combustible arriba de las 6650 rpm, que es la velocidad a la cual el sistema de protección corta el combustible, evitando así las fallas potenciales en condiciones de plena carga. Por otro lado la velocidad en vacio se colocó 100 rpm arriba de las del motor normalmente aspirado y algoritmos especiales de desaceleración fueron utilizados para incrementar el flujo de aire bajo condiciones donde el mínimo flujo de combustible en el inyector podrian



1. Válvula check para línea de retorno. 2. Filtro. 3. Deposito de combustible. 4. Múltiple de admisión. 5. Inyectores. 6. Riel de combustible. 7. Toma del múltiple de admisión.

Fig. 1.9 Diagrama esquemático del sistema de combustible

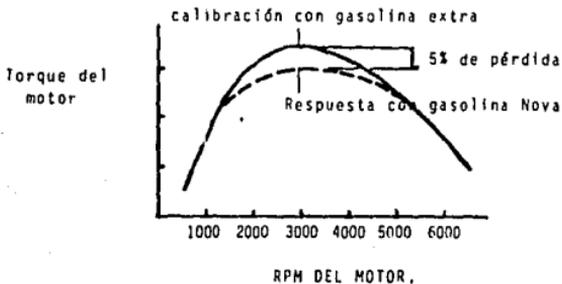


Fig. 1.10 Efecto del octanaje del combustible en la potencia

por otro lado, exceder los requerimientos instantaneos del motor.

El suministro del combustible esta ordenado de la siguiente forma; en dos grupos básicos de dos inyectores pareados por medio de su conexión en paralelo y que abren simultaneamente en cada rotación del cigüeñal. Los inyectores son pareados con los cilindros 1-2 y 3-4 con los cilindros numerados secuencialmente y con un orden de encendido 1-3-4-2.

Sistema de control de detonación.- La programación de la sincronización de las bujfas, es controlada por una serie de algoritmos complejos, que permiten una programación sumamente flexible como función de la velocidad, carga (MAP), temperatura y otras condiciones de operación. A pesar de ésta calibración flexible, el daño por detonaciones no puede ser evitado por el simple retardo de la chispa de la bujfa, ni aún con el máximo refuerzo limitado a 7.2 -- psi.

A fin de cubrir éstos extremos de la operación, un excesivo retardo de la chispa podria ser requerido y resultaria en un rendimiento in satisfactorio tambien como una inaceptable temperatura del gas de escape, por tanto el control de la detonación es esencial.

El sistema de detección de la detonación para el motor turbo consiste en un sensor de detonaciones, una detección electrónica de la detonación, y un software en la unidad lógica para modificar la sincronización de la chispa cuando el golpeteo o cascabeleo este pre--

sente. Entiendase como golpeteo detonaciones y/o cascabeleo.

El sensor de detonación es un cristal piezoeléctrico montado directamente sobre el múltiple de admisión del motor. El sensor es sintonizado para detectar los niveles de vibración característicos del motor durante la detonación y suministra una señal de voltaje - proporcional a la intensidad del golpeteo. La parte electrónica interpreta ésta señal comparandola a un nivel sensado anteriormente en el ángulo del cigüeñal, donde la detonación o cascabeleo no ocurrió.

Los niveles de vibración anteriores se elevan con la velocidad del motor y deben ser tomadas en cuenta, para disminuir la sensibilidad a altas velocidades. Cuando la diferencia entre los niveles sensados anteriores y los actuales es significativa, una señal indica que ha ocurrido la detonación. La unidad lógica reacciona a ésta señal retardando la sincronización de la chispa.

La estrategia de calibración empleada permite al motor correr sin detonaciones bajo ambiente normal con gasolina extra. El nivel de refuerzo, la relación aire-combustible y la sincronización de la chispa fue seleccionada a esas condiciones. Para condiciones más severas, o cuando se usa combustible nova, el sistema de control de detonaciones previene al motor por daños de detonación o cascabeleo.

Cuando se utiliza combustible nova a ciertas rpm el nivel de golpeteo aumenta y el sistema de control retarda el tiempo de encendido de la chispa, resultando de ésto, que el motor no se daña y además

un decremento en el torque del motor. (fig.1.10)

Esta es una visión generalizada que dará al lector, los margenes necesarios en los cuales se basarán los temas posteriores, teniendo muy presente sobretodo los lazos de control de los puntos críticos, que sobre el funcionamiento del motor hay que tener en cuenta, para su óptimo rendimiento, y el monitoreo simultaneo de las variables de operación, para que en el caso de existir falla pueda ser registrada inmediatamente.

C A P I T U L O I I

PUNTOS IMPORTANTES DE UN MOTOR TURBOCARGADO

C A P I T U L O I I

PUNTOS IMPORTANTES DE UN MOTOR TURBOCARGADO.

LOS SENSORES.

Los sensores registran o monitorean la cantidad de las variables - las cuales caracterizan las condiciones de operación del motor. Dentro de las variables más importantes de un motor se encuentran la cantidad de aire aspirada por éste, y registrada por el sensor de flujo de aire, la posición de la válvula de aceleración, la velo ci dad del motor y, la temperatura del aire y del motor.

Midiendo el flujo de aire.

La cantidad de aire aspirada por el motor es una medida de sus condiciones de carga. Todo el aire aspirado por el motor es medido y sirve como la principal cantidad variable para la distribución -- del combustible. La cantidad de combustible determinada por la salida del sensor de flujo de aire y la velocidad del motor, es referida como la cantidad básica de combustible. La medición del flujo de aire registra todos los cambios que pueden tener lugar en el motor durante el tiempo de servicio del vehículo, por ejemplo: uso, depósitos en la cámara de combustión, cambios en el ajuste del acelerador.

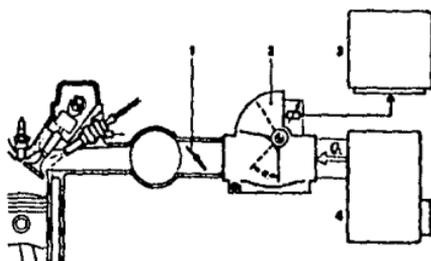
Ya que la cantidad de aire aspirado debe pasar primero a través del sensor de flujo de aire antes de entrar al motor, esto significa - que durante la aceleración, la señal sale del sensor antes de que el aire sea llevado dentro del cilindro, de este modo, por el suministro de más combustible anticipadamente, el enriquecimiento de éste para la aceleración es mejorado.

El sensor de flujo de aire.

El principio se basa en la medición de la fuerza emanada por el flujo de aire aspirado por el motor. Esta fuerza tiene que contrarrestar la fuerza opositora de un resorte de retorno que actúa sobre la aleta del sensor. La aleta es desviada de tal modo que, junto con el perfil del ducto de medición, la sección transversal libre se incrementa junto con el aumento de la cantidad de flujo de aire que pasa a través de él. (fig 2.1)

Fig. 2.1
Sensor de flujo de aire
en el sistema de toma de aire

1. Válvula del acelerador
 2. Sensor del flujo de aire
 3. Unidad de control
 4. Filtro de aire
- Q_L Cantidad de aire aspirada



El cambio en la sección transversal libre del sensor de flujo de aire, depende de la posición de la aleta del sensor, la cual fue seleccionada de manera que resultara una relación logarítmica entre el ángulo de la aleta y el flujo de aire a través de ella.

El resultado es que para un bajo flujo de aire a través de la aleta, donde la precisión de la medición debe ser particularmente alta, la sensibilidad del sensor de flujo de aire es también alta. Para prevenir las oscilaciones causadas por el golpeteo de la succión del motor y tener solo un mínimo efecto sobre la posición de la aleta del sensor, una aleta de compensación es incorporada como una parte integral de la aleta del sensor. (fig 2.2).

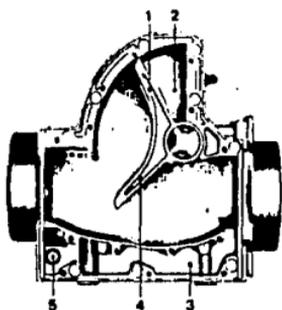


Fig. 2.2

Sensor del flujo de aire

1. Válvula de compensación
2. Cámara de amortiguamiento
3. By pass
4. Aleta sensora
5. Tornillo de ajuste para la mezcla en vacío (By pass)

Las oscilaciones de presión tienen el mismo efecto sobre ambas aletas, los momentos de fuerza se cancelan uno al otro y por lo tanto la medición no es afectada. La posición angular de la aleta del sensor es transformada a voltaje por un potenciómetro, el cual está calibrado de manera tal que la relación entre el flujo de aire medido y la salida del voltaje es inversamente proporcional. Para que el envejecimiento y las características de temperatura del potenciómetro no tengan efecto sobre la exactitud, sólo resistencias de precisión son calculadas en la unidad de control.

Para poner la mezcla aire-combustible en vacío, un ducto de desviación (by pass) ajustable es suministrado, através del cual una pequeña cantidad de aire puede evitar pasar por la aleta del sensor. El diagrama (fig 2.3) muestra las relaciones entre la cantidad del aire, el ángulo de la aleta del sensor, el voltaje del potenciómetro y el combustible inyectado.

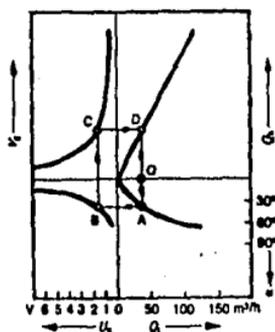


Fig. 2.3

La relación entre la cantidad de aire, ángulo de la aleta de sensor, voltaje en el potenciómetro y cantidad de combustible inyectado.

Comenzando con un cierto volumen de aire Q_A fluyendo através del sensor de flujo de aire (punto Q), nosotros podemos derivar teóricamente, la cantidad requerida de combustible Q_K (punto D). Además la aleta del sensor es deflecionada un cierto ángulo α (punto A) dependiendo de la cantidad de aire. El potenciómetro activado por la aleta del sensor de flujo de aire manda una señal de voltaje U_S a la unidad de control (punto B). La unidad de control controla las válvulas de inyección, donde el punto C representa la cantidad de aire inyectado Q_A . Se puede ver que teóricamente la cantidad de combustible requerido y la cantidad de combustible inyectado, - son la misma. (línea C-D)

El sensor de temperatura.

El sensor de temperatura consiste en un tubo hueco y roscado, dentro del cual un resistor NTC es empotrado. Entiendase NTC como coeficiente negativo de temperatura (negative temperature coefficient) y significa que la resistencia eléctrica de este resistor, el cual es hecho de un material semiconductor, decrece conforme la temperatura se incrementa. Este cambio es usado para propósitos de medición. (fig 2.4)

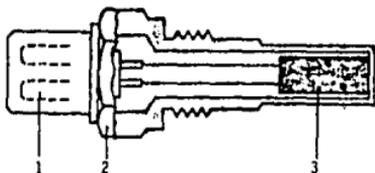


Fig. 2.4
1. Conexión eléctrica
2. Alojamiento
3. Resistor NTC

En motores enfriados por agua, el sensor de temperatura es instalado en el bloque del motor, donde es sumergido dentro del líquido refrigerante, aquí, el sensor gradualmente asume la temperatura del líquido refrigerante. En motores enfriados por aire, el sensor de temperatura es instalado en la cabeza del cilindro del motor.

Análisis de gases de escape.

Este análisis es uno de los puntos básicos para el control de emisiones y el consumo de combustible de los motores de combustión interna. Cuando existe una mezcla ideal de aire-combustible y és-

ta es detonada, el carbono y el hidrógeno son completamente quemados, desprendiéndose solamente bióxido de carbono y agua.

Las cantidades para que exista una mezcla perfecta, en teoría son: de 14.7: 1 siendo 14.7 partes de aire por una de combustible, cuando la mezcla aire-combustible excede a los parámetros estequiométricos, esto es, presenta mayor cantidad de aire que de combustible, se denomina una mezcla pobre. Por el contrario si la mezcla aire combustible es menor que la estequiométrica, o sea, que la cantidad de oxígeno es insuficiente para reaccionar con todo el carbono e hidrógeno en el combustible, la mezcla se llama rica.

La cantidad de oxígeno en los gases de escape es una medición indirecta de la mezcla aire-combustible. Esta cantidad puede ser medida a través de un sensor que comúnmente se le conoce como sensor Lamda (λ). Lamda es utilizada para denominar la relación aire-combustible y aire-combustible estequiométrico.

$$\lambda = \frac{\text{mezcla aire-combustible}}{\text{mezcla aire-combustible estequiométrico.}}$$

Cuando la mezcla tiene mucho más aire que combustible, la condición es representada por $\lambda > 1$, siendo una mezcla pobre, donde se reduce el consumo de combustible, pero también la potencia total del motor.

Cuando la mezcla tiene mucho menos aire que combustible, la relación se representa por $\lambda < 1$, siendo una mezcla rica, que incrementa la potencia del motor. Y $\lambda = 1$ cuando tenemos la relación de aire-combustible = a la relación aire-combustible estequiométrica.

Sensores Lamda.

A continuación se describe la constitución y los principios de operación de los sensores Lamda que ultimamente han sido desarrollados y utilizados en los motores de combustión interna.

El sensor lamda desarrollado por Bosch, que es utilizado en sus sistemas de inyección de combustible electrónica L-Jetronic y D-Jetronic, mide la cantidad de oxígeno contenido en los gases de escape. Este contenido de oxígeno, como se dijo anteriormente, es dependiente de la mezcla aire-combustible. La característica especial de éste sensor lamda de Bosch, es que cuando existe una relación diferente a $\lambda = 1$, espontáneamente es sondeado un cambio en la señal de salida del sensor. El sensor consiste principalmente de un cuerpo cerámico especial cuyas superficies tienen incrustadas electrodos de platino, a través de los cuales el gas puede pasar. El sensor trabaja sobre el principio del material cerámico, el cual es contaminado con ciertos óxidos de metal, convirtiéndose en conductor a altas temperaturas. Si el contenido de oxígeno sobre cada lado de los electrodos varía en tamaño, entonces un voltaje eléctrico es producido en los electrodos. Este voltaje representa la señal de medición. (fig 2.5) El sensor es colocado en el tubo de escape del motor, de tal manera que la superficie exterior - del cuerpo cerámico reposa en el flujo del gas de escape. La parte interna, por tanto, está en contacto con el aire de afuera. Las condiciones a las que el sensor lamda es expuesto son por su naturaleza muy severas. Los grandes esfuerzos térmicos, mecánicos y ocasionalmente químicos que se presentan, son dominados y supera-

El sensor Lambda

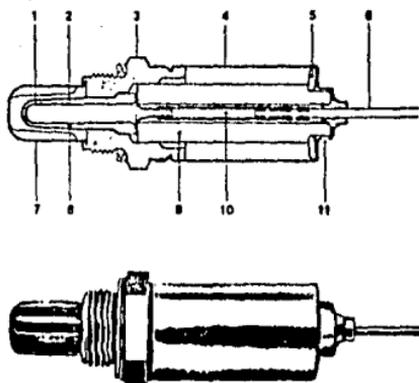


Fig. 2.5.

1. Electrodo positivo
2. Electrodo negativo
3. Alojamiento, negativo.
4. Manga protectora. (lado del aire)
5. Resorte de disco
6. Conexión eléctrica
7. Tubo de protección. (lado del escape)
8. Sensor cerámico
9. Soporte cerámico
10. Parte del contacto
11. Abertura de ventilación

dos por este sensor, gracias a su ingenioso diseño.

Otros dos tipos de sensores para el análisis de gases de escape son los de óxido de zirconia (ZrO_2) y los de óxido de titania (TiO_2), que utilizan la acción de oxidación sobre los materiales para analizar los gases.

Sensor de Titania.

La titania es un semiconductor con una amplia resistencia a la temperatura cuando es puro y estequiométrico. Cuando la deficiencia de oxígeno incrementa, más electrones son habilitados para el proceso de conducción y la resistividad decremente. El sensor es un dispositivo de elementos duales de titania con tres cables, con un tubo de protección que permite que el tubo de escape sature fácilmente los elementos de titania. Los elementos del sensor están cubiertos por un aislante cerámico para altas temperaturas el cual es sellado con un revestimiento de acero. El sensor puede ser insertado en el múltiple de escape o en una extremidad del mismo y es calentado a temperaturas de operación por el tubo de escape.

Dos elementos principales son requeridos: poros cerámicos de titania para el sensado de oxígeno y una cerámica densa de titania utilizada como par de termistores para compensación de temperatura.

El elemento de sensado de oxígeno es una fina fibra con cerámica de poros grandes, mientras que el termistor tiene una fibra de tamaño varias veces mayor y con porosidad varias veces más pequeña.

Los electrodos de metal están unidos a alambre de plomo colocados a través del aislante cerámico y finalizados en terminales conecto-

ras. (fig 2.6)

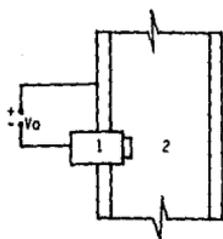


Fig. 2.6

Sensor de titanía.
1. Sensor
2. Gases de escape

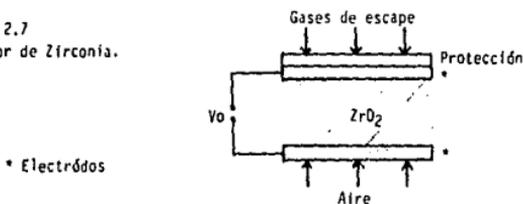
Cracterísticas.

- El sensor no requiere una referencia de aire, ni características de sellado a altas temperaturas para prevenir fugas de oxígeno entre la referencia y los gases de escape.
- El elemento sensor de oxígeno y los electrodos del termistor estan permanentemente sellados dentro de la cerámica de titanía, protegiendo así la interface metal-cerámica, del calor y corrosión del tubo de escape.
- El aislante cerámico el cual soporta los elementos de titanía, ejecuta solo una función eléctrica menor: aísla los lambres de cobre del voltaje aplicado de 1 a 10 volts.
- La impreganci3n del metal de la cerámica porosa, provée la adecuada resistencia al calor sin necesidad de una protecci3n para la misma.
- La durabilidad de los sensores de titanía ha sido investigada en el laboratorio tan bien, como con los dinam3metros de los motores y veh3culos de prueba.

Sensor de Zirconia.

Los sensores de Zirconia funcionan como simples celdas voltáicas. Estos consisten de cuerpos sólidos de zirconia (ZrO) como electrolito, hecho en forma de dedal con ambas superficies, interior y exterior, cubiertas con una capa de conductor catalítico, así como una capa de platino y aleación del mismo. (Fig 2.7).

Fig. 2.7
Sensor de Zirconia.



En operación el sensor es montado en o cerca del múltiple de escape con el electrodo externo expuesto al tubo de escape y el electrodo interno expuesto al aire ambiental. De la misma forma que con los sensores de titania, el voltaje obtenido a través de la terminal del sensor es usado como una señal de retroalimentación a una unidad electrónica para controlar la relación aire-combustible del motor. Las características necesarias o deseables para el óptimo funcionamiento del sensor, para un control de mezcla aire-combustible a lazo cerrado son:

- Voltaje de salida alto y ganancia estable a cambios de forma y longitud de voltaje en el punto estequiométrico.
- Rápida respuesta del interruptor de voltaje a las variaciones de gas en el escape.
- Baja resistencia interna del sensor.

Un voltaje de salida alto y con ganancia estable es necesario para asegurar que el voltaje de entrada seleccionado por un control de lazo cerrado este siempre cerca del punto estequiométrico.

Una respuesta rápida del interruptor es requerida para el control efectivo de la relación aire-combustible. La baja resistencia de operación es necesaria dentro del sensor para extender el rango de temperatura de trabajo.

Sensor de presión al múltiple de admisión.

El sensor de presión suministra información concerniente a la cantidad de aire aspirado por el motor. El sensor contiene cápsulas barométricas al vacío, las cuales desplazan la armadura de un embobinado conectado como repetidor, que cambia su inductancia.

Esta inductancia sirve como elemento determinador de tiempo para un circuito de disparo monoestable en la unidad de control electrónico (ECU). (fig 2.8)

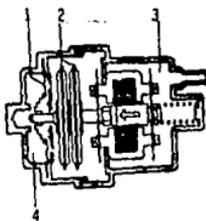


Fig. 2.8
Sensor de presión del múltiple de admisión
1. Dífagma
2. Cápsulas barométricas
3. Presión de entrada al múltiple
4. Presión atmosférica

Sensor de temperatura en el múltiple de admisión.

Funcionamiento: Con el incremento de la temperatura del aire y el incremento asociado de su densidad; los efectos del sensor de temperatura en el múltiple de admisión son: un incremento en la cantidad del combustible inyectado. (ver fig. 2.4)

Calculando la velocidad del motor.

La información sobre la velocidad del motor y del comienzo de la inyección de combustible es transmitida hacia la unidad de control electrónica del sistema de inyección L-Jetronic de Bosch a través de un sistema de pulsos en el encendido, por medio de unos contactos que se abren y cierran en el distribuidor de encendido y por otro sistema de pulsos en el encendido por medio de la terminal 1 de la bobina de ignición. (fig 2.9)

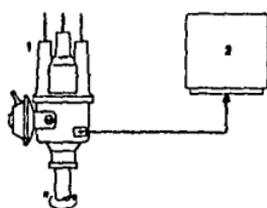


Fig. 2.9
Calculando la velocidad del motor
1. Distribuidor
2. Unidad de control
n. Velocidad del motor

Procesamiento de los pulsos.

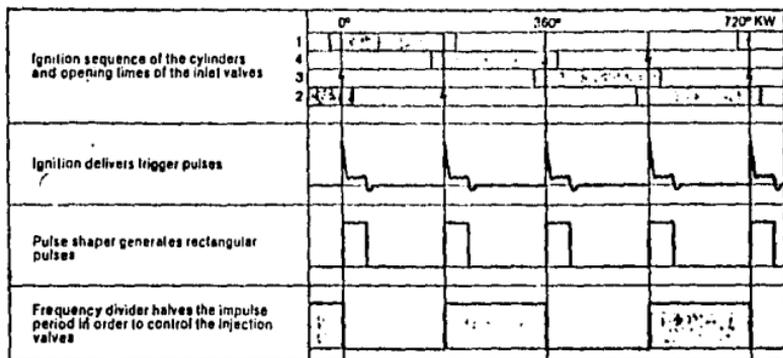
Los pulsos entregados por el sistema de encendido son procesados en la unidad de control. Primeramente todos ellos pasan a través de un circuito moldeador de pulsos el cual da forma rectangular a éstos pulsos de la señal enviada en forma de oscilaciones amortiguadas. Estos pulsos rectangulares son alimentados a un divisor de frecuencia.

El divisor de frecuencia divide la frecuencia de los pulsos dada - por la secuencia de encendido, de tal manera que dos pulsos ocurren para cada ciclo de trabajo sin importar el número de cilindros.

El comienzo de los impulsos es en el mismo tiempo que el comienzo de la inyección para las válvulas de inyección. Para cada vuelta del cigüeñal cada válvula de inyección inyecta una vez, sin importar la posición de la válvula de admisión. Cuando la válvula de admisión es cerrada, el combustible es almacenado y la próxima vez que la válvula de admisión abra, éste es conducido dentro de la cámara de combustión junto con el aire. La duración de la inyección depende de la cantidad de aire y de la velocidad del motor.

(fig 2.10)

Procesando los pulsos de ignición en la Unidad de Control.



Interruptor de la válvula de aceleración.

Este interruptor está colocado a el múltiple de admisión y es operado por medio del eje de la válvula de aceleración. En cada una de las posiciones limitantes; a plena carga y al vacío, los contactos correspondientes son cerrados, para enviar una señal a la unidad de control electrónico. (fig's 2.11 y 2.12)

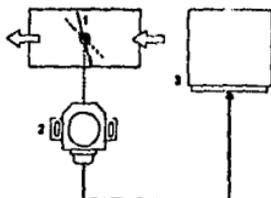


Fig. 2.11
Corrección en vacío y a plena carga
1. Válvula de aceleración
2. Interruptor de la válvula del acelerador
3. Unidad de control

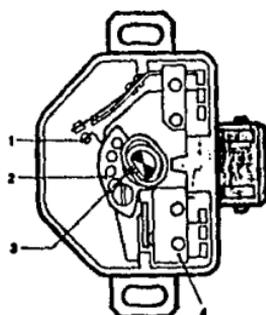


Fig. 2.12
Interruptor de la válvula del acelerador.
1. Contacto de plena carga
2. Trayectoria de los contactos
3. Flecha de la válvula aceleradora.
4. Contactos de vacío.

LOS ACTUADORES

Para que un circuito de control quede concluido es indispensable la colocación del elemento final de control, que recibirá la señal correctiva de la unidad de control electrónico, y retornará al sistema controlado a sus condiciones normales de operación. A continuación se describen algunos de estos elementos finales de control o actuadores, que se implementan en el motor turbocargado con inyección electrónica de combustible.

Válvula de inyección de combustible.

Comúnmente denominado inyector, la válvula de inyección, inyecta el combustible dentro de los múltiples de admisión individuales de los cilindros, justo frente a la parte trasera de las válvulas de admisión del motor. Cada cilindro del motor tiene su válvula de inyección, las válvulas son operadas por un solenoide y son abiertas o cerradas por medio de pulsos eléctricos desde la unidad de con-

tro). La válvula de inyección consiste en el cuerpo de la válvula y la válvula de aguja con la armadura de la solenoide. El cuerpo de la válvula contiene el devanado del solenoide y la guía para la válvula de aguja. Cuando no hay corriente en el devanado del solenoide, la válvula de aguja es presionada contra su sello, en la salida de la válvula por un resorte helicoidal. Cuando se genera un campo magnético en el devanado de la solenoide la válvula de aguja es levantada aproximadamente 0.1 mmy el combustible puede fluir hacia afuera através de un orificio anular calibrado. El extremo frontal de la válvula de aguja esta provisto con un perno especialmente afilado para atomizar el combustible. Los tiempos de empuje y alivio de la válvula, estan en el rango de 1 a 1.5 mseg. Para lograr buena distribución de combustible con baja pérdida de condensación, el remojo de las paredes del múltiple de admisión debe ser evitado. Un ángulo especial de rociado junto con una distancia especial de la válvula de inyección a la válvula de admisión, evita este rociado y mantiene las buenas condiciones de operación.

Los inyectores son colocados con la ayuda de unos soportes especiales y son montados en gomas moldeadas en esos soportes. El aislamiento al calor por ello mejorado, previene la formación de burbujas de vapor de combustible y garantiza buenas características de encendido en caliente. Las gomas moldeadas tambien aseguran que los inyectores no serán sujetos a vibración excesiva. (fig 2.13)

Válvula de inyección

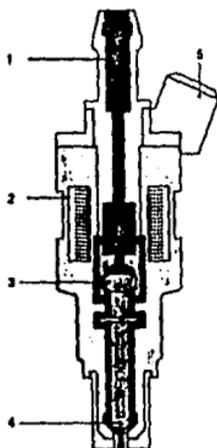


Fig. 2.13
Válvula de inyección
1. Filtro
2. Devanado del solenoide
3. Armadura del solenoide
4. Válvula de aguja
5. Conexión eléctrica

Arranque en frío.

Cuando se arranca un motor en frío, la mezcla de aire-combustible se condensa y se producen pérdidas. Para compensar esto y facilitar el arranque del motor en frío, combustible extra debe ser inyectado en el momento del arranque. Este combustible adicional es inyectado por un periodo limitado de tiempo dependiendo de la temperatura del motor. Este procedimiento es conocido como "enriquecimiento de la mezcla en arranque en frío". Durante éste procedimiento la mezcla es rica, temporalmente o sea que el factor

1.

Este procedimiento puede ser llevado a cabo en dos diferentes modos: por medio del control de arranque con la ayuda de la unidad de control y los inyectores o por medio de un interruptor térmico de tiempo y una válvula de arranque, de los cuales haremos mención.

(fig 2.14)

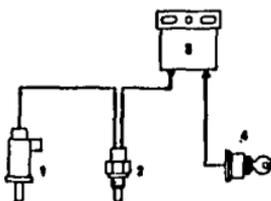


Fig. 2.14

Enriquecimiento en arranque en frío por válvula de arranque.

1. Válvula de arranque
2. Interruptor térmico de tiempo
3. Relevador de combinación
4. Interruptor de arranque

Válvula de arranque.

La válvula de arranque es operada por una solenoide, el devanado de ésta es colocado en la válvula. En la posición neutral un resorte helicoidal presiona la armadura móvil de la solenoide contra un sello, provocando que la válvula este cerrada. Cuando la corriente pasa a través de la armadura de la solenoide, ésta se levanta del

asiento de la válvula, y permite el fluido del combustible. Entonces el combustible fluye a los lados de la armadura, hacia una tobera donde éste se vuelve turbulento. En ésta forma de tobera el combustible es atomizado en una forma muy particular, y enriquece el aire en el múltiple de admisión detrás de la válvula de aceleración con combustible. (fig 2.15)

Interrupor térmico de tiempo (ITT).

El interruptor térmico de tiempo limita la duración de inyección de la válvula de arranque, dependiendo de la temperatura del motor. El ITT es un interruptor bimetalico electricamente calentado, el cual abre o cierra un contacto dependiendo de su temperatura. (fig 2.16)

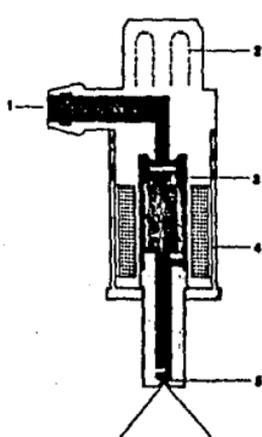


Fig. 2.15
Válvula de arranque
1. Intra de combustible
2. Conexión eléctrica
3. Solenoide
4. Devanado del solenoide
5. Tobera atomizadora

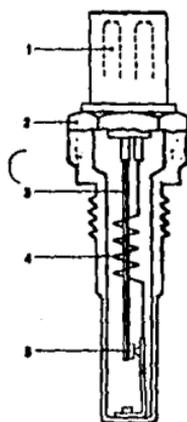


Fig. 2.16
Interrupor térmico de tiempo (ITT)
1. Conexión eléctrica
2. Alojamiento
3. Bimetal
4. Devanado calentador
5. Contactos del interruptor

Este esta colocado dentro de un tubo hueco y roscado en el cual es colocado en un lugar donde prevalesca una temperatura típica del motor. El ITT determina el intervalo de tiempo que la válvula de arranque es colocada en la posición de encendido. El tiempo durante el cual la válvula de arranque es encendida o energizada depende del calentamiento del ITT provocado por el calor del motor, por la temperatura ambiente y por el calentamiento eléctrico del mismo interruptor. Este autocalentamiento es necesario para limitar el tiempo máximo que la válvula de arranque es encendida o energizada y prevenir que el motor sea sobre-enriquecido y se ahogue.

El calentamiento eléctrico es el factor principal que gobierna la medición del tiempo en el cual la válvula es encendida o energizada cuando se arranca el motor, por ejemplo: a -20°C el interruptor se apagará en 8 seg. aproximadamente. Cuando el motor está caliente, el ITT es calentado mucho más por el calor proveniente del motor y por lo tanto el ITT estará constantemente abierto o desconectado. Cuando el arranque es con un motor caliente, entonces no se inyecta combustible extra con la válvula de arranque.

Control de velocidad en vacío o sin carga.

Durante la fase de calentamiento el motor recibe más combustible, debido a la influencia de un dispositivo de aire auxiliar. Esto es para vencer la resistencia causada por la fricción en el motor frío y garantizar una velocidad estable en vacío.

Dispositivo de aire auxiliar.

En el dispositivo de aire auxiliar, un resorte bimetalico opera una placa de bloqueo, el cual controla la seccion transversal del canal de desvfo o de "by pass". La apertura de la seccion transversal de esta placa de bloqueo es ajustada dependiendo la temperatura, por tanto la apertura es suficientemente grande para un arranque en frio pero se achica según la temperatura del motor aumenta hasta que finalmente se cierra.

El resorte bimetalico es calentado electricamente, de éste modo, un tiempo limitado de apertura puede ser realizado, de acuerdo al tipo individual de cada motor.

El dispositivo de aire auxiliar es colocado en una posición donde puede sensar la temperatura del motor, esto evita que el dispositivo funcione cuando el motor esta caliente. (fig's 2.17 y 2.18)

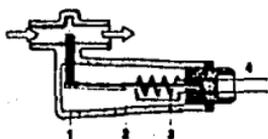


Fig. 2.17
Dispositivo de aire auxiliar
1. Placa bloqueadora
2. Tira bimetalica
3. Elemento calentador eléctrico
4. Conexión eléctrica

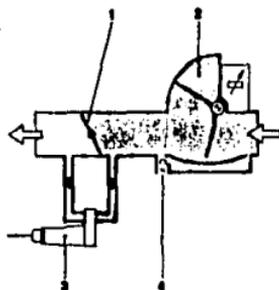


Fig. 2.18
Control de velocidad en vacfo.
1. Válvula del acelerador
2. Sensor del flujo de aire
3. Dispositivo de aire auxiliar
4. Tornillo de ajuste para la mezcla en vacfo.

C A P I T U L O I I I

EL MICROCOMPUTADOR EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

CAPITULO III

EL MICROCOMPUTADOR EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

Este capítulo tiene como objetivo principal el mostrar algunas de las últimas aplicaciones en las que el microcomputador forma parte medular, dentro de la industria automotriz, no solo aplicada en -- los vehculos en particular, sino tambien dentro de los dispositivos de mantenimiento y servicio a estos.

En este año la compañía de ingeniería Hunter lanzó al mercado, su maquina de balanceo de llantas computarizado "Hunter System 700", que trabaja por medio de la conjunción de la mecánica y la electrónica. Un plato de acero de una pulgada de ancho es el corazón del sistema 700. Tres transductores de cristal sellados, dan una medición precisa de la fuerza, resultando en un balanceo estático y dinámico de la llanta con una exactitud de 1/10 de onza.

La computadora diseñada con circuitería digital para un tiempo de vida máximo y gran precisión, contiene en el impreso un circuito integrado (CI) regulador de voltaje que genera corriente directa para la medición electrónica del balanceo. Por su extenso uso esta constituido con alta inmunidad al ruido, su consumo de energía es bajísimo y se complementa con circuitos integrados de tecnología CMOS (semiconductores de metal-óxido). La lectura del peso es computada en un volmetro digital de dos planos y alta precisión, para que los resultados sean posteriormente desplegados so

bre circuitos de estado sólido de 7 segmentos ó 7 diodos emisores de luz dispuestos en forma de dígitos. Los elementos electrónicos como: el circuito impreso, los circuitos integrados, el desplegado luminoso o display y los cristales, así como los componentes eléctricos como: interruptores, transformadores y relevadores, son del tipo de plug-in o enchufe, para la rápida substitución, en caso de que haya que cambiar algún componente.

Dentro del mismo ramo, también la firma Hunter de ingeniería, lanza al mercado su alineador de llantas computarizado "Hunter System A 111". El sistema A111 de Hunter, combina lo último en tecnología de microprocesadores con transductores de ángulo electrónicos y displays digitales híbridos y analógicos. El resultado es un alto grado de exactitud en la alineación, rapidez, facilidad de operación y una gran seguridad en el trabajo realizado.

Algunas de las principales características de este sistema son:

- El monitoreo de todas las lecturas para la alineación de las cuatro ruedas por medio de un monitor de tipo TRC (tubo de rayos catódicos).
- Sensores electrónicos en las cuatro ruedas, presentan automáticamente la compensación de la rueda.
- La lectura se compara con un código de especificaciones para cada vehículo, en el microprocesador.
- Una gráfica de barras se muestra en el monitor para guiar al operador en el ajuste del vehículo.
- Tiene un sistema de diagnóstico y prueba que se realiza cada que

se enciende el alineador.

El principio de este sistema es alinear las cuatro llantas con una línea central del vehículo, para asegurarse que las cuatro llantas se mueven, lo más paralelamente posible al eje central del auto y que el volante esté en el centro de su viaje. Los sensores colocados en cada llanta detectan el ángulo de estas con respecto a la línea central geométrica del vehículo, esta señal se computa en el microprocesador y los resultados para corregir son mostrados en el monitor. Conforme el operador alinea el vehículo, la gráfica de barras va mostrando el estado actual de la alineación, de modo que al quedar la alineación dentro de las especificaciones, la gráfica lo mostrará inmediatamente y el operador terminará su trabajo.

Inyección Electrónica de Combustible.

Desde 1951, la compañía Alemana Bosch, se ha dedicado a desarrollar la inyección de combustible en los motores de combustión interna, y después de muchos sistemas probados de inyección de combustible, como el sistema D-Jetronic, L-Jetronic y K-Jetronic, ha puesto a disposición del mercado de autos comerciales su sistema microcomputado "Bosch Motronic".

Hoy en día la eficiencia de las computadoras actuales hace posible la combinación de las funciones de inyección de gasolina e ignición,

porque el costo básico de la microcomputadora misma, su fuente de voltaje y un bastidor adecuado, para las dos funciones es el mismo. Aparte de esto, casi todos los sensores pueden ser usados para ambas funciones, la inyección del combustible y la ignición, por tanto se necesita sólo una serie de sensores. Además la conjunción de los dos sistemas da más seguridad y disminuye el costo, que si fueran dos sistemas separados.

El Motronic combina sistemas individuales en un solo sistema sistema digital para el control del motor. Esto se logró por medio de la utilización de un microcomputador en la unidad de control electrónica. El uso de una unidad de control digital hace al sistema más flexible por un lado y por el otro lado garantiza una exactitud constante a largo plazo y la habilidad de reproducir, como y cuando se requiera, los datos del motor, los cuales necesitan almacenarse sólo una vez. Además el punto principal del Motronic, el microcomputador, el cual consiste de un microprocesador en el cual son almacenados los datos y programas, y los circuitos de entrada y salida, el sistema se caracteriza por menos partes de movimiento rápido para la ignición y receptores comunes para la inyección y la ignición, de este modo el mantenimiento se mantiene prácticamente al mínimo. En la práctica esto significa que el ajuste del gobernador mecánico y del vacfo pueden ser retirados y en su lugar poner, una ignición computarizada integrada completamente por elementos electrónicos en el sistema Motronic, con un sensor inductivo de velocidad y su respectiva marca inductiva de referencia.

Método de operación del sistema Motronic.

El sistema opera con una unidad de control digital, la cual contiene como principal componente un microcomputador, este a su vez tiene como parte medular un microprocesador. El programa de almacenamiento del microcomputador es utilizado para almacenar todos los datos que caracterizan la operación del motor bajo varias condiciones de operación. También se almacena un programa de trabajo, el cual controla el flujo de señales preparadas por los sensores hacia el microprocesador.

Por medio de la comparación de los valores actuales con aquellos almacenados en el microprocesador, se puede calcular la condición de operación del motor en cualquier momento particular. Si hubiese alguna desviación de las condiciones óptimas de operación, el microprocesador efectúa las correcciones necesarias para la inyección y la ignición, por medio del envío de pulsos de control apropiados hacia las etapas finales de salida en la unidad de control. La etapa final de salida, entonces, controla la bobina de encendido o ignición y las válvulas de inyección, en conjunción perfecta.

Subsistema de inyección.

La inyección electrónica intermitente se basa en el sistema L-Jetronic, una de las principales diferencias sin embargo, es la manera en la cual las señales son procesadas. Esto se hace ahora digitalmente en la unidad de control común. El sensor de velocidad,

es un sensor inductivo sobre el anillo del engrane-volante del motor. El punto del impulso de apagado para la inyección de combustible a través de los inyectores operados por una solenoide, es orientado por la señal de la marca de referencia del sensor situado en el anillo del engrane-volante. La computadora calcula la cantidad de combustible, dependiendo de la cantidad de aire y de la velocidad. La cantidad de aire por aspiración es calculada y usada como señal básica para la inyección y para el punto de referencia en el encendido. Además de la señal base, otras correcciones son consideradas, dependiendo de la temperatura del motor, de la temperatura del aire aspirado, de la posición de la válvula del acelerador, etc, para la óptima operación del motor.

Subsistema de encendido o ignición.

En lugar de un gobernador mecánico y de un ajuste de vacío en el distribuidor de encendido, hay una marca del punto de encendido almacenada en la unidad de control. Esta marca es muy superior a los ajustes anteriores y es adaptada a todos los rangos del motor. El control del periodo de retardo, el cual determina el periodo de retardo, depende de la velocidad y del voltaje suministrado, adapta la energía del encendido a la necesidad específica y previene un consumo innecesario de energía en la bobina de ignición o encendido.

Una ventaja particular del sistema Motronic es que el punto del tiempo de ignición en el rango de carga completa o plena carga es colocado para un torque máximo, excepto en aquellos rangos donde se

debe considerar el octanaje requerido. En el rango de carga parcial, el punto del tiempo de encendido es colocado al mínimo de -- consumo, mientras al mismo tiempo se ajusta a los límites de emisión de gases de escape. Cambios de carga son registrados por el Motronic inmediatamente. En cada revolución del motor, la computadora indaga acerca de la condición de operación del motor y con la ayuda de unos valores programados, calcula el nuevo periodo de retardo. Esto produce un ajuste rápido para modificar las -- condiciones de operación.

Alarmas con voz electrónica.

Otra muy innovadora aplicación de los microcomputadores en los automóviles, ha sido la que Chrysler de México desarrollo en años anteriores y ha incluido en su modelo de lujo New Yorker 1985..

Se trata de un sistema de alarma conectado en varios puntos del automóvil y manejada por medio de un microcomputador, pero con la peculiaridad de que los anuncios de alarma son emitidos en forma audible por medio de una voz procesada electrónicamente y en español.

El EVA (Electronic voice alarm) genera 12 mensajes de voz sintetizada y dos tonos de advertencia, operando directamente de los sensores que están conectados directamente a cada una de sus entradas, para determinar sus mensajes prioritarios. El módulo EVA está

constituido por un microcomputador TMS1000P, es un microcomputador mos de canal P de 4 bits con una RAM, ROM y unidad aritmética-lógica (ALU) dentro del encapsulado. La capacidad de la ROM es de 1024 instrucciones y de la RAM es de 64 x 4 bits para un total de 256 bits. El programa dentro de la ROM controla la información de entrada, el procesamiento, almacenaje y salidas. La entrada de información va dentro de la ALU, donde se procesa la información y es almacenada en el acumulador. El microcomputador usa una se ñal de reloj externa para el procesador sintetizador de voz (VSP) y la Unidad Central de Proceso.

Los mensajes procesados en el módulo EVA son los siguientes:

1. Sistemas operando correctamente.
 2. Bajo voltaje en el sistema.
 3. Nivel de gasolina bajo.
 4. Vacío de la máquina.
 5. Presión de aceite baja.
 6. Entrada de llave en el switch de ignición.
 7. Faros prendidos
 8. Cinturón de seguridad.
 9. Freno de estacionamiento.
 10. Temperatura de la máquina alta.
 11. Función de puerta abierta.
 12. Nivel del líquido del limpiaparabrisas bajo.
- Además de los dos tonos de advertencia.

Este sistema es efectivo aún con el volumen del radio alto, puesto que el módulo EVA interrumpe la señal del radio a las bocinas, mien tras que el mensaje es emitido, y lo restablece una vez terminado este.

C A P I T U L O I V

EL MICROCOMPUTADOR: GENERALIDADES

C A P I T U L O I V

CONSTITUCION DE UN MICROCOMPUTADOR

Un computador o un microcomputador consta de tres bloques principales, que son:

- a) La unidad central de proceso
- b) Memorias RAM y ROM
- c) Dispositivos de entrada/salida

Estos tres bloques principales que forman al computador o microcomputador, están comunicados entre sí por medio de tres canales:

- Canal de datos bidireccional
- Canal de dirección unidireccional
- Canal de control unidireccional

Estos tres canales forman el canal del sistema de microcomputador y mediante éste, el microprocesador controla todas las transferencias de información contra la memoria o contra los dispositivos de entrada/salida.

La Unidad Central de Proceso (CPU)

El funcionamiento del microcomputador es controlado por la CPU.

El contenido semántico de estas palabras se puede interpretar casi

literalmente: unidad (forma un conjunto independiente), central (está situada en el corazón del computador), de proceso (realiza el trabajo).

Un computador muy simple puede estar formado tan solo por unos circuitos de CPU, memoria y dispositivos de entrada/salida. (Véase figura 4.1).

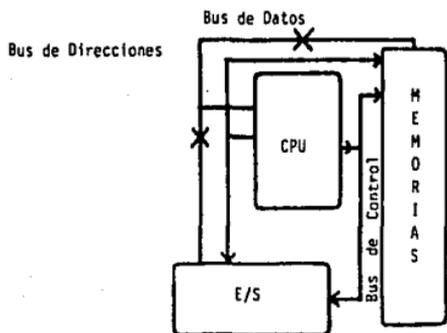


Fig 4.1 Computador Simple formado por sólo una CPU, Memorias RAM y ROM y por Dispositivos de Entrada y Salida

El computador necesita de los dispositivos de entrada y salida, E/S, para comunicarse con el mundo exterior. La memoria se necesita para almacenar las instrucciones y datos que debe procesar la CPU. Estos datos procesados por la CPU, pueden incluir números y códigos binarios que representan caracteres.

Si unas zonas de memoria contienen instrucciones para la CPU y - otras datos que deben ser procesador por ésta, ¿cómo diferencia ambos conjuntos?, para contestar a esta pregunta es necesario conocer el interior de un microprocesador.

La CPU de los microcomputadores de 8 bits (la mayoría de los computadores personales son de este tipo), normalmente está formado por un solo chip de 40 patas. Cada una de estas patas, salvo la de 5 volts y tierra, transporta señales desde o hacia la CPU y otros - componentes, por ejemplo, los circuitos E/S o los de memoria.

Por lo general, una CPU de 8 bits tiene 16 patas de dirección, que se conectan al canal de direcciones . Cada una de estas patas lleva una señal de salida que representa un uno o un cero. Se pueden formar 65,536 combinaciones distintas de unos y ceros. Se emplean para seleccionar puntos específicos de la memoria. También hay - ocho patas de datos que están conectadas al canal de datos. Estas transportan datos desde la memoria o E/S al interior de la CPU y viceversa.

Otras patas transportan señales de control, que funcionan como entradas y salidas de la CPU por medio del canal de control. La CPU está básicamente formada por tres partes:

- Unidad Aritmético y Lógica
- Arreglo de registros
- Unidad de control

En el interior de la CPU, hay unas celdas de memoria de uno o dos bytes, llamadas registros. Algunas de estas celdas de memoria se reservan para fines especiales y las otras se usan para el almacenaje temporal de información. Estas últimas se denominan registros de propósito general y los otros son registros de propósito específico.

LA ALU (Arithmetic and Logic Unit), realiza las operaciones lógicas y aritméticas, entre las cuales incluyen la adición, operaciones "y" y "o" y desplazamiento de bits hacia la derecha o la izquierda dentro de un byte.

El bloque de control es un circuito especial diseñado para lograr que la CPU se comporte de acuerdo con las instrucciones recibidas desde la memoria. Podemos ver un ejemplo muy explícito, utilizando los códigos de instrucciones para la popular CPU del Z80. Si desde la memoria se recibe la instrucción codificada 11000110, la CPU sumará el contenido del próximo byte de la memoria al de uno de los registros del interior de la CPU. Si se quiere almacenar el resultado de esta adición en un punto determinado de la memoria, la siguiente instrucción que reciba la CPU tendrá que ser 00110010, seguida de dos bytes que especifiquen la situación real en la memoria en la cual se puede almacenar el resultado.

Supongamos que el resultado de la adición sea 37 (en notación decimal) y que los dos bytes que determinan la dirección sean 33,126 (también en notación decimal).

El código de instrucción hará que el bloque de control coloque las patas de dirección según el equivalente binario de 33,126 (éste sería 1000000101100110). Asimismo, hará que las patas de control envíen señales a la memoria diciéndole que va a recibir datos que deben ser almacenados (memorizados). También motivará a las patas de datos adopten la posición del equivalente binario de 37 (00100-101). Esta información pasará a través del canal de datos a la memoria y será almacenada en el punto de la misma determinando por el canal de direcciones. Si más tarde la CPU necesitara procesar estos datos de otra forma, por ejemplo en un display, se podría enviar a la CPU una orden diferente. El bloque de control interpretaría esta instrucción como: "dirigirse al punto de memoria 33126, tomar el byte que hay en él y almacenarlo provisionalmente en uno de los registros internos".

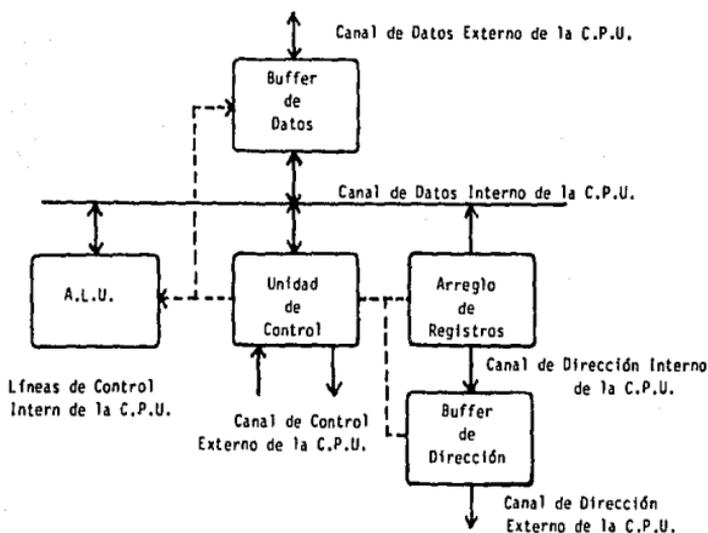
El número de registros o celdas de memoria provisional, en el interior de la CPU depende de ésta. Serán registros del tipo 8 bits (un byte) o del tipo 16 bits (dos bytes). Por lo general los registros especializados reciben nombres determinados, por ejemplo: "indicador de grupo", "contador de programa" o "acumulador". Los registros generales reciben la denominación de "el registro X", "el registro Y", "el registro C", etcétera.

Uno de los registros de 16 bits y uno de los más importantes será el "contador de programa". Esta celda de memoria interna contiene siempre la dirección (en binario) de la siguiente instrucción que ha de ejecutarse.

Cuando llegue el momento de extraer la siguiente orden para la CPU, el contenido del contador de programa será colocado en el canal de direcciones y el byte correspondiente será transmitido, vfa canal de datos a la CPU.

El registro más importante de 8 bits es el "acumulador". Este es el que, por lo general, almacena provisionalmente el resultado de las operaciones realizadas por la ALU: bytes tomados de la memoria o de E/S o del lugar donde están almacenados provisionalmente antes de ser enviados a éstos.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA CPU



Memorias RAM y ROM.

La memoria es un dispositivo destinado para almacenar programas y datos que son suministrados a la CPU, cuando esto lo demanda.

Una memoria se caracteriza fundamentalmente por:

Un conjunto de celdas para almacenar en cada una de ellas un bit de información. Las celdas pueden estar organizadas en grupos de 1, 4, 8, 16 celdas.

Un dispositivo de acceso que nos permite la lectura de la información contenida en un grupo de celdas.

Las memorias se dividen según su forma de acceso como:

Acceso directo o aleatorio.- En estas memorias se asocia una dirección a cada grupo de celdas.

Acceso secuencial.- El tiempo de acceso a un grupo de celdas, depende de su posición con respecto a una posición de referencia.

Asociativas.- El acceso a un grupo de celdas dado se realiza mediante la información contenida en una parte del propio grupo de celdas.

Según las operaciones que se pueden efectuar con la información contenida en sus celdas, las memorias se clasifican de la siguiente forma:

Memorias vivas: Se puede leer y modificar el valor contenido en

cada grupo de celdas. Memoria RAM.

Memorias muertas: Se puede leer el valor de cada grupo de celdas, pero no se puede modificar. ROM.

También la memoria del computador se puede describir en términos de almacenamiento a corto plazo y a largo plazo. La de largo plazo no pierde la información almacenada y la puede retener durante largos períodos, aún después de haberse apagado el computador. En esta categoría entran las cintas magnéticas y los discos flexibles.

Los computadores también necesitan una memoria rápida a corto plazo para el almacenamiento temporal de programas y resultados.

Otra forma de describir la memoria del computador, consiste en considerarla en términos de memoria interna o externa. La memoria interna está localizada dentro del computador y por lo general es totalmente electrónica, mientras que la memoria externa es periférica o exterior al computador. La memoria externa por lo general es parcialmente mecánica, y comprende dispositivos tales como cassettes, unidades de tipo flexible e incluso tarjetas de papel perforadas.

Generalmente la memoria electrónica interna se denomina memoria -- principal, mientras que la memoria externa se considera como una memoria secundaria o de apoyo. En la actualidad existen dos variedades principales de memoria interna: RAM y ROM.

Tanto la RAM como la ROM son dispositivos totalmente electrónicos, fabricados en forma de chips de silicio y empaquetados en estuches plásticos rectangulares con cables paralelos de hojalata o chapados en plata. Existe mucha similitud en cuanto a la forma en que son seleccionados y dirigidos por la CPU del computador.

La principal diferencia funcional es que los chips de memoria ROM se utilizan para almacenar programas con carácter permanente. El patrón de unos y ceros de cada dirección de memoria se fija y se determina durante el proceso de fabricación y, en consecuencia, no se puede modificar. Las ROM son las bibliotecas de referencia del mundo de la informática. El computador puede consultar el contenido de la ROM, pero no puede escribir nada en ella.

ROM corresponde a las siglas de Read Only Memory, (memoria de lectura solamente); La palabra lectura describe lo que hace el computador cuando accede a o recupera información de la memoria. Existen diversos tipos de ROM que difieren ligeramente entre sí y estas son: ROM, PROM, EPROM, y EEPROM. Las cuales corresponden a la clasificación de memorias muertas.

ROM.- Memorias programadas durante el proceso de fabricación mediante máscaras. Debido a esto su precio de venta es solo interesante si la producción prevé grandes cantidades de circuitos. Este tipo de memoria no puede borrarse y es utilizada para realizar programas y almacenarlos, tales como sistemas operativos o monitores, o bien puede ser útil para el almacenamiento de tablas de cual

quier tipo.

PROM.- Memoria ROM programable por el usuario. Se compra en estado virgen y el usuario las graba según sus necesidades, enviando o no una intensa corriente al puerto deseado para grabar un bit. Existen dos tipos de PROM: PROM con fusible en las cuales se destruye éste para grabar un cero lógico. PROM con destrucción de unión, en las cuales se destruye un elemento de aislamiento.

La desventaja de éstas memorias, es que sólo se puede grabar una sola vez, ya que si se destruye un fusible, éste no puede ser regenerado.

EPROM.- Memorias PROM que pueden ser borradas y reprogramadas varias veces (Erasable Programmable ROM). Este tipo de memorias utilizan transistores MOS con la compuerta flotante, para que pueda ser borrado con rayos ultravioleta, ya que en la compuerta flotante se almacena una carga o no, para ser cargado un cero o un "1" lógico al programarla y para borrarla con los rayos ultravioleta la carga almacenada en la compuerta flotante se desaparece y la memoria queda borrada. Para borrar una memoria EPROM sólo es necesario aplicar rayos ultravioleta en la pequeña ventanita por unos 10 ó 15 minutos.

EEPROM.- Son memorias de funcionamiento análogo a las EPROM excepto en que se pueden borrar electricamente en vez de utilizar los rayos ultravioleta. (Electrically EPROM).

No obstante, una ROM bastante clásica es la 2764 de INTEL, éste chip es una ROM de 65536 bits, organizados en 8K x 8 bits. Esto significa que los 64 Kbits están agrupados y que cada localización dirigible accede a o lee un byte entero. En matemáticas, $1K = 2^{10} \text{ ó } 1024$, de modo que $64K = 64 \times 1024 \text{ ó } 65536$ bits.

El computador por lo tanto, ha de ser capaz de seleccionar cualquiera de las 8192 (8K) localizaciones de dirección. Una atenta lectura a las especificaciones del chip 2764 revela que posee 28 patas, con una reservada para la fuente de alimentación eléctrica de 5 voltios y otra para la conexión a tierra. Esto deja un total de 26 patas.

Cuando se lee un byte del chip, los ocho bits o dígitos de ese byte han de traspasarse mediante cables desde el chip a la CPU. En consecuencia hay ocho cables para traspasar los bits del byte que se le está leyendo a la CPU. Estos cables se denominan canal de datos. Ocho de las patas del chip se dedican a ésta función, una para cada uno de los bits del byte. Esto deja un restante de 18 patas. Una pata no es necesaria y no se conecta. Se conserva por motivos de fabricación. Cuatro patas se utilizan para seleccionar el chip de diversas maneras. Estas son las patas de habilitación de salida, la pata de habilitación del chip y las dos patas de selección del chip. Estas patas reciben las señales del computador para permitir que el chip sepa cuando es requerido.

Las trece patas restantes son las patas de dirección. Cada pata está conectada a un cable del canal de direcciones, y éste transporta la dirección del byte requerido, codificada en forma binaria.

Trece dígitos binarios pueden dar 2^{13} u 8192 combinaciones exclusivas de unos y ceros, de modo que las trece líneas de dirección alcanzan exactamente para seleccionar de forma exclusiva cada uno y la totalidad de los 8192 bytes almacenados en la ROM.

Las memorias RAM son algo así como los pizarrones en el mundo de la informática. En ellas los programas y los datos se almacenan - con carácter provisional, mientras el computador esta en funcionamiento, y en ellas también se escriben temporalmente los resultados y otros datos. En líneas generales las memorias RAM son más complejas que las ROM, porque cada uno de los bits de cada byte de la RAM debe ser capaz de modificarse cada vez que se escribe algo en ellos.

Un chip de RAM bastante típico es el Intel 2114. Cada chip de RAM 2114 retiene 4096 bits de memoria y éstos estan organizados en 1024 nibbles (medios bytes) de cuatro bits. Esto significa que cada dirección de localización producirá una salida de cuatro bits de datos. Por lo tanto se necesitarán dos de éstos chips completos para producir un kbyte completo de información.

Cada chip 2114 posee solo 18 patas, dos de las cuales se emplean para alimentación eléctrica. Cuatro se utilizan para las líneas de datos de entrada/salida. Una se usa para la señal de selección del chip y otra se utiliza para indicarle al chip, una vez que ha sido seleccionado, si se esta escribiendo en él o se le esta leyendo. Las diez patas restantes se emplean para el bus de direcciones. Diez líneas de dirección pueden identificar 1024 localizaciones exclusivas.

Si un computador dispusiera de 64 kbytes de RAM, y si se utilizaran chips Intel 2114, se requerirían un total de 128 chips, puesto que se necesitarían dos chips para cada kbyte completo. En la actualidad es más común usar chips de RAM de mayor densidad, que en el mismo espacio alojan más memoria. Utilizando chips de RAM más completos y modernos, como el 4164, se pueden obtener 64 kbytes de RAM con solo ocho chips.

Año tras año los chips RAM y ROM van siendo más baratos y más compactos, y en la actualidad es posible que un solo chip contenga 128 -- kbytes. No obstante el progreso en cuanto al almacenamiento de densidades aún mayores en un sólo chip ya no se producen tan rápidamente como antes. El sistema de circuitos contenidos en un diminuto trozo de silicio esta llegando a ser tan minúsculo, que las técnicas ópticas que se emplean para grabar los circuitos apenas llegan a ser suficientes para ese trabajo.

Las memorias RAM pueden dividirse en dos tipos principalmente, conocidos como RAM estática y RAM dinámica. Ambos tipos poseen sus ventajas y sus inconvenientes, pero actualmente se utiliza más la RAM dinámica que la estática. Ambos pierden el contenido de la memoria apenas se desconecta la alimentación eléctrica, pero la memoria dinámica requiere que se le "refresquen" los contenidos. Cada bit de la memoria se ha de refrescar o reescribir sin entorpecer la capacidad de la CPU para acceder a la información que contenga. Esto significa que se debe diseñar un sistema de circuitos de sincronización específicos y muy crítico, lo que dificulta la la

bor del diseñador de circuitos. La memoria dinámica presenta - dos claras ventajas sobre la memoria estática: La dinámica solo requiere de un transistor por bit, frente a los tres transistores que normalmente necesita la RAM estática para cada bit. Esto - permite almacenar más memoria en chips más pequeños. La mayoría de los chips de RAM dinámica poseen solo 16 patas. La otra ventaja de las unidades RAM dinámica es que consumen menos energía que las estáticas, por lo tanto generan menos calor y requieren fuentes de alimentación eléctrica más pequeñas y más baratas.

La ventaja de la RAM estática radica en la simplicidad del diseño de su circuito. Una vez escritos los contenidos de la memoria, permanecen en ella sin que sea necesario refrescarlos. Cada cel da de memoria de un bit requiere tres transistores de modo que resulta difícil conseguir las elevadas densidades que permite la RAM dinámica. Asimismo, la RAM estática consume más energía, y el calor extra generado dificulta la labor del sistema de refrigeración del computador, lo que puede hacer necesaria la utilización de un - ventilador, con el consiguiente encarecimiento del diseño.

Dispositivos de entrada/salida.

Entrada/salida o como se abrevia muy comúnmente E/S, es el término que se emplea para describir la transferencia de información entre la CPU y el mundo exterior. Como mundo exterior queremos decir o incluir a todos los dispositivos que pueden conectarse al computau

dor, no incluyendo ni la memoria RAM, ni la memoria ROM, que se consideran como integradas en el computador.

La distinción de entre lo que sucede en el interior del computador y lo que ocurre en el exterior es un tanto arbitraria, pero todos los circuitos lógicos diseñados para trabajar en íntima unión con la CPU y la memoria principal, se consideran como pertenecientes al interior del computador.

Los dispositivos externos, que utilizan E/S para comunicarse con el computador, incluyen una gran variedad de periféricos desde teclados a las unidades de disco flexible, pasando por las palancas de mando las impresoras y los monitores. Cuando la CPU requiere de información de la memoria, primero debe localizar la dirección en donde se haya almacenado el byte de información. Del mismo modo, si la CPU desea almacenar un byte de información para utilizarlo posteriormente, debe primero de localizar la dirección en donde se ha de almacenar el byte. A éste proceso se le denomina direccionamiento de memoria e implica la localización y colocación, por parte de la CPU, de los dígitos binarios correspondientes a la dirección de memoria deseada en una serie de 16 cables conectados a las patas de dirección de la CPU, o sea por el canal de direcciones.

Un sistema de circuitos especial en la sección de memoria decodifica estos 16 dígitos binarios para seleccionar la dirección de memoria correcta. (Si hacemos la combinación de 16 dígitos binarios nos da un resultado de 65536 o sea el número de las diferentes memorias que se pueden localizar).

Si el computador desea comunicarse con un dispositivo externo, debe localizar ese dispositivo de modo similar. Para esto solo dispone de ocho líneas de dirección o sea 256 combinaciones diferentes que pueden seleccionarse para E/S, que es una cantidad pequeña comparada con el potencial de direccionamiento de 16 líneas de dirección, pero en la práctica 256 resulta más que suficiente, normalmente no hay necesidad de conectar a un computador una cantidad mayor de unidades externas.

Para saber como actúa realmente el computador para seleccionar una unidad externa y enviarle información, consideremos uno de los dispositivos de salida más sencillos: el "Led" (diodo emisor de luz) montado en el teclado del ordenador para indicar cuando se ha pulsado una tecla específica. Para el computador el "Led" es tan solo otro dispositivo externo al cual puede enviarle información. En el caso del "Led" la información será solo un "1" para encenderlo y un "0" para apagarlo. Aún tratándose de un "led" modesto que requiera una única información, necesita una dirección o localización. La CPU no puede ocupar todo su tiempo direccionando un led, por tanto necesita poder seleccionarlo una sola vez para decirle cuando ha de encenderse y cuando ha de apagarse. Supongamos que la dirección E/S del "led" es 32, para seleccionarla, las líneas de dirección serán, para la CPU, el equivalente binario de 32, o sea, 00100000 en binario. El "led" tendrá un circuito decodificador especial que ignorará todas las otras combinaciones de bits en las líneas de dirección.

Cuando la línea de dirección sea 00100000, éste circuito decodifica por la reconocerá y producirá un voltaje alto y por lo tanto, una salida verdadera. Lo siguiente que se refiere en el circuito para hacer que el "led" se encienda es, colocar un pequeño chip llamado cerrojo de datos.(buffer de datos) Este chip encierra o detiene los datos que se le envían, de modo que el "led" permanece encendido o apagado hasta la próxima vez que el chip es seleccionado y se le envía una nueva información. Este proceso recibe el nombre de "toggling".

La mayoría de los dispositivos externos con los que se comunica el computador son bastantes más complicados que un "led". La impresora es un periférico típico y cada vez que el ordenador se comunica con ella los datos transmitidos representan el código para que se imprima un caracter. Normalmente, cuando han de transferirse grandes cantidades de información, como en el caso de una impresora, se utiliza un chip interface E/S especial, que simplifica la labor del ingeniero en computadores, porque el circuito interface esta diseñado para incorporar en un solo chip, casi todo el sistema de circuitos requerido. Uno de los más populares es el PPI8255 (programable peripheral interface o interface periférica programable). Este chip de 40 patas contiene 3 puertos E/S de ocho bits o sea, que en el chip hay 24 patas E/S de los puertos A, B y C. Cada una de estas puertas puede enviar ocho bits de datos a la vez a un dispositivo periférico, como una impresora, o recibir ocho bits de datos a la vez desde un dispositivo de entrada, como un teclado.

Para enviar ocho bits de datos a una impresora, la CPU se dirige - primeramente al PPI y luego le envía ocho bits de información en el bus de datos. Esta información se almacena provisionalmente en la celda de memoria de un byte situada en el chip, que se conoce como registro. El PPI, hará que ésta información quede disponible en el juego apropiado de patas E/S.

Un principio similar pero que funciona a la inversa permite almacenar los datos provenientes de dispositivos de entrada externos en un registro del chip, y luego colocarlos en el canal de datos cuando la CPU le envía la señal adecuada. Como hemos mencionado previamente, no se puede permitir que los dispositivos externos coloquen su información continuamente en el bus de datos del computador; se necesita transmitir información desde y hacia la memoria y por otros dispositivos de E/S. El chip de E/S almacena temporalmente la información y sólo la coloca en el bus de datos, cuando la CPU - le indica que lo haga.

Esto nos lleva a una pregunta muy interesante: ¿Cómo sabe o se da cuenta la CPU que un dispositivo externo está intentando enviarle información al computador? Para esto existen dos métodos principales que se denominan genéricamente, Métodos de servicio a dispositivos de E/S en microcomputadores, y éstos son:

- Método de rastreo
- Método de interrupciones

-Método de rastreo: Este método también se denomina "polling" y es uno de los más ordinariamente utilizados en sistemas de microcomputadores.

Este método trabaja de la siguiente forma: la CPU pregunta a cada dispositivo de E/S si tiene información lista para procesarse o bien si el dispositivo se encuentra listo para transmitir la información ya procesada hacia el exterior. En éste método la CPU se encuentra en un loop continuo o ciclo continuo, preguntando a cada dispositivo si necesita ser atendido o no, lo cual provoca que pierda demasiado tiempo y se limiten las tareas que tenga que realizar la CPU. Cuando la CPU detecta que hay información que está esperando entrada instruye al puerto en el sentido de que coloque la información en el bus de datos.

- Método de interrupciones: Como su nombre lo dice, éste método se basa en la interrupción de las tareas de la CPU esta realizando por los dispositivos de E/S. La CPU no pregunta a cada dispositivo si solicita servicio, sino que realiza las tareas que se le han asignado y cada vez que un dispositivo de E/S solicita ser atendido provoca una interrupción a la CPU, para que ésta pueda brindarle servicio. Una vez atendido tal dispositivo, la CPU regresa a -- continuar con las tareas que estaba realizando antes de que fuera interrumpida.

Para éste método de servicio a dispositivos de E/S por interrupción existen tres variaciones: Interrupción de una sola línea o de rastro, Interrupciones de múltiples niveles e Interrupción vectorial.

La E/S descrita hasta el momento se denomina E/S en paralelo, porque la información sale o entra a razón de un byte a la vez utilizando ocho cables o líneas de E/S. Existe otra técnica que recibe el nombre de E/S en serie. En éste caso la información de cada byte se alimenta a razón de un bit a la vez, uno detrás de otro. Algunas impresoras emplean interfaces en serie, y la salida de los modems también se realiza en serie. La principal ventaja radica en que únicamente, la transmisión de datos en serie permite usar un solo par de cables en lugar de ocho o más.

Todo lo visto anteriormente constituye lo que dentro del campo de la computación se denomina "Hardware" o como lo que podríamos entender la parte pesada de la computadora, o sea equipo como terminales, chips, teclados, monitores, lectora de tarjetas, discos flexibles, etc. Ahora nos encaminaremos para finalizar éste capítulo a otra parte importante del microcomputador y de la informática en general, al "Software", que en términos muy generales trataremos de definir sin terminología sofisticada para facilitar su comprensión.

"Software" es una palabra de origen Inglés, que no tiene un significado específico en castellano, pero que podría entenderse como la parte blanda de un sistema de cómputo. Una definición un poco más clara de "software" es la siguiente: .."conjunto de programas, métodos, procedimientos, reglas y documentación anexa relacionados con la explotación, funcionamiento y manejo de un sistema de proceso de datos". Con el fin de entender un poco más ésta definición tendremos que tomar en cuenta que para que un computador realice --

sus funciones necesita datos, los cuales se convierten después de un cierto proceso de información. La manera en que los computadores procesan los datos se logra mediante la utilización del software, o sea mediante la utilización de diferentes tipos de programas. Ahora nos preguntaremos ¿qué es un programa?. Un programa es una secuencia lógica de instrucciones que le indican al computador cómo realizar una determinada función. Supongamos por ejemplo un informe que muestre los empleados de una compañía con su sueldo diario, mensual y total por compañía. Este programa tendrá una serie de instrucciones en una cierta secuencia lógica que sería más o menos la siguiente, suponiendo que el computador entendiera nuestra forma de hablar: 1º Abre el archivo de empleados 2º lee un empleado, 3º calcula el sueldo mensual multiplicando el sueldo diario por treinta, 4º Suma el sueldo mensual al total por compañía, 5º imprime al empleado y sus datos, 6º ve a leer otro empleado, 7º al final imprime al total por compañía.

El cambio de la secuencia de las instrucciones afectaría considerablemente el informe. Es por eso que la secuencia lógica es tan importante al elaborar un programa. Entre los conjuntos de programas se pueden hacer diferentes clasificaciones según el tipo de programas de que se trate:

Programas de aplicaciones: Son programas generalmente elaborados por el área encargada del sistema de cómputo, enfocados a funciones como nóminas, facturación, cuentas por cobrar, cuentas por pagar entre otras. Este tipo de programas los elabora el área -

de informática de acuerdo con las características y necesidades de la empresa, y son los que manipulan directamente los datos.

Programas del sistema: Son programas elaborados por el fabricante, y sus funciones son las de administrar los recursos con que cuenta el sistema de cómputo, y asignar prioridades en cuanto a los trabajos que se tengan que desarrollar. Este tipo de programas ha venido evolucionando bastante desde que fueron creados los primeros computadores, ya que, conforme fueron creciendo las funciones, surgió la necesidad de programas que liberaran a las personas de actividades como las de asignación de prioridades, control de videos, ejecución de varios programas al mismo tiempo (multiprogramación), etc.

Programas de utilería: Son programas también elaborados por el fabricante, que auxilian en funciones como las de copiar archivos - de discos a cintas, o viceversa, imprimir archivos, etc. Para la elaboración de los programas se utilizan lenguajes comprensibles por los computadores, de cuyos lenguajes hay distintas clasificaciones según el tipo de función que se pretenda ejecutar y las facilidades de un lenguaje específico. A continuación se muestra el desarrollo de los lenguajes de programación a través del tiempo:

Lenguaje-máquina: Los computadores trabajan a través del lenguaje-máquina, el cual utiliza el sistema binario por razones de simplificación y rapidez. Este sistema funciona básicamente a través de dos condiciones de cierto o falso. Este tipo de len-

guaje resultaría sumamente difícil de manipular para una persona - que quisiera desarrollar alguna aplicación en lenguaje-máquina, ya que tendría que llevar un muy buen control sobre localidades de los datos de memoria, operaciones lógicas y aritméticas, entre otras. Un programa desarrollado así sería demasiado extenso y difícil de - modificar.

Lenguaje ensamblador: Este tipo de lenguaje es más flexible - que el lenguaje-máquina, ya que palabras simbólicas más fáciles de recordar y manipular, que al ser introducidas al computador son ensambladas de forma tal que puedan convertirse en lenguaje-máquina - entendible para el computador. Aún éste tipo de lenguaje presenta dificultad para su desarrollo, ya que puede resultar muy extenso. Es por eso que sólo normalmente lo utilizan los fabricantes de computadores, por la flexibilidad que presenta para manejos internos del computador, aunque puede haber instalaciones de cómputo donde - se utilice para el desarrollo de aplicaciones normales de la empre-
sa.

Lenguajes de alto nivel: Los lenguajes de alto nivel representan una forma bastante más simple de codificar las instrucciones -- que se le dan al computador, ya que muchas veces se expresa casi literalmente la instrucción deseada. Entre los lenguajes de alto nivel existen diferentes clasificaciones según el tipo de aplica-
ción que se pretenda desarrollar:

a. Lenguajes científicos: Los lenguajes científicos están enfo

cados directamente a aplicaciones científicas, por la flexibilidad que presentan para trabajar notaciones matemáticas, como ejemplos tenemos el fortran, el Pascal, algol, basic y otros.

b. Lenguajes comerciales o de gestión: Los lenguajes de tipo - comercial están enfocados directamente a las aplicaciones de tipo - empresarial, y son bastante simples de entender, ya que se utilizan palabras que forman parte del lenguaje común. Como ejemplos están los siguientes: RPG, COBOL, por mencionar algunos.

Para que el computador entienda éste tipo de lenguaje se utilizan compiladores e intérpretes cuya función principal consiste en traducir las instrucciones de un lenguaje de alto nivel en instrucciones de lenguaje-máquina. La diferencia principal entre un compilador y un intérprete estriba, en el que el compilador, al momento de ir traduciendo, va guardando las instrucciones para su posterior ejecución; mientras que el intérprete traduce y ejecuta inmediatamente.

Como otro tipo de "software", se podrían considerar los paquetes -- que son conjuntos de programas desarrollados para el control de una actividad en particular, éstos paquetes son hechos por los proveedores de sistemas de cómputo o empresas independientes, y facilitan - el control de ciertas actividades, además de que el usuario se evita el análisis y programación de éstos sistemas. Hay numerosas clases de paquetes, como son los que sirven para controlar actividades como las de cuentas por pagar, contabilidad, control de inventarios, facturación, financieras, etcétera.

Las ventajas de algunos de éstos paquetes estriban en que permiten que personas que no tienen experiencia en programación puedan utilizar la información residente en el sistema de cómputo. Como ejemplo se puede mencionar el producto llamado "Visicalc Multiplan", cuyo uso se está difundiendo cada vez más sobretodo en las áreas financieras, éste consiste en una hoja de trabajo de 225 renglones y 63 columnas, en la cual se puede introducir la información que se desee, así como interrelacionar dicha información mediante fórmulas aritméticas y/o lógicas, un ejemplo típico podrían ser los estados financieros, donde en un renglón X y columna Y podría quedar un rubro del activo y así con el total de conceptos de los estados financieros. Esto además brinda la facilidad de poder variar algún dato y automáticamente se refleja el efecto por dicho cambio, es decir, se tiene la facilidad de poder hacer simulaciones, lo cual viene a ser de gran utilidad para efectos de planeación, actividad indispensable en una época con situaciones tan cambiantes.

Hay diversas técnicas para facilitar la programación de computadores como:

- Diagramas de flujo
- Tablas de decisión
- Seudo códigos
- Otros

Todo esto es de gran ayuda para el desarrollo de un lenguaje o paquete específico. Como se puede apreciar el "software" es de vital importancia en los sistemas de cómputo, sin él, faltaría la parte lógica de los mismos y no se podría transformar los datos de información.

La elección del "software" adecuado varía de acuerdo con las necesidades de cada empresa y/o persona. Previamente se deberá hacer un análisis muy profundo sobre ¿Qué es lo que se desea obtener de un sistema de cómputo y cuál será la manera más eficiente de lograrlo?

CAPITULO V

ACOPLAMIENTO DE SEÑALES

C A P I T U L O \ V

ACOPLAMIENTO DE SERALES

INTERFACE.

El término interface se aplica con cierta ambigüedad para designar la puerta o conector en que se le conectan al procesador los dispositivos externos. En sentido estricto, sin embargo, el término se refiere al sistema de circuitos y al "software" que permiten efectuar la conexión entre dos dispositivos cualquiera relacionados con el procesador.

En su interior el procesador transfiere datos a través de los canales, grupos de conductores en paralelo, cada uno de los cuales conduce una única señal binaria. En la mayor parte de los microcomputadores existen tres canales internos: un canal de datos de 8 bits, un canal de direcciones de 16 bits y un canal de control, cuyas señales por lo común constan de entre 5 y 12 bits que indican el estado normal de la CPU. Algunas de las señales de control le avisan a la memoria y a los dispositivos periféricos si la CPU desea recibir datos (leer) o depositar datos (escribir). Otras transmiten información desde el exterior de la CPU, informándole por ejemplo de que un dispositivo periférico tiene que dar entrada a determinados datos y requiere atención.

Internamente el procesador por lo general manipula la información compuesta ya sea de 8 bits o de 16 bits a la vez. Por lo tanto, si la CPU desea recuperar los datos de la dirección de memoria 65535

(ó FFFF, expresada en hexagesimal), establecerá todos los 16 cables del canal de direcciones en "1" para identificar esa localización. Si el contenido de ésta dirección de memoria resultara ser 182 (B6 en hexagesimal), éste dato se colocaría en el canal de datos como - los ocho dígitos binarios 10110110.

Cuando se transfieren datos de ésta manera, de 8 ó 16 bits a la vez se dice que la transferencia es en paralelo. Muchos dispositivos periféricos también están diseñados para transmitir o recibir - datos en paralelo. Las interfaces que se facilitan para éste tipo de periféricos, se denominan interfaces en paralelo y la mayoría de los procesadores proporcionan al menos un conector específicamente para éstos dispositivos.

No todos los dispositivos pueden recibir o transmitir datos en paralelo. Algunos se valen de un solo cable para comunicarle al - procesador un bit a la vez. Internamente siguen utilizando los datos en forma de bytes de 8 palabras de 16 bits, pero los bits de cada byte se transmiten o se reciben de a uno cada vez, empezando - por el bit menos significativo del byte y terminando con el bit más significativo del byte. Cada byte se divide en un flujo de bits enviados uno después del otro, y vueltos a ensamblar en un byte al otro extremo, utilizando unos circuitos especiales convertidores de paralelo a serie y viceversa.

Se puede hacer que , tanto las interfaces en serie como las interfaces en paralelo transmitan información ya sea desde el procesador

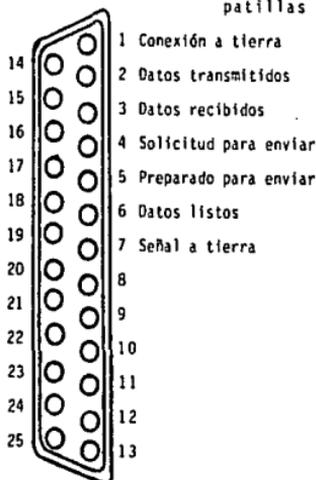
o hacia el mismo. Los procesadores suelen incluir otras interfaces, que sólo envían la información hacia afuera (por ejemplo, el circuito de salida del televisor) o sólo aceptan la información entrante (por ejemplo, las conexiones para las palancas de mando).

INTERFACES EN SERIE.

Existe una interface en serie estandarizada, la RS232, para la cual están definidos con todo detalle los niveles de señales y la asignación de patas. Hasta el tipo de conector esta especificado. Lamentablemente son pocos los fabricantes que se adhieren por completo a ésta norma y hacer funcionar las conexiones en serie puede resultar difícil. La RS232 es una interface en serie, con una pata terminal para transmitir datos desde el procesador y otra destinada a recibirlos.

Funciones estandarizadas para las patillas de la interface RS 232

TERMINAL DE DATOS
PREPARADA



Los datos se envían de a un bit cada vez por vía de la terminal de datos transmitidos y se reciben a través de la terminal de datos recibidos. El flujo de bits puede asumir diversos formatos estandarizados, pero no importa cual de ellos se utilice, siempre y cuando ambos dispositivos, el de transmisión y el de recepción, empleen el mismo.

Dado que cada byte de información se envía hacia afuera como un flujo de bits en serie, el "software" que controla a la interface ha de tener algún modo de indicar cuando comienza el primer bit del dato y cuando ha terminado el último bit. El procedimiento utilizado más comúnmente tiene un único bit de inicio (0 lógico), seguido de ocho bits de datos, seguidos de uno o dos bits de parada (1 lógico).

Es necesario especificar de antemano la velocidad a la cual se transmiten los datos, ya que de lo contrario, se podría malinterpretar el patrón de impulsos que representa en forma de ceros y unos a los ocho bits de datos. Esta velocidad de transmisión de datos se denomina velocidad en bits/seg. (baudio), en honor del Frances Baudot, que la inventara en el siglo XIX. Las velocidades baudiós oscilan entre 75 y 9600 baudiós. Estas cifras corresponden a los 75 y 9600 bits por segundo que se transmiten, y como normalmente hay 10 bits (incluyendo los bits de inicio y de parada) para cada carácter, la velocidad de transmisión de caracteres equivale a la décima parte de la velocidad baudio.

INTERFACES EN PARALELO.

La interface en paralelo transmite o recibe la información de a un byte cada vez, pero además de las ocho líneas de datos, necesita - también proporcionar otras señales para que el computador y el periférico sepan cuando es posible transmitir datos y cuando no.

El tipo más común de interface en paralelo es la "Centronics", llamada así en razón de la fabrica Norteamericana de impresoras Centronics Corporation); pero éste supuesto modelo estandar, no esta muy afianzado al tipo de conector que usa y la asignación de señales de las diversas patas o terminales que se usan, presentan muchas diferencias de un fabricante a otro. La mayoría de interfaces Centronics proporciona al menos las señales siguientes:

- De dato 0 a dato 7, ocho cables para transportar los ocho bits del byte que se esta transmitiendo.
- ADK. Una señal de entrada para el procesador que indica que el dispositivo receptor esta preparado para aceptar datos.
- GND. Un cable a tierra que proporciona una referencia común de cero voltios, tanto al procesador como al dispositivo periférico.
- BUSY. Una señal desde el dispositivo periférico hasta el procesador que indica que el periférico no puede aceptar información.
- STROBE. Una señal de salida desde el procesador que le indica al periférico que la información esta preparada y debe leerla.

Muchos otros dispositivos, aparte de las impresoras adoptan la interface en paralelo casi estandarizada de Centronics, y es probable que para conectarlas al computador solo haya que comprar un cable especial para conexión o acondicionar uno el mismo usuario.

A continuación se describen algunos otros tipos de interface utilizados comúnmente por muchos procesadores y dispositivos periféricos en el mercado actual.

a. Interface para cassette: La conexión para cassette o interface de que disponen la mayoría de los computadores personales es en realidad un tipo de interface en serie. Debido a que los datos se han de grabar en cintas de cassettes normales, utilizando - frecuencias de audio, no se pueden conseguir altas velocidades de transferencia de datos. El sistema de circuitos de interface -- toma los bytes de datos para grabar de la memoria y convierte cada uno de ellos en un flujo de bits. Al cargar las cintas en la memoría, el sistema de circuitos de la interface decodifica los tonos y los unos y ceros resultantes se ensamblan en bytes de ocho bits para su almacenamiento en la memoria. Las interfaces para cassette de la memoria de los micros personales son universales, en el - sentido de que se puede utilizar cualquier grabadora de cinta normal obteniendo los mejores resultados. El conector empleado no esta estandarizado, pero los de uso más común son los conectores DIN o - minenchufes.

b. Entrada analógica: Existen por lo general en los procesadores más caros, diseñados con fines educativos, una entrada analógica es útil para conectar el computador con dispositivos de laboratorio como sensores de luz o indicadores eléctricos de temperatura. La interface constará solo de una o más líneas capaces de aceptar y leer un voltaje dentro de una escala determinada. El usuario debe asegurarse de que el procesador no se conecta a un voltaje que supere dicha escala, lo cual entrañaría peligro.

c. Conexión para ampliación de memoria: Por lo general sustenta la mayor parte de las líneas, sino todas, que vienen directamente desde el microprocesador, es decir, los canales de direcciones, de datos y de control. Es aquí donde se debe conectar la memoria adicional y, en algunos procesadores, también los periféricos del fabricante. Puede acoplarse mediante un conector terminal PCB, aunque en algunos casos puede tratarse de un enchufe capaz de escoger un conector terminal, como el de un cartucho para juegos (que es en realidad una forma de aplicación de la ROM).

d. Conexiones para palanca de mando: No hay ninguna interface estandar para las palancas de mando, aunque muchos fabricantes han adoptado el modelo de Atari. La mayoría de dichas interfaces poseen simplemente cinco líneas activas (una desde cada interruptor de las cuatro modalidades del movimiento de la palanca de mando, y la quinta para el botón de disparo). Sin embargo las palancas - analógicas requieren una interface diferente, capaz de aceptar una amplia escala de voltajes para indicar la posición exacta de la

palanca. La mayoría de los computadores disponen de más de una conexión para palanca de mando, si bien en ocasiones varios dispositivos comparten el mismo conector.

e. Interface para impresora: Las interfaces para impresora están relativamente estandarizadas según un sistema desarrollado por la Centronics Corp., de modo que no es difícil conseguir una impresora con interface Centronics que funcione con la interface para impresora de la mayoría de los computadores. Los niveles de señales, así como las funciones de señales, están asimismo estandarizados en 0 y 5 volts, para el cero y el uno binarios respectivamente. Los conectores utilizados y la asignación de las señales a las diversas patas no están estandarizados; por éste motivo el usuario --talvez precise de un conector especial para conectarle una impresora al procesador.

f. Interface para unidad de disco: Normalmente las unidades de disco se conectan a los computadores utilizando una interface en paralelo. No existe una estandarización y, por regla general, sólo se pueden conectar las unidades de disco fabricadas especialmente para determinado modelo de computador.

g. Interface para video (RF): Todos los computadores personales están contruidos para ser conectados a una unidad de visualización en video, que en la mayoría de los casos es un televisor común y corriente, en color o en blanco y negro. Si se ha de utilizar el conector normal del televisor para la entrada de antena, la se-

ñal de video primero ha de ser modulada en RF (radio frecuencia) para que se asemeje a la señal de transmisión de televisión. Luego es demodulada por el sintonizador del televisor.

h. Interface RGB: Se pueden obtener aún mejores resultados si se mantienen separados los elementos que requiere el monitor de video. La interface RGB, proporciona señales de video rojas, - verdes y azules separadas, más una señal de sincronización horizontal y otra de sincronización vertical.

i. Interface para video (Composite): Algunos televisores y muchos monitores de video incorporan una entrada de video compuesta, que evita la etapa de demodulación de RF, con lo cual se consigue producir imagenes de mayor calidad. En la salida del computador estan presentes todos los elementos de una señal de video estandar (señales de crominancia, luminancia, sincronización, etc.), pero ésta señal compuesta no requiere una posterior modulación o procesa-
miento por parte del sintonizador del televisor.

j. Interface IEEE: Se trata de una interface en paralelo uni-
versal, basada en el canal de interface Hewlett Packard y adoptada
ahora como estandar. La normativa esta muy bien definida, tanto
ffsica como electrónicamente. A diferencia de otras interfaces
para datos (como por ejemplo; el centronics en paralelo y el RS232
en serie), que sólo se puede conectar a un dispositivo a la vez, el
canal IEEE se puede acoplar simultaneamente con hasta 15 aparatos
(incluyendo el propio computador). Los dispositivos que incorpo

ran interfaces IEEE incluyen impresoras, unidades de disco flexible plotters, generadores de señales, voltímetros y otros equipos de prueba. Como se presta muy bien para emplearlos con equipos de medición y pruebas, el canal IEEE se utiliza mucho en los laboratorios y establecimientos industriales. En la actualidad son muy pocos los computadores personales que ofrecen interfaces IEEE y algunos de ellos utilizan una conexión en el tablero de circuito impreso en lugar del conector IEEE estandar.

TRANSMISION DE DATOS.

Otra parte muy importante dentro de un sistema de comunicación de datos, es la forma en que éstos serán transmitidos, y de acuerdo al manejo de información requerido por el sistema, se podrá definir el tipo de transmisión que se ajuste más a sus necesidades.

Es por esto que en las próximas páginas se explica en forma breve y clara, los diversos modos y tipos de transmisión de datos que existen.

1. Modos de transmisión.

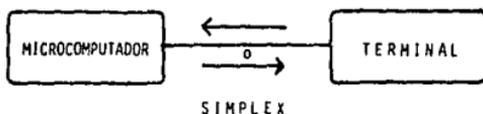
La dirección del flujo de datos es un factor importantísimo a considerar, para una determinación correcta del modo de transmisión a utilizar. Para eso es importante tomar en cuenta si los datos -- circularán en una sola dirección, o en ambas, pero no simultaneamen

te, o si se transmitirán en ambas direcciones al mismo tiempo.

Para ésto existen tres modos principales de transmisión de datos, a saber:

- a. Simplex
- b. Half Duplex
- c. Full Duplex

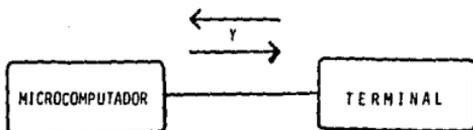
1.a. Simplex. En éste modo de transmisión, el flujo de datos es a través de una línea de comunicación y siempre en una sola dirección.



Como se ve en el diagrama correspondiente, la terminal puede solo transmitir sin recibir o, recibir información sin poder transmitir.

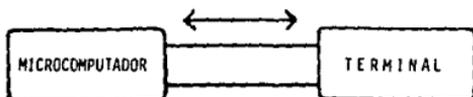
1.b. Half Duplex. En éste modo de transmisión la terminal transmite a lo largo de una sola línea, pero mientras lo hace no puede recibir ningún mensaje, sino hasta que haya terminado de transmitir y de la misma forma no podrá transmitir hasta finalizar la recepción de datos. El tiempo para invertir la dirección del flujo de información se denomina "Turnaround time".

HALF DUPLEX



1.c. Full Duplex. En la transmisión de datos en éste modo, la información fluye a lo largo de la línea de comunicación, en los dos sentidos simultáneamente.

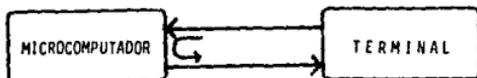
FULL DUPLEX



En éste modo no se requiere de ningún tiempo para invertir el flujo de información, puesto que ésta circula por canales independientes para transmisión y recepción de datos.

Otro modo de transmisión además de los tres anteriores, es aquel conocido con el nombre de "Echo-Plex", cuyo principio de operación es el modo full duplex, pero con la particularidad de que es posible asegurarse de que la información fue recibida correctamente.

ECHO-PLEX



Esta operación se realiza de la siguiente forma: Una vez que la información transmitida ha sido recibida por la unidad receptora, re-

gresa a la unidad transmisora, confirmandose así que la información ha sido recibida correctamente.

Habiendo definido los diversos modos de la dirección del flujo de datos a transmitir, pasaremos a continuación a analizar como va a ser manejada dicha información o sea que tipo de transmisión vamos a utilizar.

2. Tipos de transmisión.

Básicamente dentro de la transferencia de información contamos con dos tipos de transmisión, de los cuales se realiza el intercambio de datos entre la unidad transmisora y la unidad receptora.

Estos dos tipos son los siguientes:

- a. Transmisión en serie
- b. Transmisión en paralelo

Generalmente el flujo de datos se encuentra dividido en caracteres y éstos a su vez en bits, de modo que cuando la transmisión se hace en serie por caracteres y en serie por bits, se dice que la transmisión se hace en serie, y cuando los datos se envían en serie por carácter, pero en paralelo por bits, la transmisión se denomina en paralelo.

2.a. Transmisión en serie. La transmisión en serie se realiza de la siguiente manera: Los bits que forman a cada palabra dato o carácter, son transmitidos de uno en uno según cómo estén ordenados en el carácter, así el bit cero, será transmitido primero, luego el 1,

2, 3 hasta que los ocho bits que conforman la palabra dato hayan sido transmitidos, y una vez hecho ésto se podrán enviar otros ocho bits. La recepción del caracter se realiza igual, cada bit es recibido de uno en uno según como fueron transmitidos.

Este tipo de transmisión se utiliza frecuentemente porque sólo utiliza un par de cables para la recepción y transmisión de los bits, cosa contraria a la transmisión en paralelo que requiere de un alambre por cada bit del caracter a transmitir, o sea ocho alambres

La transmisión de datos en serie se puede llevar a cabo de dos formas:

1. Asíncrona
2. Síncrona

2.a.1. Transmisión en serie asíncrona. En ésta forma de transmisión los caracteres son enviados de una manera no continua. Es utilizado en mecanismos de teclado que no cuentan con un espacio para almacenar datos (buffer), y por lo tanto cada caracter es transmitido en el instante mismo en que se oprime la tecla, o sea que la continuidad de transmisión depende de si se oprime o no la tecla. Este tipo de transmisión en serie asíncrona es de las más económicas por el número de alambres que utiliza y porque no tiene un buffer de datos, que aumentaría el costo, sin embargo en largas distancias no es muy recomendable debido a que la existencia de ruido puede provocar malentendidos o falsas interpretaciones de los caracteres transmitidos.

2.a.2. Transmisión en serie síncrona. En contraste con la transmisión asíncrona, en la forma síncrona de transmisión de datos, éstos son enviados en forma de caracteres también, pero en un flujo continuo acomodados dentro de un bloque.

Cada bloque es formado por un número indefinido de caracteres, que se acomodan uno tras otro, a modo de que la transmisión de cada bit contenido en el bloque, es realizada a intervalos iguales de tiempo. Para poder efectuar éste almacenamiento de caracteres es necesario que la unidad transmisora cuente con un "buffer" de datos, y que - cuando este formado un bloque completo, éste se pueda enviar.

Esta forma de transmisión es más costosa que la transmisión asíncrona, debido a la necesidad de añadir un "buffer" de datos en los dispositivos de transmisión y recepción, pero tiene como ventaja que - éste tipo de transmisión puede ser utilizado en largas distancias, con una baja probabilidad de errores de sincronización, porque la - sincronización entre dispositivos puede efectuarse con varios caracteres de sincronía.

2.b. Transmisión en paralelo. Este tipo de transmisión se caracteriza porque el manejo de información se realiza transmitiendo los - caracteres en serie, pero los bits que constituyen a cada carácter son transmitidos en paralelo, o sea que cada bit fluye por una línea independiente al mismo tiempo, es por esto que si el carácter - se forma de ocho bits, se utilizarán ocho canales diferentes para - la transmisión.

La transmisión en paralelo se efectúa depositando el dato temporalmente en un lugar de almacenamiento conocido con el nombre de "latch", antes de su transmisión, y hasta que el receptor está listo para la transferencia de información, ésta se envía y se almacena en el "latch" de la unidad receptora.

La transferencia de datos se efectúa por medio de señales de control, que rigen la dirección del flujo de datos y también controlan los errores. En este tipo de transmisión a veces son utilizadas líneas especiales de comunicación entre los dispositivos receptor y transmisor, denominadas líneas de "Handshaking", las cuales sirven para asegurarse de que la transferencia de información se realizó correctamente.

Estos dispositivos que trabajan la transmisión de información en paralelo son de muy alto costo, pero tienen una gran velocidad de transmisión y trabajan bien a cinco metros aproximadamente, puesto que la información transferida se verifica inmediatamente por medio del uso de las líneas "handshaking".

Una vez que se ha repasado todo lo referente al acoplamiento de señales, desde los diferentes tipos de interface hasta los modos y tipos de transmisión de datos, podremos comenzar el desarrollo del último capítulo, profundizando ya sobre el tema principal de esta tesis, el sistema de autodiagnóstico por microcomputador en el motor turbocargado.

CAPITULO VI

EL AUTODIAGNOSTICO POR COMPUTADOR EN EL MOTOR TURBOCARGADO

CAPITULO VI

EL AUTODIAGNOSTICO POR MICROCOMPUTADOR EN EL MOTOR TURBOCARGADO.

Durante éste capítulo final se describirá el sistema de diagnóstico al cual hemos hecho alusión en capítulos anteriores, comenzando por el microprocesador que utiliza hasta llegar a los diferentes subsistemas que constituyen a toda la unidad en si. Así también se hará mención de los códigos y descripción de la falla correspondiente a cada código que ayuda al técnico a diagnosticar cualquier problema en el motor turbocargado.

El microcomputador MOTOROLA 6801U4.

El MC6801U4 es una unidad microcomputadora (UMC) en un sólo chip de 8 bits el cual realiza las capacidades del MC6801. El MC6801U4 incluye un microprocesador MC6801 compatible con los códigos del MC6800. Los tiempos de ejecución han sido mejorados sobre el MC6800 y las nuevas instrucciones del MC6801 son incluidas también. La UMC puede funcionar como un microcomputador monolítico o puede ser expandido a 64 Kbyte de dirección. Es compatible con la familia TTL y requiere un suministro de +5 volts.

Algunos recursos del chip incluyen una ROM de 4096 bytes, 192 bytes de RAM, una interface en serie para comunicaciones (SCI), 29 puertos de entrada y salida en paralelo, un sincronizador programable

El MC6801U4 puede ser configurado para funcionar en una gran variedad de aplicaciones. La facilidad que provee esta flexibilidad es la habilidad para ser programado dentro de 8 diferentes modos de operación. El modo de operación controla la configuración de 18 de las cuarenta patas del chip y la configuración de las 22 patas restantes no depende del modo de operación.

29 patas son organizadas como tres puertos de 8 bits y un puerto de 5 bits. Cada puerto consiste de por lo menos un registro de datos y un registro de sólo escritura de datos de dirección. El registro de datos de dirección es usado para definir si bits correspondientes en el registro de datos son configurados como entrada (clear) o salida (set).

El termino puerto por si mismo se refiere a todo el "hardware" asociado con el puerto. Cuando el puerto es usado como puerto de datos o puerto de entrada y salida, este es controlado por el puerto del registro de datos de dirección y el programador tiene acceso directo a la pata del puerto usando el puerto del registro de datos. Las patas de los puertos son etiquetadas como Pij donde "i" identifica uno de los cuatro puertos y "j" indica el bit particular.

Modos de operación

El MC6801U4 ofrece 7 diferentes modos de operación (modos 0 a 3 y 5 a 7). Los modos de operación son seleccionables por medio de

Hardware y determinan el dispositivo para el mapeo de la memoria, la configuración del puerto 3, puerto 4, SC1, SC2 y la localización física de los vectores de interrupción.

Modos fundamentales

Los 7 modos de operación pueden ser agrupados dentro de 3 modos fundamentales los cuales se refieren a el tipo de canal que soportan, los 3 tipos son: chip sencillo, modo expandido no-multiplexado y modo expandido y multiplexado.

El chip sencillo es el modo 7, el expandido no-multiplexado es el modo 5 y los modos restantes son expandidos y multiplexados. Para nuestro caso, en el sistema de autodiagnóstico se usará la configuración en el modo 7, o modo de chip sencillo. La tabla correspondiente resume las características principales de los modos de operación.

Modo de chip sencillo (modo 7)

En el modo sencillo, los cuatro puertos de la unidad microcomputadora son configurados como puertos de entrada y salida de datos en paralelo como se muestra en la figura 6.3. La unidad microcomputadora funciona en este modo como un microcomputador monolítico, sin buses externos de dirección o datos. Un máximo de 29 líneas de entrada y salida y 2 puertos con 3 líneas de control son suministradas. Dispositivos periféricos u otra unidad microcom

Fig. 6.2 MODOS FUNDAMENTALES DE OPERACION

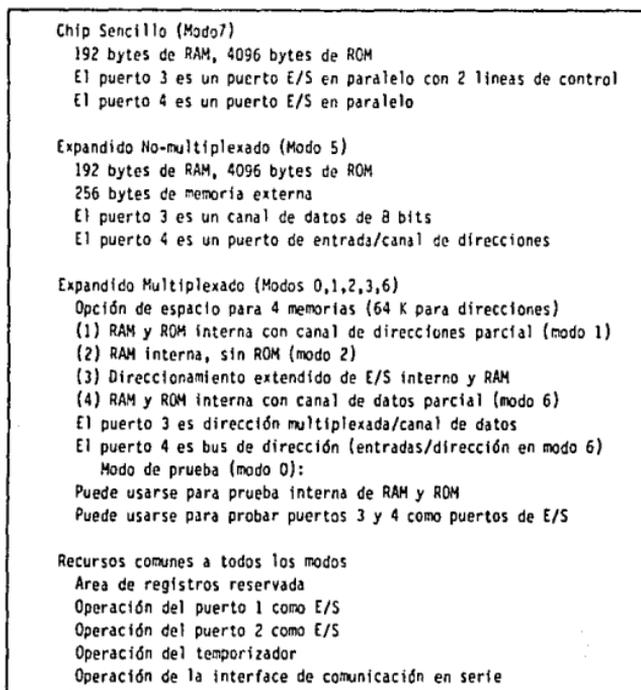
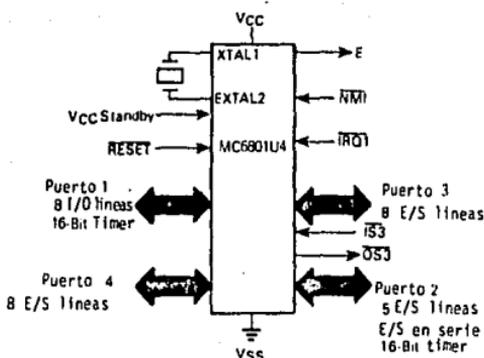


Fig. 6.3 Modo de Chip sencillo.



putadora pueden ser interfaceadas al puerto 3 en una configuración pareada de dos microprocesadores que se muestra en la figura 6.4 . El mapeo de la memoria del modo 7 o sencillo es mostrado en la figura 6.5.

Fig. 6.4. Configuración pareada de dos microprocesadores.

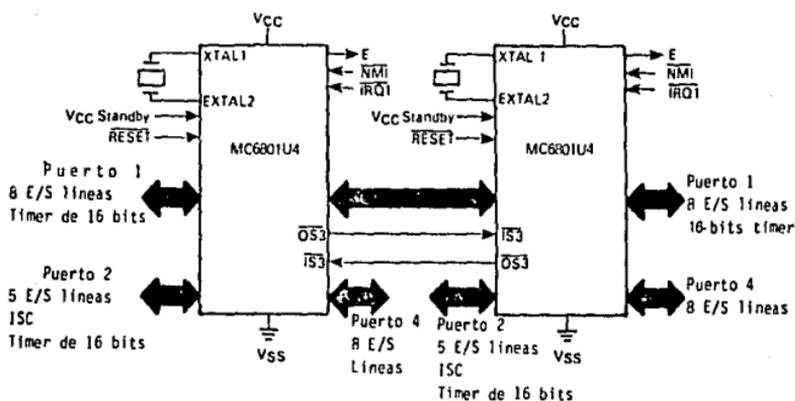
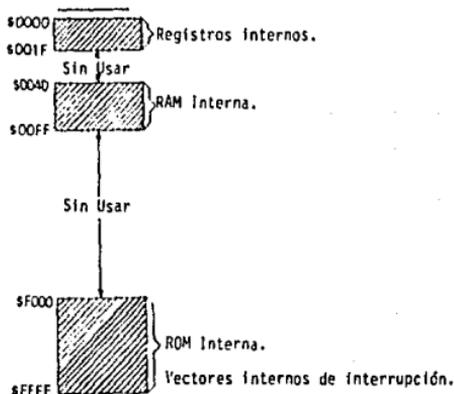


Fig. 6.5 Mapeo de memoria del modo de configuración sencillo.



Interface en serie para comunicaciones.

La comunicación se hace a través de una interface en serie con un tipo de transmisión full-duplex y asincrónica, que cuenta con dos formatos de datos y una variedad de velocidades de transmisión.

El transmisor y el receptor del ISC son funcionalmente independientes pero usan el mismo formato de datos y la misma velocidad de transmisión. Los formatos en serie, de datos, incluyen un "mark /space" estándar y biface, y ambos suministran un bit de inicio, ocho bits de datos y un bit de paro o "bit de stop".

Característica de inicialización

En una configuración típica de un multiprocesador en un loop en serie, el protocolo de software usualmente identificará las direcciones en el comienzo del mensaje. A fin de permitir un microproceso desinteresado para ignorar el resto del mensaje, una característica de inicialización es incluida con lo cual todo el proceso adicional de la bandera del receptor ISC y las interrupciones pueden ser inhabilitadas hasta que su línea de datos vaya vacía.

Un receptor ISC es rehabilitado por una sucesión en vacío de diez "1" unos consecutivos o durante el "reset". Un software específico debe ser suministrado, para la cadena de unos requerida entre los mensajes consecutivos y evitarlo dentro de los mensajes.

Sistema de autodiagnóstico

El sistema de diagnóstico de fallas que está programado en la computadora que controla el funcionamiento del motor, se complementa con el uso de la herramienta de diagnóstico miller No C4805. Como se vera en el transcurso del capítulo, a través del interruptor de accionamiento de la caja de lectura de códigos, se podrá verificar la mayoría de los componentes y funciones relativas al sistema.

Generalidades.

El control central del sistema es el módulo lógico, su función principal es la de calcular en todo momento las condiciones de operación del motor, el avance de chispa y la inyección de combustible, para su óptimo funcionamiento.

Como función adicional está la de verificar a todos y cada uno de los sensores y sus circuitos, de manera tal que con toda la información de las condiciones de operación del motor, pueda efectuar los cálculos correctos. Cuando no sucede lo que espera, de acuerdo con el programa almacenado en la computadora, genera código que asocia a problemas específicos y que redundan en una operación limitada del sistema y por ende del motor. Ningún código es presentado por el módulo lógico, luz "power loss", a menos de que exista una amplia evidencia de la falla.

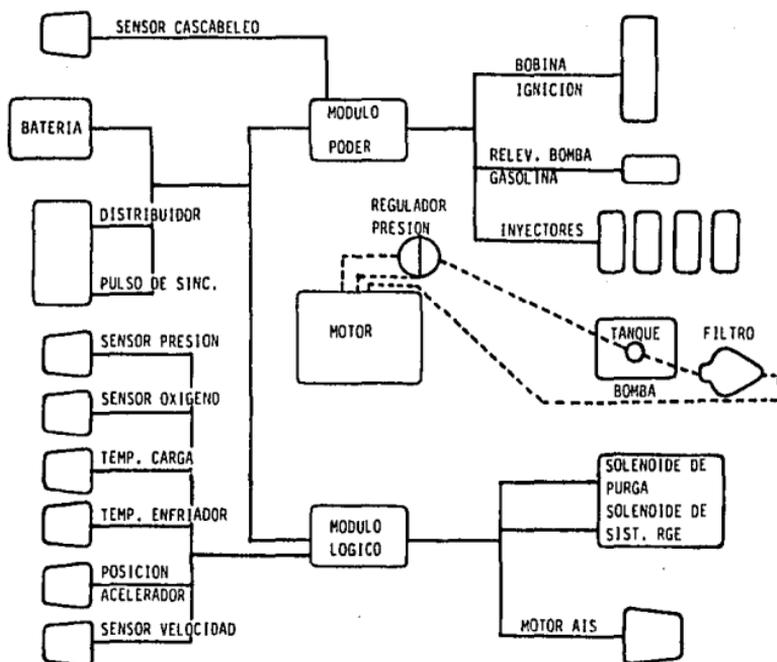
Descripción

Como se mencionó en el capítulo primero el sistema de diagnóstico esta separado en dos partes principales que son:

- a) el módulo lógico
- b) el módulo de poder

Y está complementado con una serie de sensores y actuadores que vimos en su oportunidad dentro del capítulo segundo.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL SISTEMA AUTODIAGNOSTICO



Pruebas con el interruptor de accionamiento.

La caja de lecturas de códigos (Miller No C4805) presenta un interruptor de accionamiento por medio del cual es posible verificar circuitos o componentes del sistema, que el módulo lógico no puede hacer. Es a través de estas pruebas que el técnico de servicio puede observar la operación de ciertos componentes, funciones y sus conexiones asociadas.

En 1984 por medio de esta facilidad de la caja, se podía verificar el funcionamiento eléctrico de la bomba de gasolina, bobina de ignición y motor de control automático de RPM de ralentí (marcha mínima).

Para el año de 1985 se pueden verificar, además, las siguientes funciones:

- Operación eléctrica de inyectores
- Operación del relevador del motor ventilador
- Operación del relevador de corte automático
- Operación del relevador de corte del compresor de A/C, con acelerador abierto
- Operación del solenoide para el control de válvula de alivio del turbo.
- Operación del solenoide para lecturas de presión barométricas y MAP.

Interruptor de modo de prueba de accionamiento (ATM)

Para iniciar las pruebas con este interruptor, ponga el sistema en el modo de diagnóstico, por medio del interruptor de ignición (ON-OFF-ON-OFF-ON en un tiempo máximo de 5 segundos), y espere hasta que el código 55 aparezca en la pantalla; oprima el botón de accionamiento (actuador test mode) hasta que el número 01 aparezca en la pantalla. Deje de oprimirlo y automáticamente se efectuará la primera prueba que consiste en generar un disparo en el secundario de la bobina de ignición (se escucha claramente un "clic"), a intervalos regulares de tiempo hasta que sea seleccionada otra prueba o transcurran 5 minutos.

Para proseguir con la siguiente prueba o cualquiera de ellas, oprima el botón hasta que en la pantalla aparezca el número deseado. Si mantiene el botón oprimido aún después de que la última prueba se haya efectuado, el sistema automáticamente iniciará la secuencia.

Prueba de interruptores

Existen varios interruptores en el vehículo de los que el módulo lógico también toma información, para darse idea de las condiciones en que opera. Estas señales son únicamente de encendido y apagado, como puede ser el interruptor que acciona las luces de frenaje. La operación de algunos de ellos (los que interesan como información al módulo lógico), se pueden verificar con la caja de diagnóstico de fallas, siguiendo las instrucciones que a continuación se -

detallan:

- Poner el sistema en el modo de diagnóstico, por medio del interruptor de ignición (ON-OFF-ON-OFF-ON), esperar a que aparezca el código 55 en la pantalla (fin de mensaje) y accionar cualquiera de los interruptores de los que se puede verificar la actividad.

Esto provocará un cambio en la pantalla, primero de 55 a 88 y posteriormente, cada vez que el interruptor a probar sea accionado, de 00 a 88.

- La misma operación se puede efectuar por medio del letrero de "power loss" si se pone el sistema en el modo de diagnóstico y después de haber pasado todos los códigos almacenados en la memoria, el letrero se apaga y queda listo para registrar la actividad de los interruptores en cuestión, prendiendo cada vez que se acciona y apagándose cuando se deja de accionar.

Resumen del sistema de diagnóstico

<u>CODIGO</u>	<u>DESCRIPCION DE LA FALLA</u>	<u>POWER LOSS</u>	<u>REQUIERE BORRADO</u>
11	No se ha dado marcha al motor desde que la batería se desconectó.		
12	Alimentación a la memoria de datos se perdió recientemente.		
13	Circuito del sensor de presiones (MAP) -neumático-	ON	SI

<u>CODIGO</u>	<u>DESCRIPCION DE LA FALLA</u>	<u>POWER LOSS</u>	<u>REQUIERE BORRADO</u>
14	Circuito del sensor de presiones (MAP) -eléctrico-	ON	NO
15	Circuito del sensor de velocidad	ON	NO
16	Circuito del sensor de voltaje de baterfa.		
17	Circuito del sensor de detonación	ON	NO
21	Circuito del potenciómetro de calibración del % de CO.	ON	NO
22	Circuito del sensor de temperatura del refrigerante del motor.	ON	NO
23	Circuito del sensor de temperatura de aire de carga.	ON	NO
24	Circuito del sensor de posición del acelerador.	ON	NO
25	Circuito de control del motor AIS (control automático RPM)		
26	Circuito de control de inyectores 1 y 2.		SI
27	Circuito de control de inyectores 3 y 4.		SI
31	No usado		
32	Circuito de control de las lámparas del letrero "power loss"		
34	No usado.		
35	Circuito de control del relevador para el motor ventilador.		

<u>CODIGO</u>	<u>DESCRIPCION DE LA FALLA</u>	<u>POWER LOSS</u>	<u>REQUIERE BORRADO</u>
36	Circuito de control del solenoide de la válvula de alivio.	ON	NO
37	Circuito de control del solenoide de lecturas de presión barométrica.	ON	NO
41	No usado.		
42	Circuito de control del relevador de corte automático.		
43	Intercomunicación de la señal de chispa (del módulo lógico al de poder).		
44	Circuito del sensor de temperatura de aire ambiente.	ON	NO
45	Corte de combustible por exeso de sobrealimentación (requiere borrado) si sucede más de tres veces.	ON	SI
46	No usado.		
47	No usado.		
51	Lectura de presión barométrica fuera de rango.	ON	NO
52	No usado.		
53	Suma de los valores de la memoria no corresponde a lo programado. (memoria incorrecta).		
54	Circuito de la unidad captadora de la señal de sincronía (distribuidor).	ON	NO
55	Fin del mensaje.		

Resumen de pruebas de accionamiento

<u>CODIGO</u>	<u>DESCRIPCION DE LA PRUEBA DE ACCIONAMIENTO</u>
01	Chispa en el secundario de la bobina - una cada dos seg.
02	Accionamiento de inyectores - los cuatro cada 2 segundos.
03	Motor AIS (control automático RPM) - 1 pulso para abrirlo y 1 para cerrarlo, cada 4 segundos.
04	Relevador del motor ventilador - 1 pulso cada 2 segundos.
05	Relevador de corte del A/C con pedal a fondo - 1 oscilación cada dos segundos.
06	Relevador de corte automático - 1 oscilación cada 2 seg.
07	Solenoides válvula de alivio - 1 oscilación cada 2 seg.
08	Solenoides de lecturas de presión barométrica - 1 oscilación cada 2 segundos.

Para iniciar la prueba de accionamiento haga lo siguiente:

- Ponga el sistema en el modo de autodiagnóstico y espere hasta que el código 55 aparezca en la pantalla.
- Oprima el botón de prueba de accionamiento.
- El primer código será mostrado en la pantalla.
- Oprima el botón para pasar a la siguiente prueba.

Resumen de pruebas de interruptores

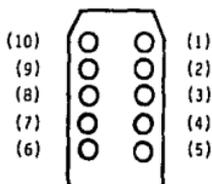
Las siguientes señales son analizadas por el módulo lógico y provocan un cambio en la pantalla de la herramienta, siempre que son creadas y recibidas. Para esta prueba el sistema deberá estar

en el modo de autodiagnóstico y el código 55 haber sido mostrado en la pantalla.

- Interruptor del pedal de freno.
- Interruptor de P/N en transmisiones automáticas.
- Embrague del compresor de A/C.
- Sensor de velocidad.
- Señal generada por la unidad captadora del distribuidor (sincronfa).

Descripción de terminales del módulo de poder.

CONECTOR DE 10 VIAS (PM10)
(Vista desde el final del
arnés)



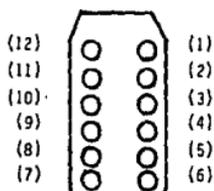
NOTA: Los dos conectores del módulo de poder se identificarán como de 10 caminos y - 12 caminos: PM10 y PM12, para el módulo lógico LM1 (rojo) y LM2 (azul).

(quitado el módulo de poder)

<u>CONECTOR TERMINAL</u>	<u>CIRCUITO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
10-1	J5	Terminal (-) bobina de ignición.
10-2	J2	12 volts por medio de SW ignición.
10-3	K14	J2 a través de protección de fusible.
10-4	J1	Voltaje de batería a través de eslabón fusible.
10-5	Y11	Inyectores 1 y 2.
10-6	Z1	Voltaje controlado por relevador paro automatico.
10-7	Y12	Inyectores 3 y 4.
10-8		No usado.
10-9	J9	Tierra.
10-10	J9	Tierra.

Descripción de terminales del módulo de poder.
(continuación)

CONECTOR DE 12 VIAS (PM12)
(vista desde el final del
arnés)

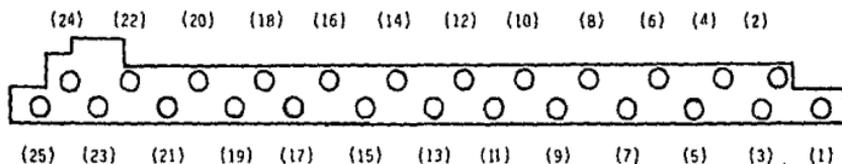


(quitado el módulo de poder)

<u>CONECTOR TERMINAL</u>	<u>CIRCUITO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
12-1	K16	Señal control inyectores.1 y 2 (LM 1-2).
12-2	Y5	Señal de tierra.
12-3	K22	Señal del sensor temperatura ambiente (LM2-20).
12-4		No usado
12-5	K19	Control relevador paro automático (LM1-17).
12-6	J11	Voltaje de batería (monitoreo).
12-7		No usado.
12-8	Y1	Señal control inyectores 3 y 4 (LM 1-3).
12-9		No usado.
12-10	K15	Señal del ángulo de contacto (LM1-6).
12-11	K23	Señal al módulo lógico del pot. ajuste % CO (LM2-18).
12-12	N6	Salida de voltaje de 8 volts (LM1-23).

Descripción de terminales del módulo lógico.

Conector rojo de 25 vías del módulo lógico (LM1)
(vista desde el final del arnés)



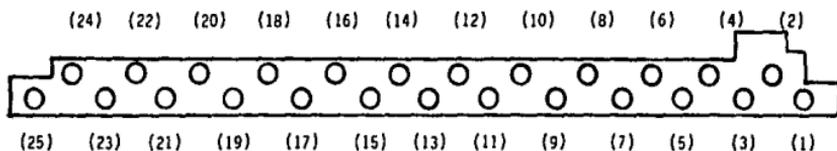
(quitado el módulo lógico)

<u>CONECTOR TERMINAL</u>	<u>CIRCUITO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
1-1		No usado
1-2	K16	Señal de control iny. 1 y 2 (PM12-1).
1-3	Y1	Señal de control iny. 3 y 4 (PM12-8).
1-4		No usado.
1-5		No usado.
1-6	K15	Señal del ángulo de contacto (PM12-10).
1-7	K14	J2 a través de protección de fusible (PM10-3).
1-8	K14	J2 a través de protección de fusible (PM10-3).
1-9		No usado
1-10	N7	Señal de la unidad captadora para referencia (chispa).
1-11	DK21	Señal de transmisión a la herramienta de prueba.
1-12		No usado.

Descripción de terminales del módulo lógico.
(continuación).

<u>CONECTOR TERMINAL</u>	<u>CIRCUITO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
1-13	DK20	Señal de recepción de la herramienta de prueba.
1-14		No usado.
1-15	Y4	Solenoides de lectura de presiones.
1-16		No usado.
1-17	K19	Control de relevador paro automático (PM12-5).
1-18	N1	Señal de control del motor AIS. (abrir).
1-19	Y6	Solenoides válvula de alivio.
1-20		No usado.
1-21	C27	Relevador del motor ventilador.
1-22	N2	Señal de control del motor AIS. (cerrar).
1-23	N6	Llegada de voltaje de 8 volts (PM12-12).
1-24	K5	Señal de tierra.
1-25	N5	Tierra de los sensores.

Conector azul de 25 vías del módulo lógico (LM2)
(vista desde el final del arnés)



(quitado del módulo lógico)

Descripción de terminales del módulo lógico.
(continuación)

<u>CONECTOR TERMINAL</u>	<u>CIRCUITO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
2-1	K6	Señal de 5 volts al sensor posición acelerador.
2-2	J11	Voltaje de batería (PM12-6).
2-3	N13	Relevador de corte A/C con acelerador a fondo.
2-4	K3	Letrero "Power loss".
2-5		No usado.
2-6		No usado.
2-7	K9	Tierra.
2-8	K9	Tierra.
2-9		No usado.
2-10		No usado.
2-11	C28	Señal de que el compresor de A/C se acopló.
2-12	S4	Interruptor de "park/neutral". Transmisión automática.
2-13	D4	Interruptor luces de frenaje.
2-14	G7	Sensor de velocidad del vehículo.
2-15		No usado.
2-16		No usado.
2-17	Y7	Señal del distribuidor. Sincronía (inyección).
2-18	K23	Llegada de la señal de pot. de ajuste de % CO (PM12-11).

Descripción de terminales del módulo lógico.
(continuación).

<u>CONECTOR TERMINAL</u>	<u>CIRCUITO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
2-19		No usado
2-20	K22	Sensor de temperatura ambiente. (PM12-3).
2-21	K7	Sensor de posición acelerador.
2-22	J11	Monitoreo de voltaje de baterfa. (PM12-6).
2-23	K10	Sensor temperatura refrigerante motor.
2-24	N12	Sensor de detonación.
2-25	K13	Sensor de temperatura aire de carga.

Subsistemas.

Para propósitos de análisis, el sistema en general se ha dividido en los principales subsistemas, que controlan toda la operación del vehículo. Esto, junto con el sistema de autodiagnóstico, nos permitirá puntualizar y resolver problemas específicos en sus áreas involucradas.

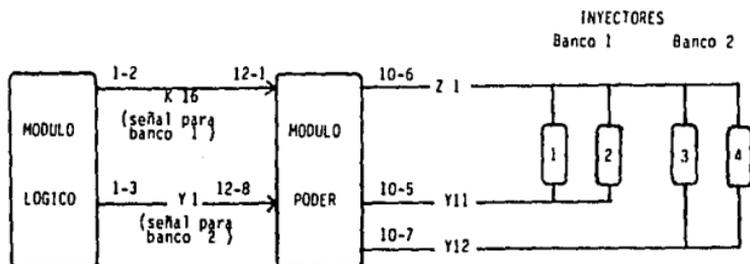
En cada sección se hará una descripción de la operación individual del subsistema, poniendo particular atención en el diagnóstico y arreglo de fallas. Se muestran primero las interconexiones eléctricas, por medio de diagrama a bloques y posteriormente el código asociado.

En resumen, el sistema de autodiagnóstico, de control de inyección y de sobrealimentación del motor se ha dividido en 21 subsistemas, cada uno identificado por una letra, los cuales se analizan en las páginas siguientes.

A. Control de inyectores.

El sistema de control de los inyectores lo forman un preamplificador, que se encuentra en el módulo lógico; un amplificador de potencia, que se localiza en el módulo de poder, y los inyectores mismos. El módulo lógico calcula el tiempo en que deben estar activados, de

acuerdo con la información que recibe de los diferentes sensores, comandando la operación del banco correspondiente (1 y 2 ó bien 3 y 4), cada vez que recibe un pulso generado en las unidades captadoras del distribuidor, tanto para referencia (chispa), como para sin cronfa (inyección).



Codigos 26 y 27.

Siempre que la señal de intercomunicación entre el módulo lógico y el de poder no esté presente, se generarán los codigos 26 y 27, dependiendo de si la señal que falló era la del control del banco de inyectores 1 ó 2, provocando la desactivación del relevador de paro automático. Este problema puede ser causado por el preamplificador en el módulo lógico, la conexión eléctrica en corto o abierta entre éste y el módulo de poder, un defecto en el amplificador en el módulo de poder, un defecto en el arnés de los inyectores (en -- corto o abierto), la bobina de un inyector en corto, un banco de inyectores desconectado(uno o dos) o bien la falta de voltaje a los - inyectores (circuito Z1). Si el voltaje del circuito Z1 es el problema, se generará el cod. 26 ó 27, pero no ambos; ésto depende de cuál banco le tocaba disparar.

Por último, si por medio de la prueba de accionamiento (02) se encuentra que los inyectores disparan correctamente, pero los códigos 26 y 27 se han generado, es probable que exista una falla intermitente en los componentes listados anteriormente.

B. Control de la bobina de ignición.

El circuito de la bobina de ignición lo constituyen un preamplificador en el módulo de poder y la bobina de ignición. El módulo lógico calcula el tiempo en que debe disparar la bobina de acuerdo con las condiciones de operación del motor, basado en la información que recibe de los diferentes sensores, justo después de que se genera un pulso en la unidad captadora del distribuidor (señal de referencia).



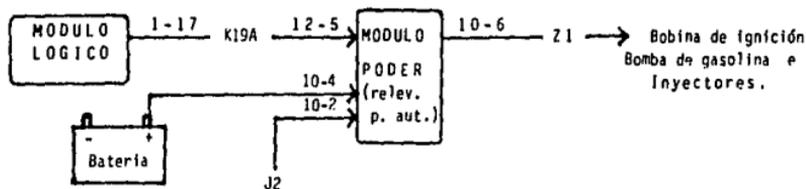
Código 43

Siempre que la señal de intercomunicación lógica (K15) falle, el código 43 será puesto en la memoria del módulo lógico. Este problema lo puede provocar un defecto en el preamplificador del módulo lógico, un cable abierto o en corto (circuito K15), o un defecto en el módulo de poder. Si la prueba con el interruptor de accionamiento (código 01), indica que la bobina dispara correctamente, pe-

ro el código 43 se ha generado, existe probablemente una condición inestable en el circuito lógico, de poder o el circuito K15.

C. Relevador de paro automático.

El módulo lógico calcula las RPM de operación del motor a través de la unidad captadora del distribuidor, y determina si el relevador de paro automático (ASD) debe estar energizado o no. También, si se encuentra una falla con cualquiera de los bancos inyectores, el relevador es desenergizado (códigos 26 y 27). Si el relevador es desenergizado por cualquier razón, la bomba de gasolina, inyectores y bobina de ignición no reciben alimentación de voltaje y el motor no funcionará hasta que el relevador sea energizado nuevamente.



Código 42.

Si el relevador no puede ser energizado o bien se desenergiza por causa del módulo lógico, se generará el código 42. La falla puede ser provocada por un defecto en el preamplificador en el módulo lógico, cable del circuito K19A o bien un defecto del relevador mis

mo (recuerde que se encuentra dentro del módulo de poder).

NOTA: Si el relevador tiene un defecto en sus contactos o -- bien el voltaje proveniente de la batería no está presente, no se generará el código 42. Sin embargo existen códigos, como son: 26 ó 27; o bien condiciones tales como: falta de chispa y presión de gasolina.

Descripción del sistema de paro automático.

En el sistema '85 el tiempo que se activa el relevador de paro automático, después de que se lleva el interruptor de ignición a la primera posición, se ha hecho variable con el propósito de facilitar los arranques en frío y prevenir el "dieseling" (motor caminando -- después de que se abre el interruptor de ignición).

TEMPERATURA DEL MOTOR

Menos de 15° C
Más de 15° C

TIEMPO DE ACTIVADO

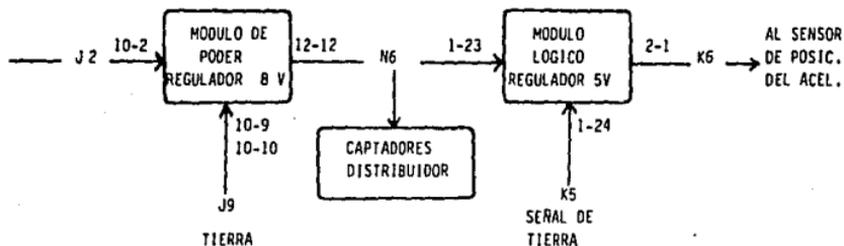
1 segundo
1/2 segundo

Cuando la llave se gira sin dar marcha, el relevador se activa brevemente y no se energiza, a menos que el módulo lógico reciba pulsos de la unidad captadora del distribuidor (señal de referencia). Una vez que se ha dado marcha al motor, o arranca, el relevador permanece energizado tanto tiempo como el motor se mantenga girando a ciertas revoluciones de operación.

D. Fuente de alimentación de voltaje.

Algunos componentes del sistema requieren de voltaje regulado para operarla adecuadamente. Como sabemos, el voltaje de batería y - debido al sistema de carga, puede mostrar fluctuaciones muy altas, por lo que el módulo de poder contiene un regulador de voltaje, que proporciona una salida estable a 8 volts, no importa las fluctuaciones de entrada (4-20 volts). Este regulador de voltaje alimenta a las unidades captadoras y a un regulador de 5 volts en el módulo lógico del distribuidor.

Es con el voltaje regulado de 5 volts con que opera el microprocesador, las memorias y todos los demás componentes asociados, así como el sensor de MAP y posición de acelerador.



Si los reguladores no funcionan, el módulo lógico no opera y el vehículo no arranca y lo que es más, no puede haber lectura de código. Si se pone el sistema en el modo de autodiagnóstico, se verá en la herramienta de prueba que la pantalla cambia sin sentido las lecturas.

El regulador de 8 volts en el módulo de poder requiere de alimentación de voltaje de batería (J2), y tierra (conector 10 vfas).

La salida puede medirse quitando el de 12 vfas y midiendo en la terminal 12-12 el módulo de poder, con el interruptor de ignición en ON. El regulador del módulo lógico (5volts) requiere de 8 volts y señal de tierra y puede ser checado midiendo en la terminal C1-1, con la llave puesta y el sensor de MAP desconectado.

E. Circuito sensor del voltaje de batería.

A través del módulo de poder, el módulo lógico recibe voltaje de batería. Existe una resistencia de 8 ohms en serie (dentro del módulo de poder), con la batería, para proteger al circuito sensor de voltaje de un posible corto.



Código 16.

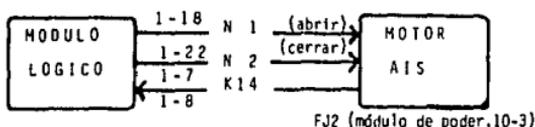
Este código se generará si la función de sensado de voltaje se pierde. Sin embargo, el módulo lógico no iniciará la evaluación de la función de sensado de voltaje inmediatamente, sino que transcurrirán aproximadamente 60 segundos después de que se dió marcha al motor.

NOTA: Si la línea entre el módulo lógico y de poder se abre

(J11), no hay alimentación al módulo para efectuar la verificación del circuito sensor de voltaje, o puede ser también que el módulo lógico mismo no lo reconozca, en ambos casos se genera el código 16.

F. Sistema de control automático de RPM de marcha mínima.

El motor AIS (automatic idle speed), esta directamente comandado por el módulo lógico, a través de un circuito de control. Si el vehículo no esta en movimiento, el módulo lógico calcula las RPM de ralentí del motor, tomando como base la señal de la unidad captadora del distribuidor (referencia), y la compara con las RPM programadas para la operación suave del vehículo (950 ± 50 RPM con motor caliente). El control de las RPM está basado en la temperatura del motor básicamente. En el caso de automóviles equipados con transmisión automática, además de la temperatura, también se toma en cuenta la posición de la palanca selectora. El motor se cierra (decremento en las RPM de ralentí), o se abre (incremento de las RPM), dependiendo de si el módulo lógico calcula que las RPM se están saliendo o no de la banda de tolerancia (950 ± 50). En vehículos con A/C también la operación de éste modifica los cálculos del módulo lógico.



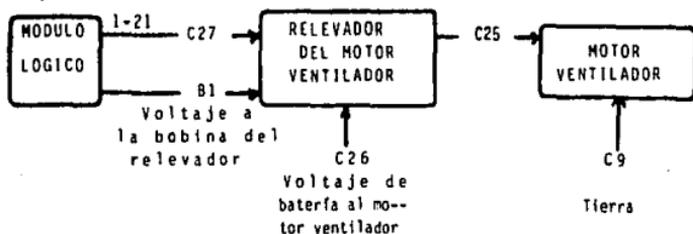
Código 25.

Este código se generará si están en corto uno o ambos de los controles, para el comando del motor. Si están abiertos no se generará ningún código. Un circuito de control defectuoso que provoca que la aparición del código 25, puede deberse a un corto circuito en los devanados del motor, un corto en los controles del módulo lógico o bien en los cables de control (N1, N2).

Para detectar un circuito abierto en este sistema, se deberá efectuar la prueba de accionamiento nº 03, de modo que objetivamente se verifique que el motor se abre y cierra adecuadamente.

G. Relevador de control del motor ventilador.

El motor ventilador se prende y se apaga a través de un relevador - que es comandado por el módulo lógico y el embrague del compresor de A/C. Si el compresor se acopla, el ventilador acciona. Por otra parte, existe una función para controlar al ventilador, dependiendo de la temperatura del motor y velocidad del vehículo.



Código 35.

Si el módulo lógico no puede activar a la bobina del relevador por cualquier causa, este código se generará. Esto puede ser resultado de un circuito de control defectuoso en el módulo lógico, bobina del relevador abierta, falta de voltaje (B1) a la bobina del relevador, o bien cable de control (C27) abierto o en corto.

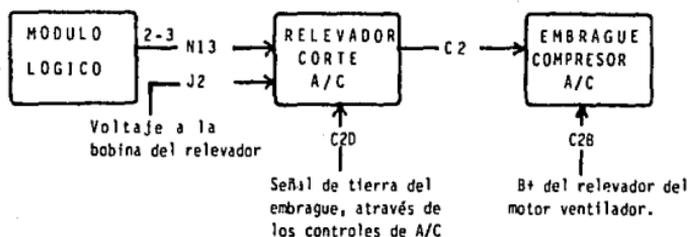
NOTA: 1. El módulo lógico no "ve" electricamente al relevador en sus platinos, ni tampoco al motor ventilador, por lo que si algo sucede en este aspecto, no dará códigos. La prueba de accionamiento 04 es útil para determinar si los platinos del relevador operan correctamente.

2. El embrague del compresor de A/C es operado por otro juego de contactos del mismo relevador, por lo que una falla en él o la falla de voltaje de la batería conducirá a que no se acople el embrague del compresor.

H. Relevador de corte del aire acondicionado (A/C) con acelerador a fondo.

Bajo ciertas condiciones de operación del vehículo, el módulo lógico puede elegir desacoplar el embrague del compresor del A/C, para reducir la carga al motor. Una de estas ocasiones es cuando se da marcha al motor, se impide la operación del compresor hasta algunos segundos después de que arrancó el motor; asimismo, si la posición del acelerador es de abierto o la velocidad de ralentí (RPM de marcha mínima), del motor cae por debajo de lo programado, el embrague se desacopla.

que se desacopla.



Código 33.

Si el módulo lógico no "ve" eléctricamente la bobina del relevador, genera el código 33. Esto puede ser el resultado de un defecto en el relevador mismo, en el circuito de control del módulo lógico, falta de alimentación (J2) a la bobina del relevador o bien el circuito N13 en corto o abierto.

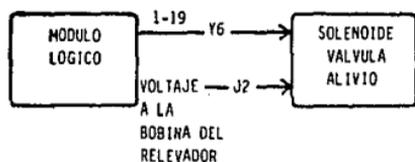
NOTA: 1. El código 33 no se debe considerar en vehículos sin A/C.

2. Recuerde que el módulo lógico sólo evalúa la bobina del relevador, si los platinos están flameados y no hacen buen contacto, no es posible que sea detectado el problema; asimismo, si hay un problema con la bobina del embrague del compresor o los interruptores de baja presión y baja temperatura, no será reconocido por el módulo lógico. Para evaluar todo el circuito de operación del compresor, efectúe la prueba de accionamiento 05.

1. Solenoides.

Solenoides válvula de alivio.

La sobrealimentación que genera el turbocargador es controlada a través de un solenoide que varía la presión aplicada al actuador de la válvula de alivio del turbo. A su vez, el solenoide es comandado por el módulo lógico, preendiéndolo y apagándolo siempre que el motor se encuentra con asistencia del turbo (sobrealimentación), o bien se presenta detonación en el motor.

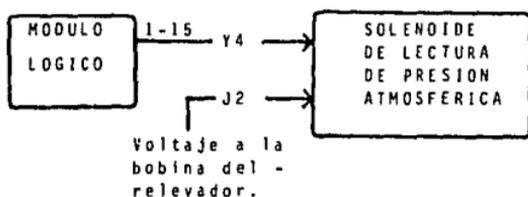


Código 36.

Si el solenoide no es "visto" eléctricamente por el módulo lógico, de manera que no lo pueda controlar, generará el código 36, y el letrero de "power loss" encenderá. Cuando el solenoide de control de la válvula de alivio pueda ser controlado por el módulo lógico, el letrero se apagará automáticamente. Resumiendo, la falta de control del solenoide provoca problemas de sobrealimentación, por lo que si sucede esto, el módulo lógico hará que la máxima presión desarrollada por el turbocargador sea de 7 psi por arriba de la presión barométrica.

Solenoides de lectura de presiones.

La presión barométrica es continuamente monitoreada por el módulo lógico, abriendo momentaneamente la línea del sensor MAP a la atmósfera. Esto se hace por medio del solenoide, el cual es controlado eléctricamente por el módulo lógico.



Código 37.

Si el solenoide no es "visto" eléctricamente por el módulo lógico, no lo puede controlar, lo que implica que genere el código 37 y --prenda el letrero de "power loss". Cuando el módulo lógico pueda controlarlo de nueva cuenta, el letrero se apagará.

Código 51.

Cuando el módulo lógico lee el valor de presión atmosférica y encuentra que está fuera de rango (menos de 7.7 psi o más de 15.7 psi) genera el código 51, prende el letrero de "power loss" y utiliza un valor fijo de 11.6 psi para trabajar en el modo de operación deficiente. Cuando las lecturas estén de nuevo en rango, el letrero se apagará y se tomarán las lecturas válidas para operar correctamente.

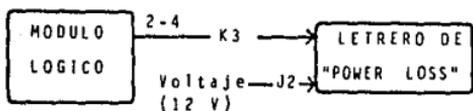
Codigos de falla de solenoides.

Los códigos de falla asociados a los solenoides (36, 37), son el resultado de un problema en el circuito de control para los mismos, - dentro del módulo lógico, bobinas abiertas o en corto, falta de voltaje de alimentación (J2) a las bobinas o bien el cable con la se--ñal de control abierto o en corto. Asimismo, un ensamble de so--lenuoides que no correspondan a lo especificado o su mala colocación en el vehículo, pueden provocar problemas.

J. Letrero de "Power loss".

El módulo lógico prende un letrero en el tablero de instrumentos (power loss), cuando detecta un problema con algún sensor, solenoí--de de lecturas de presión barométrica, solenoide de control de la - válvula de alivio o bien un exceso de alimentación por parte del --turbo. En estos casos, la luz se apaga tan pronto como el pro--blema desaparece, excepto para un problema neumático (de manguue--ras), en la línea del sensor de presiones.

NOTA: El letrero de "power loss" se enciende durante algunos segundos después de que se cerró el interruptor de ignición. Esto es unicamente para verificar el foco y no se debe de interpre--tar como un problema en el sistema. El letrero sólo indica un - problema si el motor se encuentra en marcha.

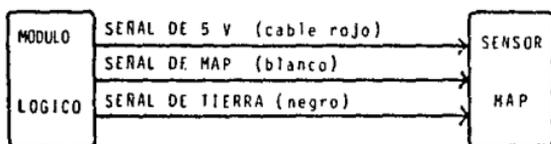


Código 32.

Si la lámpara del letrero no puede prenderse o apagarse por el módulo lógico, genera el código 32. Este código es resultado de un defecto en el circuito de control en el módulo lógico, un foco o socket defectuosos, falta de alimentación de voltaje (J2), o bien voltaje incorrecto a la lámpara y, por último, un corto o circuito abierto en el cable de control K3.

K. Circuito del sensor de presiones (MAP).

El sensor más importante del sistema es el sensor de presiones absolutas MAP (manifold absolute pressure). Este indica la presión (positiva o negativa) en el múltiple al módulo lógico y éste la emplea para calcular el avance de chispa y la cantidad de combustible en todo momento; al mismo tiempo, estos cálculos son modificados -- por la información de los diferentes sensores.



Código 13.

Cuando se le da marcha al motor y éste pasa de las RPM de marcha a arranque, existe una variación amplia del vacfo en el múltiple.

Esta situación es analizada por el módulo lógico, para determinar - que existe conexión tanto eléctrica como neumática del sensor MAP.

Si no sucede así, el sistema entra en el modo de operación deficiente, enciende el letrero "power loss" y genera el código 13.

Permanecerá en esta condición hasta que el motor se apague, no importando la señal del sensor MAP.

NOTA: Los problemas neumáticos (mangueras), no son evaluados por el módulo lógico, a menos que se arranque el motor oprimiendo ligeramente el pedal del acelerador. Esto ayuda a que el sistema capture la falla.

Código 14.

La función del sensor MAP es la de transformar una señal de presión (positiva o negativa), en una correspondiente señal de voltaje.

A este respecto el módulo lógico continuamente verifica este voltaje, para determinar si esta dentro del rango aceptable de operación

(0.02 a 4.9 V). Si no es así el sistema se va a operar en el modo de operación deficiente y prende el letrero "power loss".

Esto puede ser causado por un defecto en el sensor, en el circuito de control, en el módulo lógico, o bien si uno de los tres cables - en el sensor y el módulo lógico presenta problemas. De ser así, generará el código 14. Si el cable de la señal de tierra (blanco), se aterriza, generará el código 14; pero si el cable con la señal de 5V es el que se pone a tierra, el vehículo no arrancará porque el módulo lógico no trabajará.

Modo de operación deficiente. Sensor MAP.

Si el módulo lógico decide que la operación del sensor MAP no es -- confiable, la ignora tomando en su lugar la del sensor de posición del acelerador y velocidad del vehículo. Bajo estas condiciones el vehículo puede tener problemas al arrancar, tanto en frío como - en caliente (sin asistencia con el pedal del acelerador), y bajas - RPM de marcha mínima, ya que el motor AIS se lleva a la posición de cerrado. Asimismo, como no existe un cálculo confiable de la -- cantidad de combustible proporcionada por el módulo lógico, no permite que el turbo sobrealimente de aire al motor, cortando el combustible si este excede de 2,000 RPM, o bien, si se oprime el acelerador más de 1/4 de su carrera total.

Calibración del sensor MAP.

Es posible tener un sensor MAP con problemas y no presentar el sistema códigos de falla asociados. En estos casos el voltaje de MAP será muy alto o bajo, para una condición de operación específica, provocando riqueza o pobreza en el motor. Es posible verificar el sensor usando una fuente de presión negativa (vacío) y un voltmetro, como se indica a continuación: Aplicando vacío de 0 a 15 pulgadas, deberá haber una variación en el voltaje de salida en el sensor de $1.26 \text{ V} \pm 0.13 \text{ volts}$.

L. Circuito del sensor de temperatura refrigerante del motor.

Siempre que el motor presenta una temperatura inferior a la normal de operación, el ancho del pulso de inyección se modifica por un factor que depende de la misma. A través de este sensor se genera un voltaje que es inversamente proporcional a la temperatura y por medio del cual el módulo lógico determina la cantidad de enriquecimiento en frío, así como otras funciones tales como: avance de chispa, RPM de ralentí, sobrealimentación del turbo y control del motor ventilador.

Código 22.

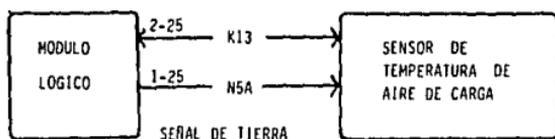
El módulo lógico verifica constantemente el voltaje del sensor de temperatura, para asegurarse que este se encuentre dentro de especificaciones. En caso contrario se generará el código 22 y prenderá el letrero de "power loss".

Bajo esta condición el módulo lógico ignora a este sensor y toma como señal substituta la del sensor de temperatura de carga. El motor ventilador se accionará continuamente y el sistema permanecerá en esta condición, hasta que el módulo lógico vea una señal real y dentro de especificaciones, lo que provoca que se apague el letrero de power loss y el motor ventilador opere bajo condiciones normales. Este código es resultado de un sensor defectuoso, un problema con el correspondiente circuito sensor en el módulo lógico, falta de la señal de tierra (N5), o bien un corto o circuito abierto en el cable de señal (K-10). Para verificar el buen funcionamiento del sensor existen tablas para la calibración precisa de éste, ya sea para motor en frío o en caliente.

M. Circuito del sensor de temperatura del aire de carga.

El sensor de temperatura de aire de carga mide la temperatura del aire en el múltiple de admisión. Genera un voltaje inversamente proporcional a la lectura que sensa y, a diferencia del sensor de temperatura del refrigerante del motor, sólo tiene una curva de temperatura contra voltaje. Esta información la utiliza el módulo

lógico para modificar el ancho del pulso de inyección y permitir la correspondiente sobrealimentación de la turbina.



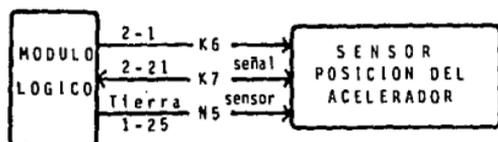
Código 23

El módulo lógico continuamente verifica el voltaje que genera el sensor de temperatura del aire de carga, para establecer si opera dentro de especificaciones. Si el voltaje varía de especificaciones, se generará el código 23 y se prende el letrero de "power loss". Bajo esta condición el módulo lógico ignora a este sensor y toma la señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor para substituirlo. Apagará el letrero si vuelve a reconocer señales dentro de especificaciones, del sensor.

El código 23 puede ser resultado de un sensor defectuoso, circuito de entrada en el módulo lógico dañado, pérdida de la señal de tierra (N-5), así como un corto circuito o circuito abierto en el cable de señal (K13).

N. Circuito del sensor de posición del acelerador.

El sensor de posición del acelerador, lo utiliza el módulo lógico - para determinar si el motor está con acelerador cerrado, parcial o abierto, con el propósito de modificar la cantidad de combustible, controlar las RPM de marcha mínima, modificar la sobrealimentación de la turbina y operar el relevador de corte del A/C. Esta información también es usada para enriquecer la mezcla durante aceleraciones y empobrecerla en desaceleraciones.



La condición de acelerador cerrado se determina por el mínimo voltaje observado por el módulo lógico. Siempre que se cumpla con este voltaje, el módulo asumirá una condición de RPM de marcha mínima y permitira la operación del motor AIS. Para reconocer condiciones de acelerador abierto, debe existir un voltaje superior en 2 V al mínimo voltaje generado por el potenciómetro del sensor.

Código 24.

Si el voltaje es menor a 0.16 V o mayor a 4.7 V, se generará el código 24 y se prenderá el letrero de "power loss". Bajo estas condiciones, el módulo ignora a este sensor y toma la señal del de velocidad.

El sistema opera en esta condición hasta que el módulo ve una señal válida del sensor y apaga el letrero de "power loss".

El código 24 puede ser el resultado de un sensor de posición del acelerador defectuoso, un problema en el circuito procesador de señal en el módulo lógico, el cable de tierra abierto (N5), un corto circuito o circuito abierto en la señal de 5V (K6), o por último un corto o circuito abierto en el cable de señal (K7).

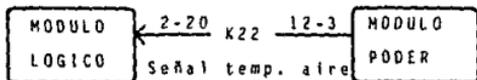
Es posible que el sensor genere un voltaje que se encuentre dentro del rango correcto especificado, pero que sea incorrecto respecto a la posición real del acelerador. Consecuentemente, el motor no desarrollará plenamente y el sistema de diagnóstico no reconocerá problema en este sensor. A este respecto existen curvas para la calibración del sensor de posición con respecto al voltaje y a la posición angular del potenciómetro del acelerador.

0. Sensor de temperatura de aire ambiente.

La temperatura del aire ambiente es monitoreada por medio de un sensor que se encuentra montado en el interior del módulo de poder.

Es aquí donde se refleja mejor la temperatura que entra al motor.

La información de este sensor la emplea el módulo lógico para modificar el avance de chispa y el nivel de sobrealimentación de la turbina.



Este sensor está diseñado para registrar temperaturas en un rango de -40°F y $+302^{\circ}\text{F}$, y aunque es muy difícil que se alcancen estos ex tremos, el módulo lógico acepta estas informaciones. El voltaje corresponden a los siguientes valores: 0.04 V y 4.96 V.

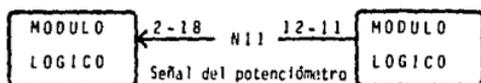
Código 44.

El módulo lógico continuamente verifica la señal generada por este sensor y, si el voltaje está por debajo de 0.04 ó por arriba de -- 4.96 V, genera el código 44 y prende el letrero de "power loss". Si el módulo lógico ve una señal correcta, la utiliza para apagar el letrero. Este código puede ser el resultado de un sensor de- fectuoso, un circuito abierto o corto circuito en el cable de la se ñal K-22, o bien un defecto en el módulo lógico. Es posible que el sensor genere un voltaje que, estando dentro de lo especificado, no indique la lectura correcta que corresponda a la temperatura -- real. Por lo tanto, existe una curva para la calibración de di- cho sensor; sin embargo no hay que olvidar que la temperatura del - aire ambiente puede variar ligeramente con respecto a la que el sen_ sor registra, por la posición que tiene físicamente el mismo.

P. Circuito del potenciómetro de calibración % CO.

Para efectuar el ajuste de porcentaje de CO, se cuenta con un potenciómetro de calibración, que forma parte del módulo de poder.

Con el potenciómetro en la posición de cerrado, el módulo lógico empobrece la mezcla combustible/aire, en un 5% con respecto al valor nominal. Con el control en la posición contraria, enriquece en un 5% también del valor nominal.



Código 21.

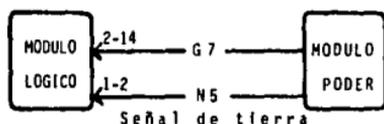
El módulo lógico verifica continuamente el voltaje que genera el potenciómetro. Si el valor es mayor a 3.1 V, prende el letrero de "power loss", almacena el código 21 en memoria y emplea la última información recibida como señal sustituta. Si se pone en marcha el motor con un problema en el circuito del potenciómetro de calibración, el módulo asume 0% de enriquecimiento, por lo que la mezcla no se considera ni rica ni pobre. Si el módulo "ve" lecturas correctas de nuevo, las emplea para apagar el letrero.

Este código puede ser el resultado de un potenciómetro defectuoso, el cable de la señal N11 abierto o en corto, o un defecto en el módulo lógico.

Q. Circuito del sensor de velocidad del vehículo.

El sensor de velocidad del vehículo se encuentra conectado a la línea del chicote de velocímetro, y se localiza en la carcasa de la transmisión. Está formado por un micro interruptor que genera señales pulsantes a un ritmo de ocho por cada revolución del chicote de velocímetro. A través de ellas el módulo lógico calcula la velocidad del vehículo.

Señal de velocidad del vehículo

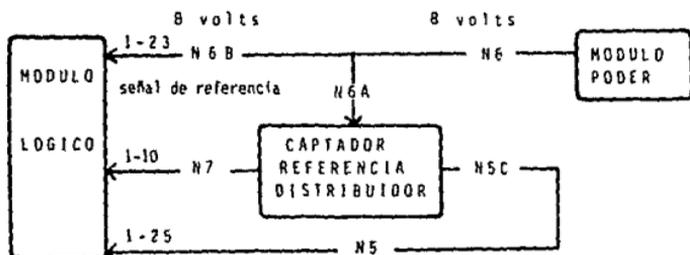


El módulo lógico analiza la información del sensor para determinar si está funcionando o no, si el acelerador está completamente cerrado y las RPM del motor son 1,150 por arriba de las de marcha mínima (2,100 aprox.). Si el módulo no "ve" ninguna actividad del sensor durante 7 segundos, bajo las condiciones propuestas anteriormente (esto sucede en una desaceleración), el código 15 será generado y se prenderá el letrero de "power loss". Si el módulo recibe señales del sensor, las utiliza para apagar el letrero.

Este código puede ser resultado de un sensor defectuoso, el cable con la señal de tierra N5 abierto, el cable con la señal de velocidad (G7) abierto o en corto, el cable de velocímetro roto, el piñón del chicote barrido, o bien el módulo lógico con algún defecto.

R. Circuito de la unidad captadora del distribuidor (Referencia).

Las unidades captadoras que se encuentran en el distribuidor, juegan un papel preponderante en el sistema en general. En particular, la señal de referencia (chispa) le sirve al módulo lógico para calcular las RPM de operación del motor y determinar la posición del cigüeñal. De esta información, el módulo deduce cuando disparar a la bobina de ignición y a cada banco de inyectores. La misma también es empleada para que el módulo lógico haga que opere el relevador de paro automático.

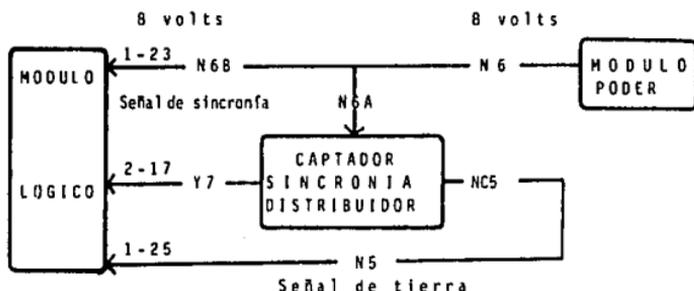


Código 11.

Si se desconecta la batería y no se la da marcha al motor se generará el código 11. Este desaparece una vez que se ha arrancado el motor y la señal de referencia está siendo producida en el distribuidor y recibida por el módulo lógico. De lo contrario el código 11 seguirá almacenado en la memoria y el motor no arrancará. Las causas que provocan que no se genere la señal de referencia, pueden ser las siguientes: Unidad captadora defectuosa, cable abierto de la señal de tierra N5, cable abierto o en corto de la señal de referencia N7, cable abierto del voltaje de 8V, mód. lóg. defectuoso.

S. Circuito de la unidad captadora del distribuidor (Sincronfa).

La señal de sincronfa le sirve al módulo lógico para determinar la posición del árbol de levas, con el propósito de sincronizar la inyección de combustible, por medio del banco correspondiente de inyectores, así como seguir la pista de cada cilindro cuando se requiera el retraso de chispa correspondiente. Recuerde que el retraso de chispa se hace individualmente por cilindro.



Código 54.

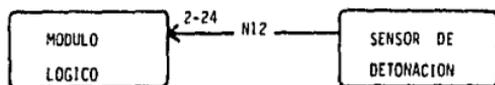
Si el módulo lógico recibe pulsos de referencia pero no de sincronfa, se genera el código 54, y prende el letrero de "power loss". Es posible que el motor pueda arrancar en estas condiciones, pero la inyección de combustible no será la correcta y, aún más, en caso de que se presente detonación en el motor, el atraso de chispa no se efectuará solamente en el cilindro que se encuentre detonando, sino en todos ellos. Si el módulo lógico empieza a recibir pulsos de sincronfa, apagará el letrero, el motor regresará a su modo normal de operación pero el código permanecerá en la memoria del --

sistema.

La ausencia de la señal de sincronía se puede deber a una unidad -- captadora defectuosa, al cable de la señal de tierra N5 ó al cable de la fuente de voltaje de 8V abiertos, circuito abierto o en corto de la señal de sincronía (Y7), o un problema en el módulo lógico.

T. Circuito del sensor de detonación.

El sensor de detonación es un cristal piezoeléctrico que genera una señal de amplitud modulada proporcional a la intensidad de la detonación. Como el cascabeleo y la detonación no son deseables en un motor, el módulo lógico al detectar esta señal retrasa el avance de chispa y no permite que la turbina suba la presión de sobrealimentación.



Código 17

Cuando el motor se encuentra operando a altas RPM, el ruido que produce es suficiente para excitar levemente al sensor. Esta condición la emplea el módulo lógico para percatarse de que el sensor se encuentra trabajando. Si durante tres segundos el módulo no recibe señal del sensor de al menos 0.04 V, cuando el motor opera a - 5,000 RPM, genera el código 17, prende el letrero de "power loss" y

limita la sobrealimentación de la turbina a 3 PSI por arriba de la presión barométrica, para protección del motor.

Si tiempo después la señal que ve es mayor a 0.04 V, apaga el letrero y permite al motor operar libremente. El código 17 puede ser el resultado de un sensor defectuoso, el cable con la señal de detenación (N12) abierto o en corto, o un defecto en el módulo lógico. El circuito del sensor se puede verificar usando la herramienta de diagnóstico. Con el motor operando a menos de 8 pulgadas de vacío, golpee con un objeto metálico ligéramente el múltiple de admisión, cerca de donde se encuentra el sensor; esta acción provocará un cambio en la lectura de la pantalla (de 8 a A).

U. Módulo Lógico.

1. Memoria del sistema de diagnóstico.

El módulo lógico contiene el registro grabado en la memoria del diagnóstico del sistema. Cuando ocurre un desperfecto en el sistema, el módulo almacena la falla por medio de un código, para referencias futuras. Este registro se queda aún cuando el motor se apague, ya que la fuente de alimentación a esta memoria es directamente de la batería. Sin embargo esta información se borrará - después de que se haya puesto en marcha 30 veces el motor, siempre y cuando no se haya puesto el sistema en el modo de diagnóstico.

Código 12.

Si se desconecta la batería, se borra la memoria del módulo lógico. Todo registro de falla se limpia. Una vez que se reconecta, se genera el código 12 como un indicador de que la batería recientemente se desconectó. Este se borra después de 20 veces que se da marcha al motor, siempre que durante este proceso el módulo lógico continúe recibiendo voltaje directo de la batería.

2. Programa.

El módulo lógico que se utiliza en los vehículos turbocargados de Chrysler de México, S.A., está específicamente calibrado para -- las condiciones topográficas, climatológicas y tipos de combustible que existen. Los programas no se pueden mezclar o alterar en el automóvil. Estos programas se encuentran permanentemente grabados en circuitos integrados que se montan en el módulo lógico.

Código 53.

El módulo lógico posee una rutina de autoverificación, con el propósito de analizar si su programa está correcto. En caso de no ser así, genera el código 53. Si es ésta la situación, hay que reemplazarlo.

C O N C L U C I O N E S

La implementación de diversos circuitos de control en un automóvil, actualmente se ha realizado de una manera más detallada y precisa, gracias a la revolución electrónica y de los sistemas digitales, - pues practicamente cualquier variable del automóvil puede ser seleccionada para la adaptación de un lazo de control que la regule, y la sencillez o complejidad de éste, sólo será determinada por la cantidad de sensores y actuadores que en él se utilicen, así como la capacidad de memoria del microcomputador utilizado.

Claro que los componentes que se utilizar no son seleccionados al azar, sino en base a estudios previos que en la mayoría de los casos son exhaustivos, como sucede en el sistema en ésta tesis propuesta, y que redundan en una serie de componentes de primera calidad y con las características propias que darán al sistema la excelencia en operación que el fabricante requiere.

Y es así que con todas estas bases nosotros podemos concluir que - el sistema propuesto, es capaz de trabajar más que satisfactoriamente en las condiciones atmosféricas de la Ciudad de México y a cualquier altitud, así como también tener un óptimo rendimiento - aún en las condiciones de carga más severas.

Además de acuerdo a lo anteriormente expuesto, éste sistema puede ser complementado con una red de control tan amplia y sofisticada según la capacidad de memoria disponible y la implementación de sensores y actuadores en los puntos donde se desee controlar o solo monitorear la variable.

El microcomputador utilizado en éste sistema de diagnóstico automático, el MC6801U4 de Motorola es de fácil programación y su operación con sistemas digitales también es muy sencilla, además de que la familia de componentes de éste circuito es muy fácil de encontrar en nuestro país.

Otra ventaja muy grande de éste sistema, es que no solamente puede ser utilizado en automoviles tipo "K" con turbocargador, sino que haciendo las modificaciones necesarias de sensores , actuadores y reprogramando la memoria podemos utilizarlo en cualquier otro tipo de automóvil con motor de combustión interna.

B I B L I O G R A F I A

- M.D. Bacon & G.M. Bull
Data Transmission.
Capitulos 6, 9, 10 y 11.

- Hewlett Packard
Guidebook to: Data communications.
Hewlett Packard Ed.
Capitulo 4.

- Adam Osborne and associates, Incorporated.
An introduction to microcomputers.
Vol. 2 Cap. 4

- Enciclopedia Practica.
Editorial Nueva Lente - Madrid.
1984

- L- Jetronic. A gasoline fuel-injection system from Bosch.
Manual técnico descriptivo.

- L- Jetronic. Electronic gasoline injection with measurement
of air quantity.
O. Glöckler and B. Kraus.
Bosch Technische Berichte 5 (1975/77) 1,7-18.

- Samuel Donjuan Mollado.
Funcionamiento de la alarma de voz electrónica diseñada por
Chrysler de México, S.A. para ser usada en el New Yorker
modelo 1985.
Diciembre de 1984.

BIBLIOGRAFIA (cont')

- Greenfield - Wray.
Using microprocessors and microcomputers. The 6800 family.
Jonh Wiley & Sons, Inc.
Electronic Technology Series. Motorola Inc, 1981.

- Hunstville Electronic Division.
Service manual model 1983 and 84. Vol.1 Electronic voice
alert, II function.
Chrysler Corporation. junio, 1984.

- Manual de diagnóstico para motor turbocargado modelo 1985.
Departamento de servicio.
Chrysler de México S.A.

- Motorola Inc.
The MC6801U4 microcomputer/microprocessor.
Imperial Litho. 1984.

- Floyd E. Allen & Gordon L. Rinschier.
Turbocharging the Chrysler 2.2 Liter Engine.
SAE Paper No. 840252, 1984.

- Hunter Engineering Company.
Especificaciones del Sistema A111 de Hunter.
1985

- Hunter Engineering Company.
Especificaciones del Sistema 700 de Hunter.