

**ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO**

**ESPE – LATACUNGA**

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**PROYECTO DE GRADO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EJECUCIÓN EN MECÁNICA  
AUTOMOTRIZ.**

**“Construcción de un banco de pruebas para el  
sistema de inyección electrónica del motor Hyundai  
1.5 L.”**

**Leonardo Enrique Reyes Peñaherrera**

**Holguer A. Gualotuña Caiza**

**Latacunga – Ecuador**

**2005**

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los señores: **Leonardo Enrique Reyes Peñaherrera** y **Holguer A. Gualotuña Caiza** bajo nuestra dirección:

---

Ing. Germán Erazo  
Director de Tesis

---

Ing. Luis Mena  
Codirector de Tesis

## ***DEDICATORIA***

*El presente trabajo va dedicado a Dios por estar siempre conmigo y haberme dado unos padres maravillosos quienes me han guiado durante todo mi vida, brindándome el apoyo, cariño y confianza necesarias para hacer de mi una persona responsable y capaz de llegar a cumplir con las metas y objetivos que me proponga siguiendo su ejemplo de personas.*

*A mis hermanos Sandra y Arturo, a mis amigos por darme una mano siempre en el momento oportuno.*

LEONARDO.

## ***DEDICATORIA***

*Este trabajo esta dedicado a mis padres por haberme enseñado la virtud del sacrificio, la prudencia, la ruta del deber, de la honradez y del trabajo, porque fueron mis mejores aliados y me apoyaron en todo momento en mi vida estudiantil para algún día alcanzar la excelencia.*

*A mis hermanas que siempre me dieron esos ánimos de perseverancia, lucha y seguir adelante para lograr mis anhelos y vencer los retos que se presentan en la vida.*

*A dios por protegerme día a día e iluminarme para seguir el camino correcto.*

*A mis amigos que estuvieron en los buenos y malos momentos para ayudarme.*

HOLGUER

## ***AGRADECIMIENTOS***

Nuestro más profundo agradecimiento a la Escuela Politécnica del Ejército a la Carrera de ingeniería Automotriz quienes nos abrieron las puertas para culminar una etapa más en nuestras vidas.

A los ingenieros Germán Erazo y Luis Mena por su apoyo para la realización de este trabajo.

Y a todas las personas que en su momento nos brindaron su ayuda para la culminación con éxito del presente trabajo.

## ÍNDICE

<b>Carátula.....</b>	<b>I</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>II</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>III</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>V</b>
<b>Índice.....</b>	<b>VI</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>X</b>

### **I. Características del motor Hyundai 1.5 L**

1.1 Introducción a los sistemas de inyección gasolina Hyundai.....	1
1.2 Características técnicas.....	3
1.3 Especificaciones del sistema de control electrónico.....	6
1.4 Procedimientos de ajuste y servicio.....	7
1.5 Herramientas especiales.....	8
1.6 Mantenimiento.....	9

### **II. Sistema de inyección electrónica de combustible Hyundai 1.5 L**

2.1 Generalidades.....	12
2.2 Subsistema electrónico.....	13
2.3 Sensores, funcionamiento y comprobaciones prácticas.....	13
2.3.1 Sensor de temperatura del motor (ECT).....	13
2.3.1.1 Comprobaciones del sensor ECT.....	14
2.3.2 Sensor de flujo de aire (MAF).....	18
2.3.2.1 Comprobaciones del sensor de flujo de aire.....	20
2.3.3 Sensor de posición de la mariposa del acelerador (TPS).....	23
2.3.3.1 comprobaciones del sensor TPS.....	25
2.3.4 Sensor de posición del árbol de levas (CMP).....	29

2.3.4.1 Comprobaciones del sensor CMP.....	30
2.3.5 Sensor de posición del cigüeñal (CKP).....	33
2.3.5.1 Comprobaciones del sensor CKP.....	35
2.3.6 Sensor de oxígeno (EGO).....	39
2.3.6.1 Comprobaciones del sensor de oxígeno.....	40
2.3.7 Sensor de golpeteo (KS).....	44
2.3.7.1 Comprobaciones del sensor KS.....	46
2.4 ECM funcionamiento y comprobaciones.....	48
2.4.1 Generalidades.....	48
2.4.2 Diagrama de pines.....	50
2.4.3 Pruebas por resistencia.....	52
2.4.4 Pruebas de voltaje.....	53
2.5 Actuadores.....	54
2.5.1 Inyectores.....	54
2.5.1.1 Comprobaciones de los inyectores.....	55
2.5.2 Válvula de control de velocidad de ralentí (ISC).....	57
2.5.2.1 Comprobaciones de la válvula ISC.....	59
2.6 Subsistema hidráulico.....	62
2.6.1 Funcionamiento, comprobación y pruebas.....	62
2.6.1.1 Bomba de alimentación.....	63
2.6.1.1.1 Comprobaciones.....	63
2.6.1.1.2 Comprobación de la presión de combustible.....	66
2.6.1.2 Regulador de presión.....	69
2.7 Subsistema de aire.....	71
2.8 Subsistema de autodiagnóstico.....	72
2.9 Luz de comprobación del motor (MIL).....	73
2.9.1 Procedimiento de comprobación.....	74
2.9.1.1 Procedimiento de inspección utilizando el escáner.....	74
2.9.1.2 Procedimiento de inspección utilizando Check Engine.....	82
2.10 Códigos de falla.....	83

### **III.Sistema de encendido electrónico.**

3.1.	Encendido con generador Hall.....	85
3.2.	Descripción general del sistema.....	88
3.3.	Componentes.....	90
3.4.	Sensor de posición del cigüeñal.....	92
3.5.	Sensor de golpeteo.....	93
3.6.	Bobina de encendido y transistor de potencia.....	94
3.7.	Diagrama del circuito.....	97
3.8.	Diagnóstico de averías.....	98
3.9.	Servicio en el motor.....	99
3.9.1	Pruebas de la bujía de encendido.....	99
3.9.2	Comprobación de los cables de la bujía de encendido.....	100
3.9.3	Comprobación, inspección y limpieza de bujías.....	100
3.9.4	Regulación del encendido.....	101
3.9.5	Comprobación de la bobina de encendido.....	101
3.9.6	Unidad del distribuidor.....	102

### **IV.Construcción y pruebas del banco de pruebas del motor Hyundai 1.5 L**

4.1	Generalidades.....	
	.....	104
4.2	Características del banco.....	104
4.3	Componentes.....	105
4.4	Montaje.....	108
4.5	Pruebas de funcionamiento.....	112
4.6	Pruebas al sistema.....	112
4.6.1	Control	
	electrónico.....	112
4.6.2	Sistema	
	de	
	aire.....	130

4.6.3	Sistema	
hidráulico.....		132
4.6.4	Sistema	de
autodiagnóstico.....		135
4.7	Guías de laboratorio.....	137
4.8	Mantenimiento.....	179
	Conclusiones.....	180
	Recomendaciones.....	181
	Anexo.....	182

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de inyección electrónica son usados ampliamente en la actualidad y pretenden conseguir una mayor potencia, mayor torque con un menor consumo de combustible y una menor emisión de gases contaminantes.

En el primer capítulo se detallan las características técnicas, especificaciones del sistema de control electrónico del motor Hyundai 1.5, procedimientos de ajuste y servicio, herramientas especiales, y operaciones de mantenimiento.

En el segundo capítulo se explica las pruebas tanto de voltaje y resistencia para los sensores y actuadores del sistema.

En el tercer capítulo está el funcionamiento del sistema de encendido electrónico, pruebas, ajustes y mantenimiento.

En el cuarto capítulo se indica la construcción, instalación del banco de pruebas guías de laboratorio y pruebas de funcionamiento del mismo.



Figura 1.1: Vista frontal del motor Hyundai 1.5 L



Figura 1.2: Vista frontal del motor Hyundai 1.5 L

## 1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las características técnicas del motor Hyundai 1.5 son las siguientes:

Tabla I.1 Motor 1.5 L tipo SOHC

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS
Número de cilindros	4
Número de válvulas	12
Secuencia de encendido	1 – 3 – 4 – 2.
Velocidad de ralentí	800 ± 100 rpm.
Diámetro del cilindro	75.5 mm.
Carrera	83.5 mm.
Cilindrada	1495 cm <sup>3</sup> .
Accionamiento de válvulas	En culata mediante árbol de levas.
Relación de compresión	10:1
Potencia máxima	92 HP

Tabla I.2 Especificaciones  $\frac{3}{4}$  motor

Cigüeñal	
Diámetro de codos de bancada	50 mm.
Diámetro de codos de biela	45 mm.
Empuje axial	0,10 - 0,25 mm.

<b>Cojinetes de bancada</b>			
Holgura diametral		0,05	
<b>Cojinetes de biela</b>			
Holgura diametral		Estándar	0,024 - 0,042 mm.
Juego con la guía de la válvula	Válvula de admisión	0,03 - 0,06 mm	0,1 mm
	Válvula de escape	0,035 - 0,065 mm	0,5 mm
Juego de la válvula	Válvula de admisión	0,20 mm	-
	Válvula de escape	0,25 mm	-
Resorte de válvula	Longitud libre	42,03 mm	-
	Carga	24,7 Kg. / 34,5 mm	-
	Altura instalada	34,5 mm	-
	Cuadratura	1,5° o menor	-
Asiento de válvula	Ancho de contacto de asiento	Admisión: 0,8 - 1,2 mm	-
		Escape: 1,5 - 1,9 mm	-
	Ángulo de asiento	45°	-

Tabla I.3

Especificaciones de las válvulas del motor

Tabla I.4 Especificaciones de los rines del motor

		Estándar	Límite
Holgura lateral	Nº 1 - Nº 2	0,04 - 0,085 mm	0,1 mm
Separación entre puntas	Nº 1 - Nº 2	0,20 - 0,50 mm	1 mm
Holgura lateral	Nº 3	0,20 - 0,70 mm	1 mm
Separación entre puntas	Nº 3	0,20 - 1 mm	1 mm

Tabla I.5 Especificaciones del bloque de cilindros

	Estándar	Límite
Diámetro del cilindro	75,5 mm	75,53 mm
Conicidad y ovalamiento	Menor de 0,01 mm	-
Holgura con el pistón	0,02 mm	0,04 mm

Tabla I.6 Especificaciones de torque del motor

<b>Pernos de la cabeza del cilindro</b>	<b>Nm</b>	<b>Kg. cm.</b>	<b>lb.pie</b>
Motor Frío	70 - 75	700 - 750	51 - 54
Motor Caliente	80 - 85	800 - 850	58 - 61
Pernos y tuercas del múltiple de admisión	15 - 20	150 - 200	11,0 - 14,0
Tuercas del múltiple de escape	15 - 20	150 - 200	11,0 - 14,0
Perno de la cubierta del balancín	8,0 - 10,0	30 - 40	5,9 - 7,4
Perno del eje del brazo del balancín	20 - 27	200 - 270	14 - 20
Perno del árbol de levas	20 - 27	200 - 270	14 - 20
<b>Pernos del conjunto 3/4</b>			
Tuercas de la tapa de biela	35 - 38	350 - 380	25 - 27,5

Tuercas de la tapa de bancada	55 - 60	550 - 600	39,8 - 43,4
Pernos del volante	130 - 140	1300 - 1400	94 - 101
<b>Sistema de distribución</b>			
Perno de la polea del cigüeñal	150 - 160	1500 - 1600	110 - 118
Perno del tensor de la correa de distribución	20 - 27	200 - 270	14 - 20
<b>Montaje del motor</b>			
Filtro de aceite	12,0 - 16,0	120 - 160	8,8 - 11,8
Pernos del depósito de aceite	6,0 - 8,0	60 - 80	4,0 - 6,0
Tapón de drenaje del depósito de aceite	35 - 45	350 - 450	25 - 33
Pernos de la cubierta superior de la correa de transmisión	10,0 - 12,0	100 - 120	7,0 - 9,0
Pernos de la cubierta superior de la correa de transmisión	10,0 - 12,0	100 - 120	7,0 - 9,0

### 1.3 ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

Tabla I.7 Especificaciones de los sensores para el sistema de control electrónico

COMPONENTE	ELEMENTO ELÉCTRICO	SIGLAS	VALOR DE OPERACIÓN
Sensor de posición del estrangulador	Resistor variable	TPS	Resistencia: 0.7 – 3 K $\Omega$ . Voltaje de salida: 0.1 – 0.875 V.
Sensor de fluido de masa de aire	Tipo de hilo caliente.	MAF	Voltaje de salida: 1.1 V
Sensor de golpe	Piezoeléctrico.	KS	
Sensor de refrigerante de temperatura del	Termistor.	ECT	Resistencia: 20 °C 1 – 4 K $\Omega$ . 80 °C 0.34 K $\Omega$ .

motor			
Sensor de oxígeno caliente	Zirconio.	EGO	Voltaje de salida: 0.45 V.
Sensor de posición del árbol de levas	Efecto hall.	CMP	Voltaje de salida: 5 V.
Sensor del ángulo del cigüeñal	Magnético	CKP	Frecuencia de salida: Ralentí: 435 – 453 Hz. 3000 rpm: 2700 – 3300 Hz.

Tabla I.8 Especificaciones de los actuadores para el sistema de control electrónico

<b>Inyector</b>	
Tipo	Electromagnético
Número	4
Resistencia de la bobina	10 - 20 Ohmios
<b>Presión de la bomba de combustible</b>	
Presión	92 PSI
<b>Regulador de presión de combustible</b>	
Presión regulada	43,3 PSI
<b>Actuador de velocidad de ralentí ISC</b>	
Tipo	Bobina doble
Frecuencia de control	100 Hz

#### 1.4 PROCEDIMIENTOS DE AJUSTE Y SERVICIO

Los datos mostrados en la tabla I.9 indican los servicios que deben ser realizados para asegurar un buen control de emisiones.

Tabla I.9 Procedimientos de ajuste y servicio

Nº	DESCRIPCIÓN	Km. x1000	1	15	30	45	60	75	90	105	120
		Meses	1	12	24	36	48	60	72	84	96
Mantenimiento del sistema de control del motor											
1	Aceite del motor y filtro	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	Correa de transmisión		I	I	I	R	I	I	I	R	
3	Juego de válvulas			I		I		I		I	
4	Filtro de combustible					R					R
5	Conductos de combustible y conexiones		I	I	I	I	I	I	I	I	I
6	Correa de distribución							R			
7	Mangueras de ventilación de vacío del cárter			I		I		I		I	
8	Filtro de aire		I	R	I	R	I	R	I	R	
9	Bujías			R		R		R		R	
10	Sistema de refrigeración	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
11	Refrigerante del motor		I	I	R	I	I	R	I	I	I

R: Reemplazar

I: Inspeccionar, después de la inspección limpiar, ajustar, reparar o reemplazar si es necesario.

## 1.5 HERRAMIENTAS ESPECIALES

Para el control del sistema electrónico del motor Hyundai 1.5 L se puede utilizar el comprobador SPX OTC o el probador Hi Scan 09900 – 620 KR de Hyundai, figura 1.3.



Figura 1.3. Conjunto comprobador Hyundai Hi Scan 09900 – 620 KR  
Además del comprobador o escáner tenemos manómetros con sus respectivos acoples para poder medir la presión que envía la bomba y la presión regulada del sistema, figura 1.4.

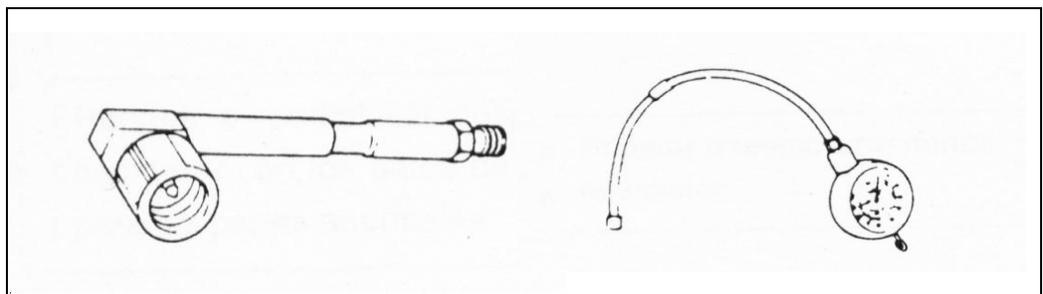


Figura. 1.4 Acople y manómetro

## 1.6 MANTENIMIENTO

El motor Hyundai 1.5 L utiliza aceite para motor de clasificación SE o superior SAE 15W40, la capacidad del cárter es de 3.0 L y en el filtro de aceite 0.3 L. Para la instalación del filtro de aceite se debe aplicar un poco de aceite de motor en la junta del filtro y debe ajustarse a mano.

Para probar la tensión de la correa de distribución se debe aplicar una presión moderada entre las poleas, figura 1.5 verificar la desviación y corregir si es necesario.

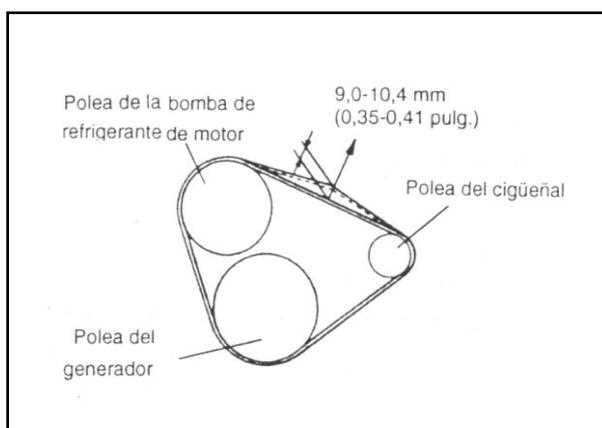


Figura 1.5 Verificación de la tensión de la correa de distribución

El sistema de ventilación del cárter se debe conservar limpio para mantener el motor en buen funcionamiento. Para comprobar el buen funcionamiento se debe desconectar la manguera de ventilación de la válvula PCV, luego quitarla de la cubierta del balancín y reconectarla a la manguera de ventilación<sup>1</sup>.

Poner el motor en ralentí y tapar con el dedo el lado abierto de la válvula PCV para comprobar el vacío proveniente del múltiple de admisión figura 1.6. Para entonces el émbolo dentro de la válvula PCV debe moverse hacia atrás y adelante. Si no siente el vacío, reemplazar la válvula PCV y limpiar la manguera de ventilación o reemplazarla si es necesario.

<sup>1</sup> Manual de taller Hyundai-Seoupe 1995 Sección 10 Pág. 11

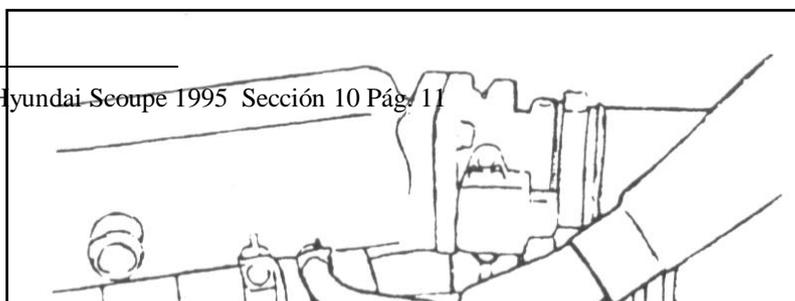


Figura 1.6 Comprobación de la válvula PCV

Las bujías deben funcionar correctamente para asegurar el funcionamiento perfecto del motor y el control de emisión, la separación de las puntas de las bujías nuevas se deben revisar y ajustar a la separación recomendada.

Separación de la bujía: 1.0 – 1.1 mm.

Si fallan los componentes del sistema MFI se producirá una interrupción o falla del suministro de la cantidad adecuada de combustible para las distintas condiciones de funcionamiento del motor. Al producirse esta situación el motor tendría un difícil arranque o no arrancaría y el ralentí sería inestable

## **VI. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE HYUNDAI 1.5 L**

### **2.1 GENERALIDADES**

El sistema de inyección del motor Hyundai 1.5 L es de tipo multipunto secuencial que posee el siguiente diagrama de bloques, figura 2.1

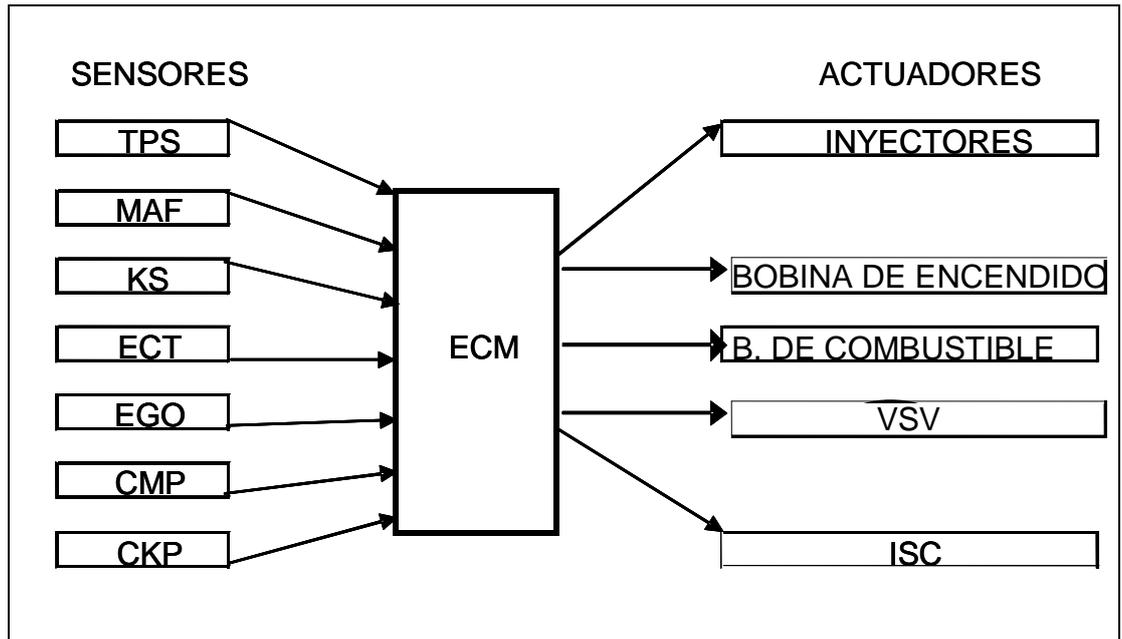


Figura 2.1 Diagrama de bloques

Las averías en el sistema MFI tienen su origen en un mal contacto de los conectores del aparejo de cables. Es importante comprobar el estado de todos los conectores de aparejos y verificar que el contacto esté bien hecho.

## 2.2 SUBSISTEMA ELECTRÓNICO

El subsistema de control electrónico del motor Hyundai 1.5 L está compuesto por sensores, el ECM y los actuadores. Los sensores se encargan de enviar señales al ECM para que este procese las señales para activar los diversos actuadores.

## 2.3 SENSORES, FUNCIONAMIENTO Y COMPROBACIONES PRÁCTICAS.

### 2.3.1 SENSOR DE TEMPERATURA DEL MOTOR ECT.

El sensor de temperatura del motor es un termistor con coeficiente negativo de temperatura, es decir, que a medida que aumenta la temperatura del motor la resistencia del termistor disminuye. Este sensor va instalado en el paso del refrigerante del motor figura 2.2 y emite señales al ECM

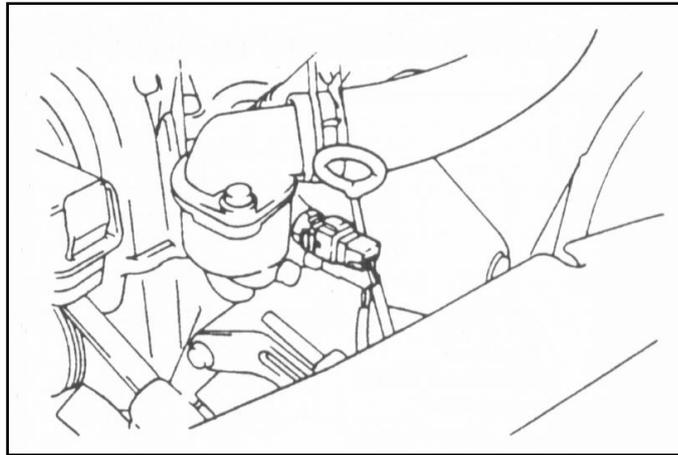


Figura 2.2. Ubicación del sensor ECT

El ECM, determina la temperatura del refrigerante del motor mediante el voltaje de salida del sensor y provee un enriquecimiento óptimo de la relación aire combustible cuando el motor se encuentra frío.



.Figura 2.3 Sensor ECT

### 2.3.1.1 COMPROBACIONES DEL SENSOR ECT:

Las comprobaciones que se realizan en el sensor ECT son por resistencia y voltaje. Para las pruebas por voltaje y resistencia los valores se obtienen de acuerdo a la variación de la temperatura del refrigerante del motor, estos valores están registrados en las tablas II.1 y II.2 respectivamente.

- **CIRCUITO ELÉCTRICO**

En la figura 2.4 se detalla la conexión eléctrica del sensor ECT, donde podemos observar los pines que corresponden al ECM (45y 30) y los colores de los cables

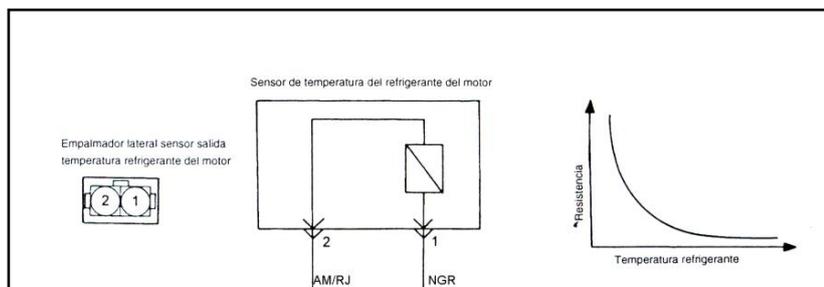


Figura 2.4 Circuito eléctrico del Sensor ECT

- **INSPECCIÓN DEL SENSOR POR VOLTAJE:**

La inspección por voltaje se la realiza siguiendo el siguiente procedimiento:

- Con el motor apagado y la llave en contacto medimos el voltaje del sensor
- Luego encendemos el motor y en los intervalos de temperatura indicados en la tabla II.1 medimos el voltaje del sensor, si estos valores no se encuentran dentro de lo especificado reemplazar el sensor.

Tabla II.1 Valores de operación del sensor ECT

Comprobar ítem	Temperatura del refrigerante	Especificación de la prueba
Sensor de temperatura del refrigerante del motor	0 °C	4,05 V
	20 °C	3,44 V
	40 °C	2,72 V
	80 °C	1,25 V

- **PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN DEL CONECTOR:**

- Medir el voltaje de suministro de potencia entre los pines 45 y tierra, figura 2.5.

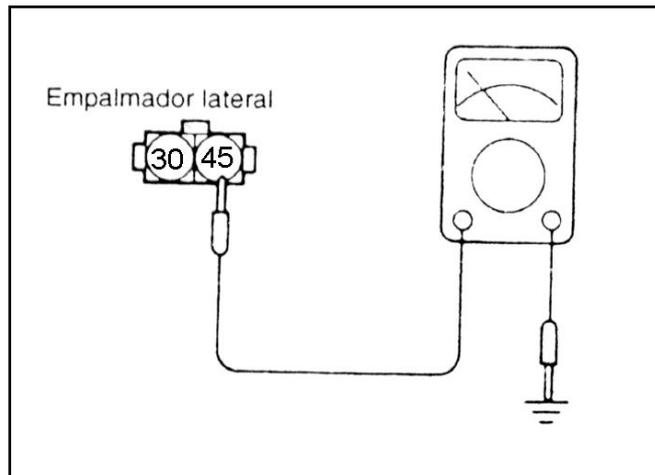


Figura 2.5 Medición de voltaje en el conector

- ☞ Empalmador: Desconectado
- ☞ Interruptor de encendido: ON
- ☞ Voltaje: 4.6 – 4.8 V.

- Comprobar continuidad del circuito a tierra entre el pin 30 y tierra figura 2.6

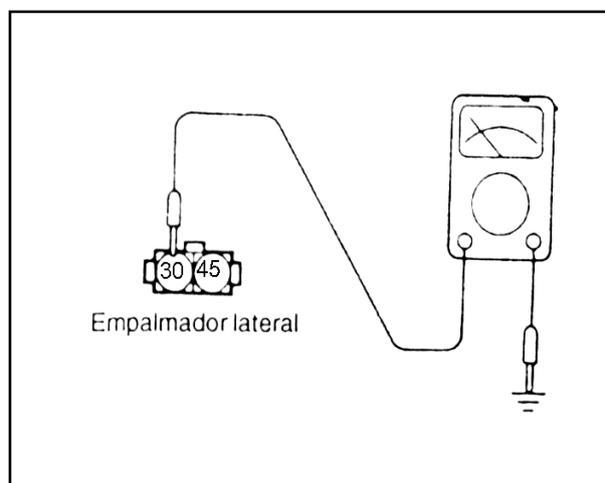


Figura 2.6 Medición de continuidad

☞ Empalmador: Desconectado

- **INSPECCIÓN DEL SENSOR POR RESISTENCIA**

Una vez retirado el sensor de su alojamiento comprobamos su resistencia figura 2.7

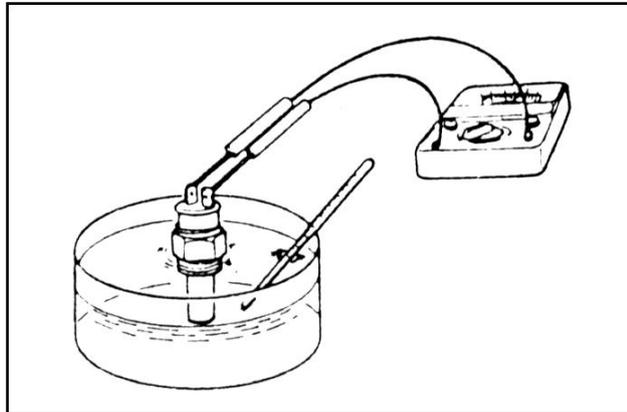


Figura 2.7 Comprobación del sensor ECT

La resistencia del sensor debe variar de acuerdo a los valores indicados en la tabla II.2

Tabla II.2 Valores de resistencia del sensor ECT

Temperatura °C	Resistencia $K\Omega$ .
-30	22,22 – 31,78
-10	8,16 – 10,74
0	5,18 – 6,60
20	2,27 – 2,73
40	1,059 – 1,281

60	0,538 – 0,650
80	0,290 – 0,354
90	0,217 – 0,269

Si la resistencia no esta en los valores indicados, cambiar el sensor.

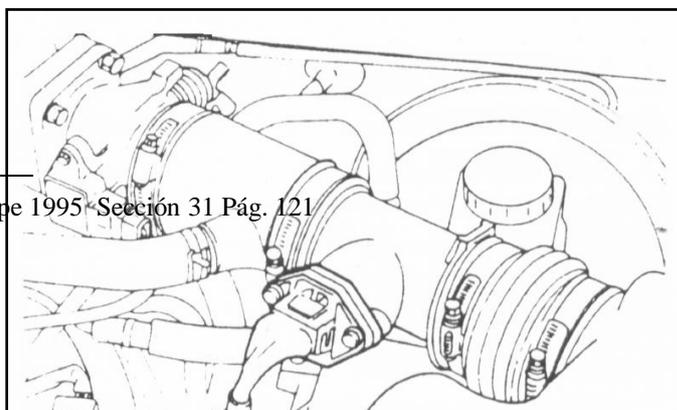
### 2.3.2 SENSOR DE FLUJO DE AIRE MAF

Es de tipo con hilo caliente, el sensor consiste en un alambre de platino de 0.07 mm enlazado a través del canal principal del flujo de aire<sup>2</sup>. Este sensor se encuentra entre el filtro de aire y la mariposa del acelerador figura 2.8.

El alambre de platino se calienta aproximadamente 100 °F, por encima de esa temperatura. A medida que el aire pasa a través del medidor de masa de aire en su ruta hacia el motor, el alambre de platino se enfría.

El medidor incrementa el flujo de corriente para mantener la temperatura diferencial adecuada sobre el aire que entra. Al cambiar la corriente, la salida del medidor de masa de aire también cambia.

La ECU utiliza la salida de voltaje variable para calcular la cantidad de aire que el motor está recibiendo



<sup>2</sup> Manual de taller Hyundai Scoupe 1995 Sección 31 Pág. 121

Figura 2.8 Ubicación del sensor MAF

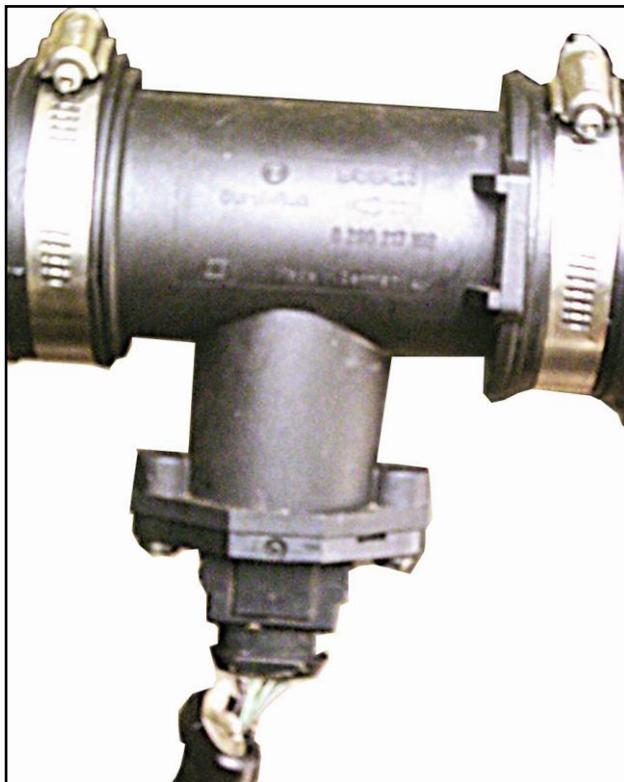


Figura 2.9 Sensor MAF

### **2.3.2.1 COMPROBACIONES DEL SENSOR MAF**

El sensor MAF se comprueba mediante pruebas por voltaje, estas pruebas se pueden realizar tanto en ralentí como a 3000 rpm; los valores de estas pruebas están especificados en la tabla II.3.

- **CIRCUITO ELÉCTRICO**

Los pines 26 y 7 van conectados a los terminales 3 y 1 del sensor, en el sensor el terminal 4 corresponde a tierra, el terminal 2 va conectado al relé de control de la inyección. El pin 27 del ECM es tierra del sensor y el pin 7 es la señal del sensor, figura 2.10.

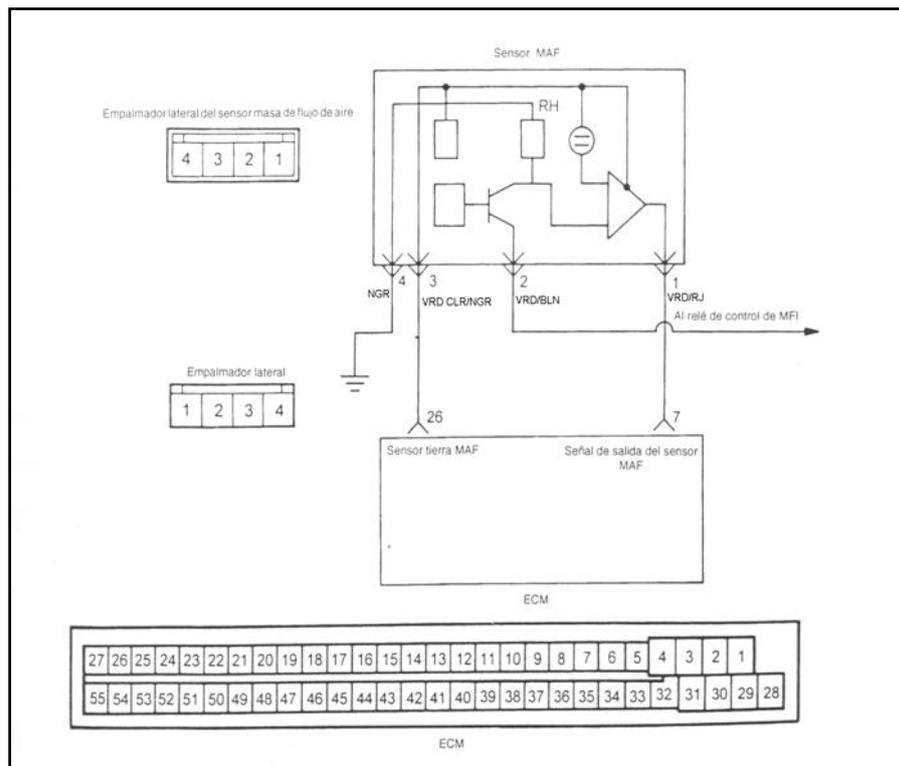


Figura 2.10 Circuito eléctrico del sensor MAF

- **INSPECCIÓN DEL SENSOR POR VOLTAJE**

La inspección o prueba del sensor por voltaje se la realiza y con el motor encendido en un rango de velocidades entre 800 y 3000 rpm, los valores que se deben obtener están registrados en la tabla II.3

Tabla II.3 Valores de operación del sensor MAF

Comprobar ítem	Estado del motor	Especificación de la prueba
Voltaje de salida del sensor MAF	Ralentí (800 rpm)	0,94 - 0,98 V
	3000 rpm	1,76 - 1,79 V

• **PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN DE VOLTAJE DEL SENSOR:**

- Medir el voltaje suministro de potencia del relé de control MFI pin 37 y tierra, figura 2.11.

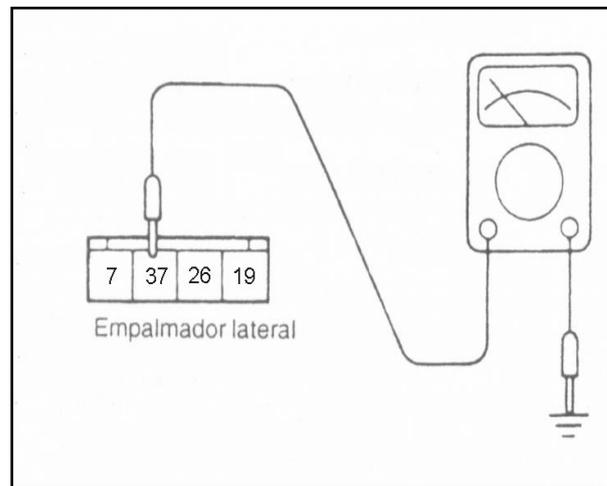


Figura 2.11 Medición de voltaje en conector

- ☞ Empalmador: desconectado
- ☞ Interruptor de encendido: ON
- ☞ Voltaje: 12 V

- Comprobar circuito abierto, o cortocircuito a tierra entre la unidad de control del motor pin 7 y el conector del sensor, figura 2.12

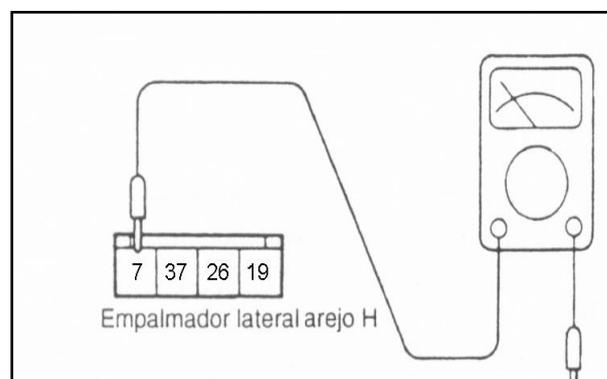


Figura 2.12 Comprobación de corto circuito a tierra

- ☞ Empalmador de la unidad de control: desconectado
  - ☞ Empalmador del sensor MAF: desconectado
- Comprobar continuidad del circuito a tierra figura 2.13

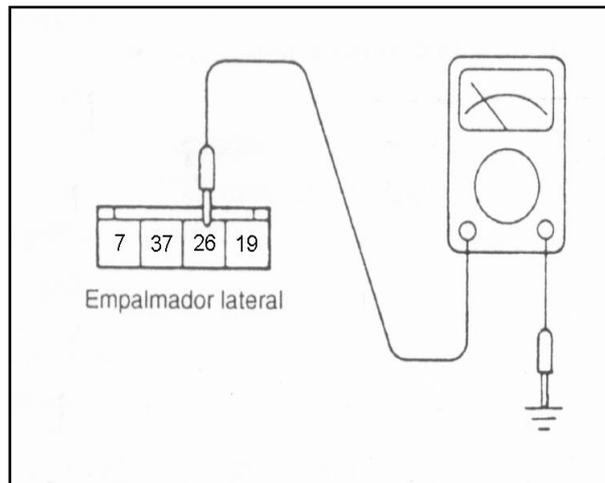


Figura 2.13 Comprobación de continuidad

- ☞ Empalmador: desconectado
- Comprobar continuidad del circuito a tierra figura 2.14

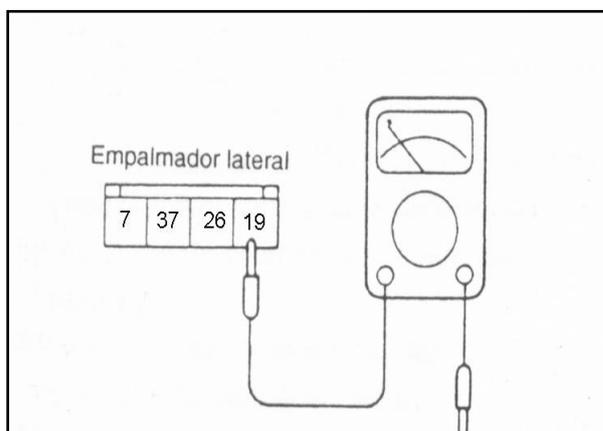


Figura 2.14 Comprobación de continuidad

☞ Empalmador: desconectado

### **2.3.3 SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DEL ACELERADOR (TPS)**

El sensor de posición del acelerador (tps), figura 2.15, es un potenciómetro. Hay tres cables conectados al TPS: uno de referencia, de 5.0 voltios, uno de tierra, y uno de señal. A medida que se abre el acelerador, el voltaje de la señal se incrementará proporcionalmente desde un valor bajo de aproximadamente 0.5 voltios aun valor alto de más de 4.0 voltios.

Para comprobar el funcionamiento este sensor, se debe girar el interruptor de encendido a la posición de contacto. Deberá haber 2.52 voltios entre los cables de los pines 53 y 12, de 0.25 voltios entre los cables de los pines 53 y tierra.

Si el voltaje en el cable de señal está por encima de 1.0 voltio con el acelerador cerrado, se debe revisar el cable de tierra, por si hay circuito abierto, antes de intentar ajustar o remplazar el TPS.

Si el voltaje de la señal está entre 0.5 y 1.0 voltios, se debe abrir gradualmente el acelerador y monitorear el voltaje (esto es

más preciso con un voltímetro analógico). El voltaje deberá incrementarse gradualmente a más de 4.0 voltios. Si el incremento de voltaje vacila o decae mientras el acelerador está abierto, es necesario remplazar el TPS.

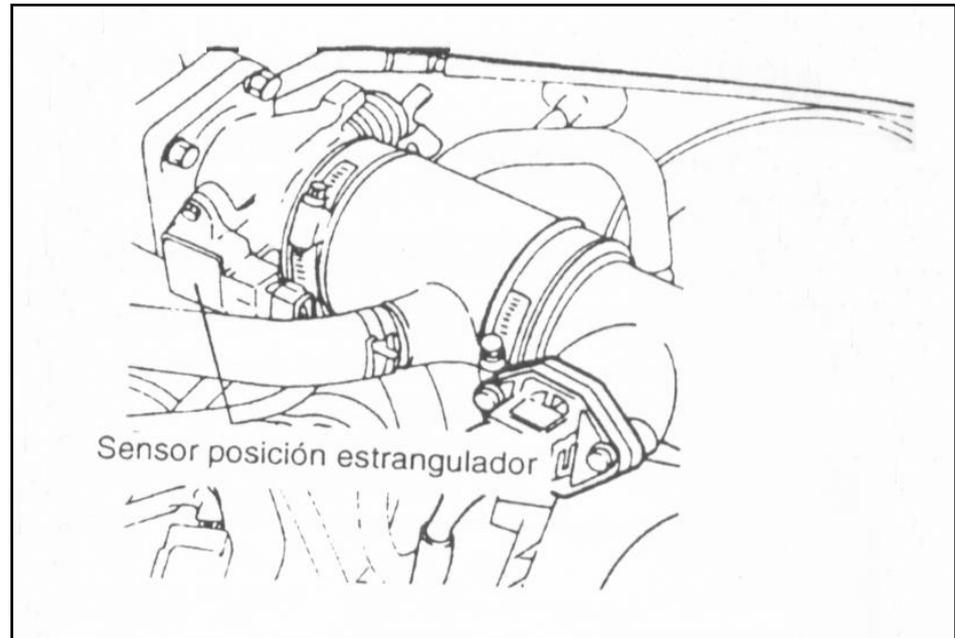


Figura 2.15 Ubicación del sensor TPS



Figura 2.16 Sensor TPS

### 2.3.3.1 COMPROBACIONES DEL SENSOR TPS

Las comprobaciones que se realizan al sensor TPS son por voltaje y por resistencia, las pruebas por resistencia serán realizadas con el sensor desconectado con distintas aperturas de la mariposa del acelerador.

- **CIRCUITO ELÉCTRICO**

El sensor TPS posee tres terminales los cuales van conectados al ECM de la siguiente manera: el terminal 1 va conectado al pin 53, el terminal 2 al pin 30 y el terminal 3 al pin 12 del ECM, como se indica en la figura 2.17.

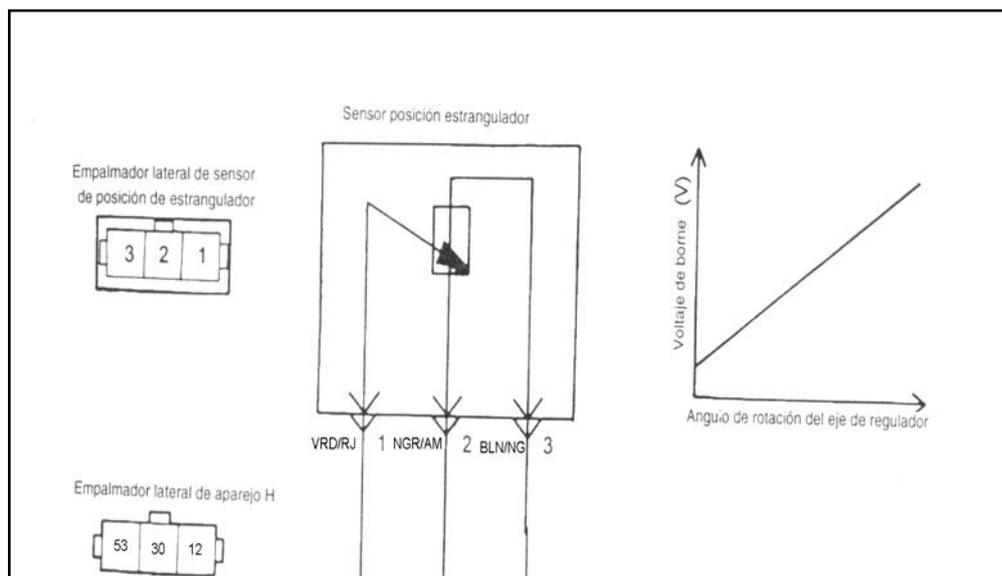


Figura 2.17 Circuito eléctrico del sensor TPS

- **PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN DE VOLTAJE EN EL CONECTOR**

- Medir el voltaje suministro de potencia del sensor TPS entre el pin 12 y tierra, figura 2.18.

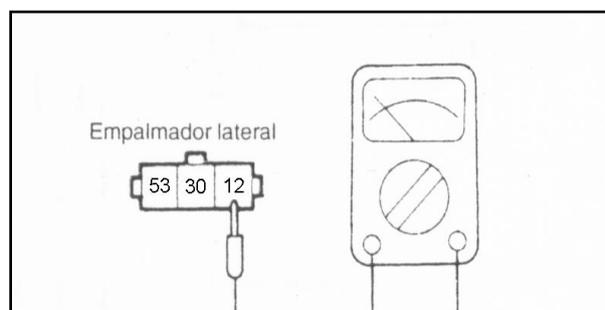


Figura 2.18 Medición de voltaje en el conector

- ☞ Empalmador: desconectado
- ☞ Interruptor de encendido: ON
- ☞ Voltaje: 4.8 – 5.3 V

Tabla II.4 Valores de operación del sensor TPS

Comprobar ítem	Comprobar condiciones	Especificación de la prueba
Voltaje de salida del sensor TPS	Ralentí (800 rpm)	0,25 - 0,6 V
	Estrangulador abierto	4,25 - 4,6 V

- Comprobar continuidad del circuito a tierra entre el pin 30 y tierra figura 2.19

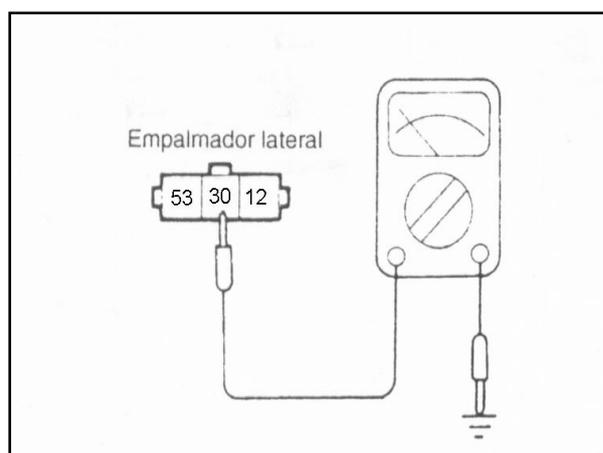


Figura 2.19 Comprobación de continuidad

☞ Empalmador: desconectado

- Comprobar cortocircuito o circuito abierto a tierra entre la unidad de control, pin 19 y el sensor TPS, pin 53 figura 2.20

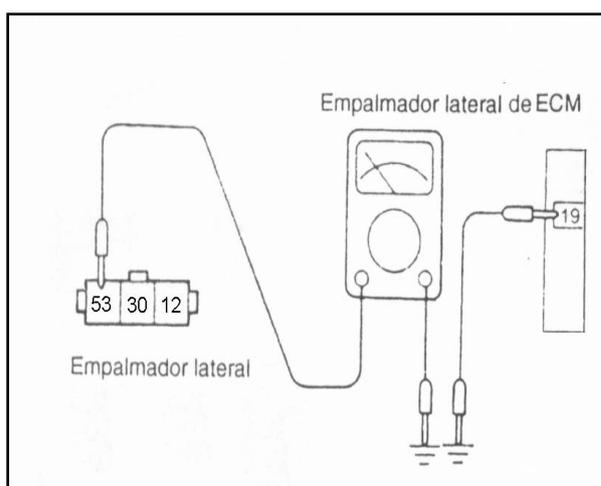


Figura 2.20 Comprobación de continuidad

☞ Empalmador del sensor TPS: desconectado

☞ Empalmador de la unidad de control: desconectado

## • INSPECCIÓN DEL SENSOR

Con el sensor desconectado medir la resistencia entre los terminales 2 y 3 figura 2.21, el valor de esta resistencia debe estar comprendido entre 0.7 y 3 K $\Omega$

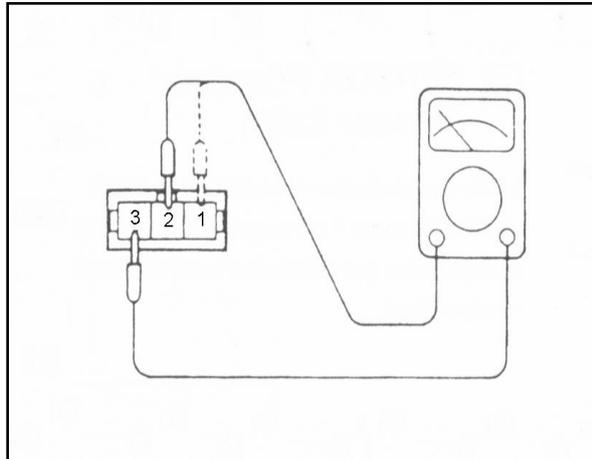
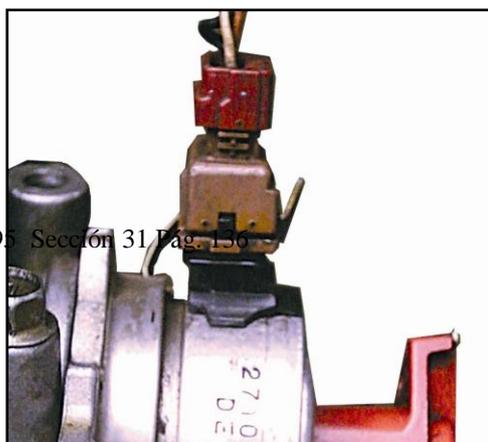


Figura 2.21 Comprobación de resistencia del sensor TPS

Conectar el óhmetro en los terminales 1 y 3, girar despacio la mariposa del acelerador desde la posición de ralentí hasta plena carga y verificar que la resistencia aumenta proporcionalmente con la abertura de la mariposa del acelerador, si la resistencia no esta dentro de la especificación o no varía proporcionalmente cambiar el sensor TPS

#### 2.3.4 SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS (CMP).

El sensor de posición del árbol de levas capta el punto TDC del cilindro número 1 al final de la carrera de compresión, figura 2.22 cuyas señales son transmitidas al ECM para ser utilizadas para determinar la secuencia de inyección de combustible y de encendido<sup>3</sup>



<sup>3</sup> Manual de taller Hyundai Scoupe 1995 Sección 31 Pág. 156

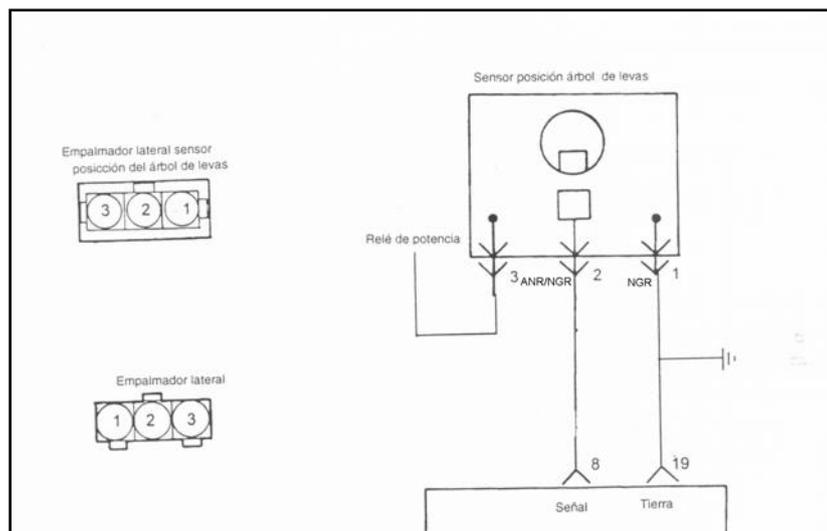
Figura 2.22 Sensor CMP

### 2.3.4.1 COMPROBACIONES DEL SENSOR CMP

Para realizar las comprobaciones de una manera óptima a este sensor nos guiaremos por los siguientes diagramas y basándonos en los valores de operación.

- **CIRCUITO ELÉCTRICO**

Este sensor posee tres terminales los cuales están distribuidos como muestra la figura 2.23, pin 2 es la señal, pin 1 corresponde a tierra, estos van conectados al pin 8 y 19 respectivamente del ECM.



Comprobar ítem	Comprobar condiciones	Especificación de la prueba
Voltaje de salida del	Ralentí (800 rpm)	0 - 5 V

Figura 2.23 Circuito eléctrico del sensor CMP

- **PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN DEL CONECTOR:**

- Medir el voltaje suministro de potencia entre el pin del relé de potencia y tierra, figura 2.24

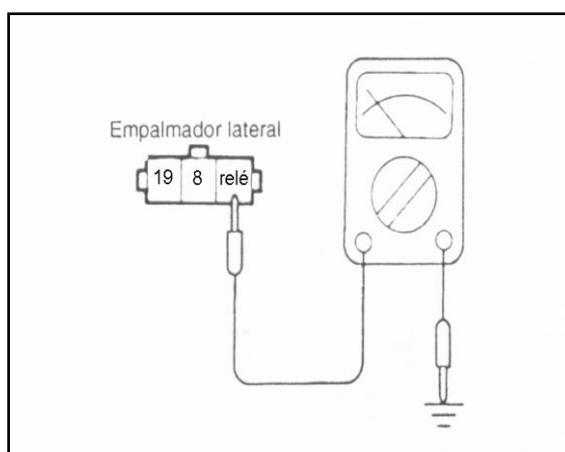


Figura 2.24 Medición de voltaje en le conector

- ☞ Empalmador: desconectado
- ☞ Interruptor de encendido: ON
- ☞ Voltaje: voltaje de la batería

Tabla II.5 valores de operación del sensor CMP

sensor de posición del árbol de levas	3000 rpm	0 - 5 V
---------------------------------------	----------	---------

- Comprobar continuidad del circuito a tierra entre el pin 19 y tierra, figura 2.25

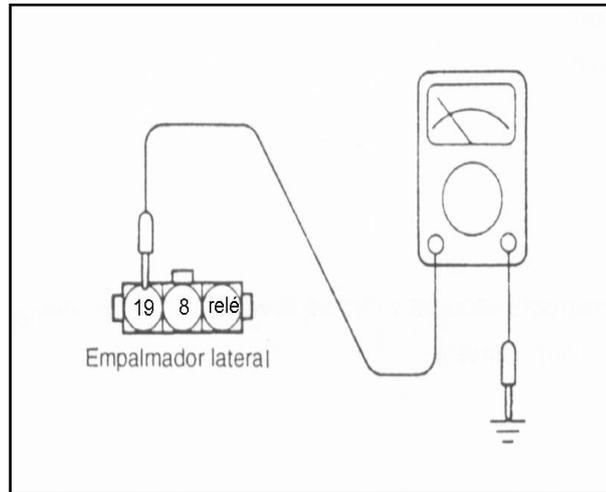


Figura 2.25 Comprobación de continuidad

☞ Empalmador: desconectado

- Comprobar circuito abierto o cortocircuito entre la unidad de control, pin 8 y el sensor fig. 2.26.

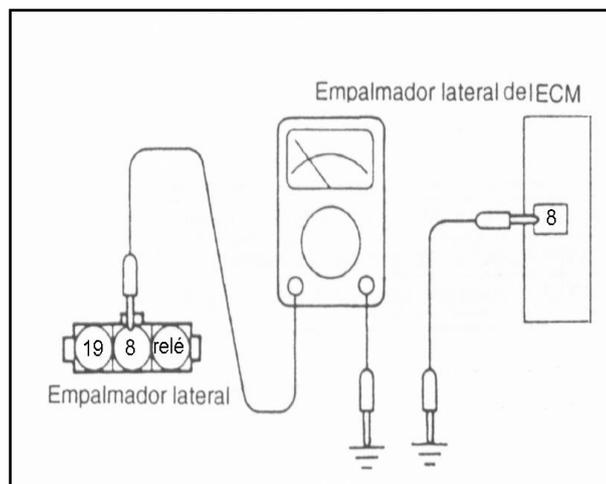


Figura 2.26 Comprobación de continuidad

- ☞ Empalmador del sensor CMP: desconectado
- ☞ Empalmador del ECM: desconectado

### 2.3.5 SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP).

Para obtener una señal perfectamente definida, sin interferencias posibles y que no dependan de sistemas mecánicos como en el caso de los platinos, se utiliza ahora la señal generada por un sensor inductivo, el cual genera una señal de corriente alterna.

Se instala el sensor inductivo cercano a la rueda volante figura 2.27, la misma que tiene la rueda dentada (cinta del volante) para recibir el movimiento del motor de arranque. Los dientes de la cinta pasan cerca del sensor inductivo y por cada diente se genera un pulso de corriente alterna, es decir que si la periferia de la cinta dentada tuviera 300 dientes, por ejemplo, en cada vuelta completa del eje cigüeñal se inducirían o generarían 300 pulsos en el sensor.

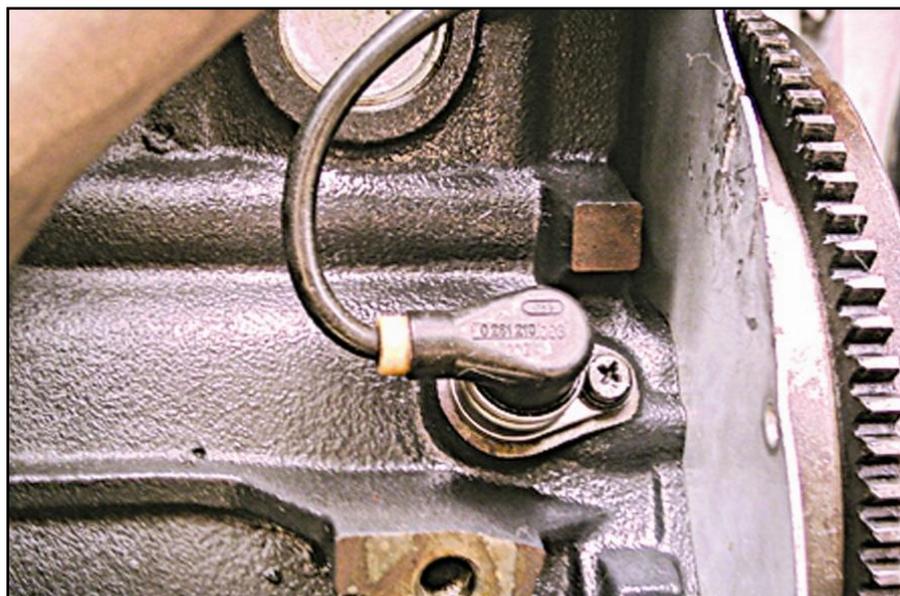


Figura 2.27 Ubicación del sensor CKP



Figura 2.28 Sensor CKP

Estos pulsos generados se envían a la computadora, la misma que traduce estos pulsos como número de vueltas del motor. Este sistema utiliza una rueda dentada de un número menor de dientes. La distancia del sensor respecto a los dientes deberá estar entre 0,5 y 1.5 mm figura 2.29.

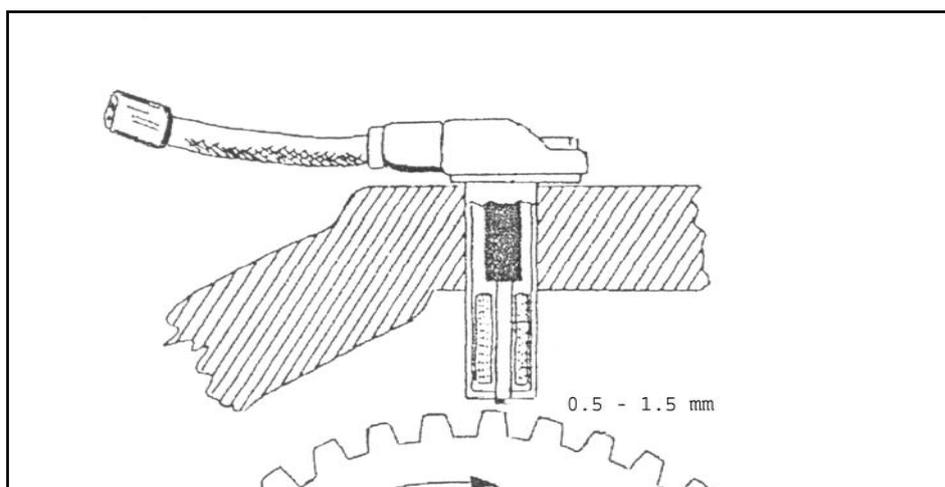


Figura 2.29 Separación del sensor

### 2.3.5.1 COMPROBACIONES DEL SENSOR CKP

Las comprobaciones que se realizan en este sensor son comprobaciones por resistencia, para lo cual nos guiaremos por los diagramas a continuación expuestos.

- **CIRCUITO ELÉCTRICO**

Este sensor consta de 3 terminales los cuales el pin 1 viene a ser el blindaje para los otros dos conductores, este va conectado a tierra, el pin 2 es tierra y el pin 3 es señal los cuales van conectados al pin 48 y pin 49 respectivamente del ECM como se muestra en la figura 2.30.

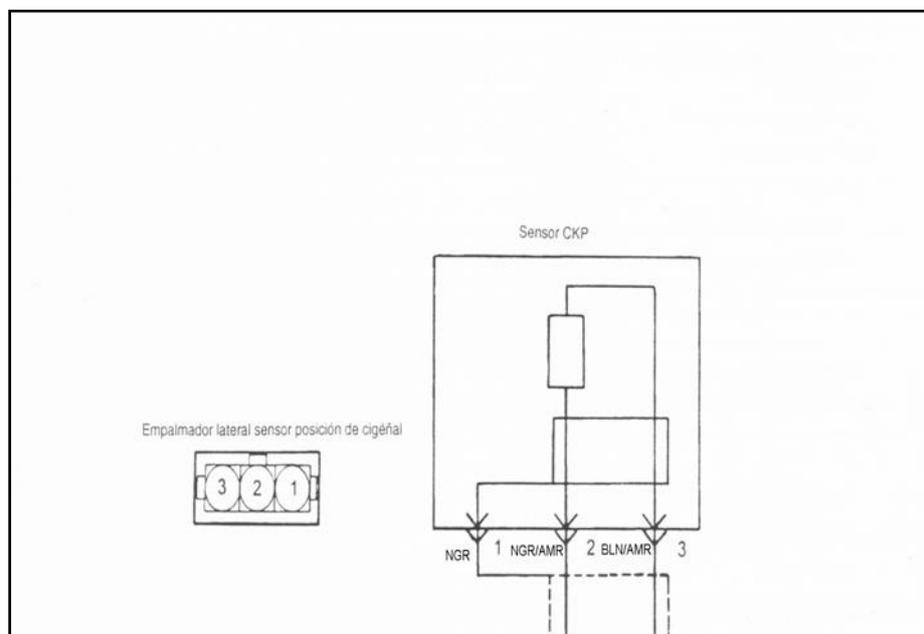


Figura 2.30 Circuito eléctrico del sensor CKP

- **PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN DEL CONECTOR:**

- Comprobar circuito abierto o cortocircuito a tierra entre la unidad de control pin 48 y el sensor CKP figura 2.31

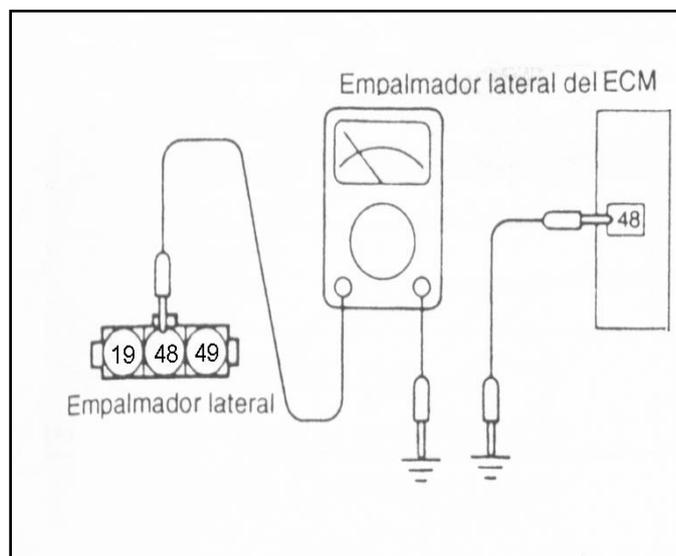


Figura 2.31 Comprobación de continuidad

- ☞ Empalmador del ECM: desconectado
- ☞ Empalmador del sensor CKP: desconectado

- Comprobar circuito abierto o cortocircuito a tierra entre el ECM pin 49 y el sensor CKP figura 2.32

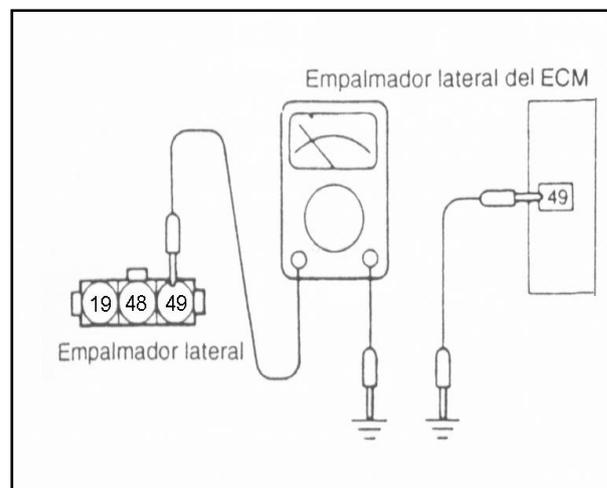


Figura 2.32 Comprobación de continuidad

- ☞ Empalmador del ECM: desconectado
- ☞ Empalmador del sensor CKP: desconectado

- Comprobar continuidad de circuito a tierra, pin 19 figura 2.33

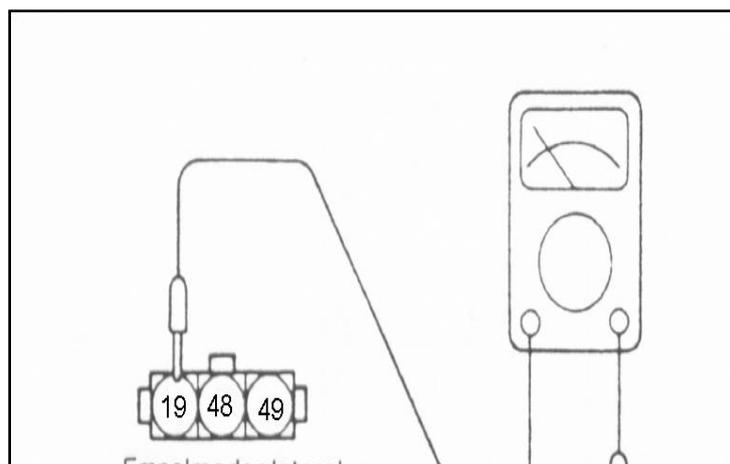


Figura 2.33 Comprobación de continuidad

☞ Empalmador: desconectado

- **INSPECCIÓN DEL SENSOR**

Desconectar el empalmador del sensor CKP y medir la resistencia entre los bornes 2 y 3 figura 2.34 El valor de esta resistencia debe estar entre 0.486 y 0.594 K $\Omega$  a 20 °C. Si la resistencia no esta dentro de este valor cambiar el sensor

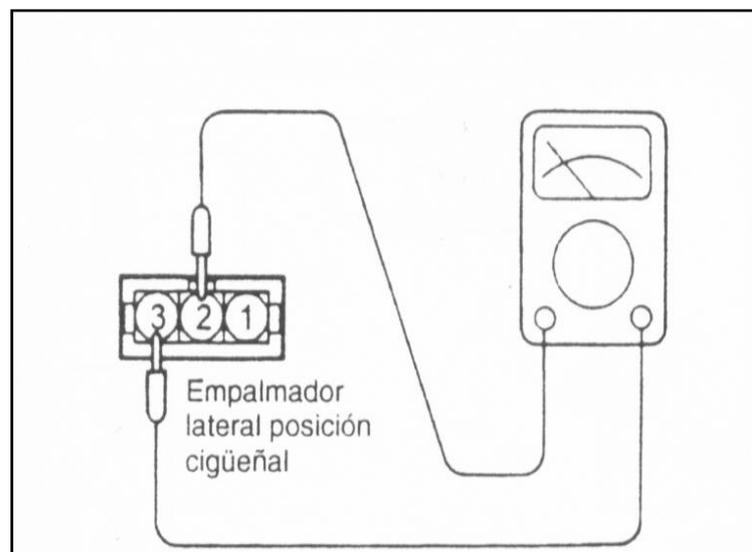
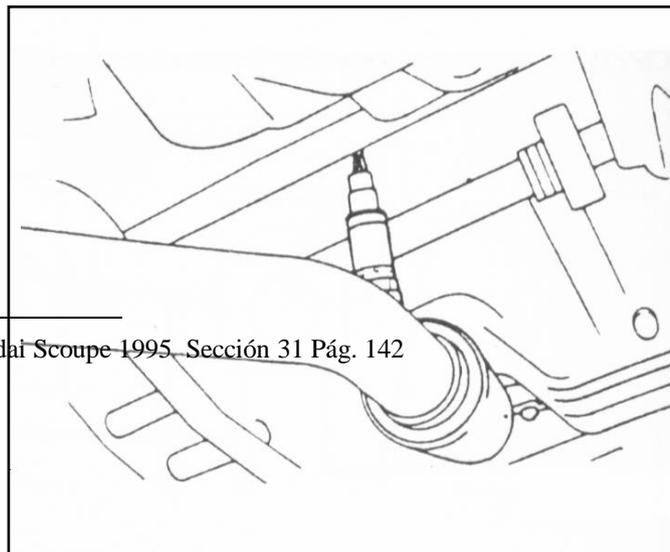


Figura 2.34 Comprobación de resistencia del sensor CKP

### 2.3.6 SENSOR DE OXÍGENO (EGO)

El sensor de oxígeno caliente capta la concentración de oxígeno en el gas de escape convirtiéndolo en un voltaje que se envía al ECM. El rendimiento del sensor de oxígeno es 800 mV cuando la relación aire / combustible es más rica que la relación teórica y 0 V cuando es más pobre<sup>4</sup>.

El ECM controla la relación de inyección de combustible basado en esta señal, de forma que la relación aire combustible se mantiene en la relación teórica.



<sup>4</sup> Manual de taller Hyundai Scoupe 1995. Sección 31 Pág. 142

Figura 2.35 Ubicación del sensor de oxígeno



Figura 2.36 Sensor de oxígeno

### **2.3.6.1 COMPROBACIONES DEL SENSOR DE OXÍGENO**

Para verificar el buen funcionamiento de este sensor realizaremos pruebas por voltaje y por resistencia para lo cual utilizaremos los diagramas y tablas de valores expuestos más adelante.

- **CIRCUITO ELÉCTRICO**

En el siguiente diagrama podemos apreciar las conexiones de cada pin de este sensor, además tenemos una curva de A/C el cual nos ayudara para un mejor análisis del sensor de oxígeno.

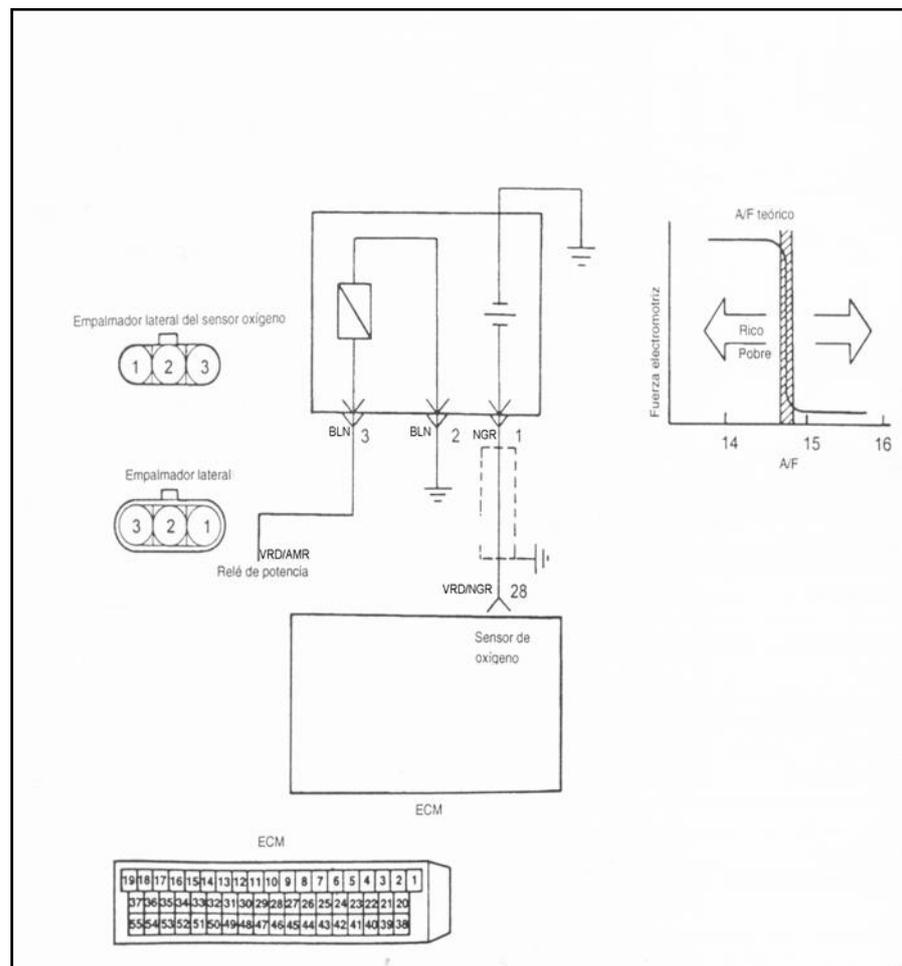


Figura 2.37 Circuito eléctrico del sensor de oxígeno

- **PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN DEL CONECTOR:**

- Medir el voltaje de suministro de potencia del sensor de oxígeno figura 2.38

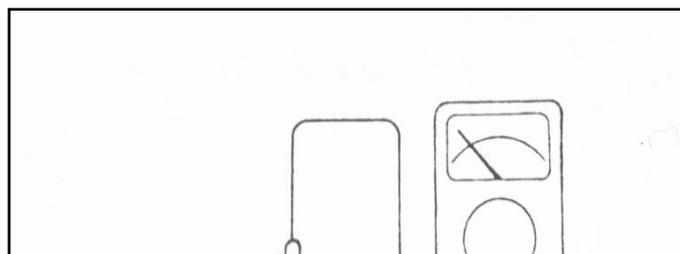


Figura 2.38 Medición de voltaje en el conector

- ☞ Empalmador: desconectado
- ☞ Interruptor de encendido: ON
- ☞ Voltaje: voltaje de la batería

Tabla II.6 valores de operación del sensor EGO

Comprobar ítem	Comprobar condición	Condición del motor	Especificación de prueba
Voltaje de salida del sensor de oxígeno	Calentamiento	Al decelerar repentinamente de 4000 rpm.	200 mV 0 menos
		Cuando el motor es acelerado repentinamente	600 - 1000 mV

Comprobar circuito abierto o cortocircuito a tierra entre la unidad de control, pin 28 y el sensor de oxígeno figura 2.39



Figura 2.39 Comprobación de continuidad

- ☞ Empalmador del ECM: desconectado
- ☞ Empalmador del sensor de oxígeno: desconectado

- Comprobar continuidad de circuito a tierra pin 19 figura 2.40

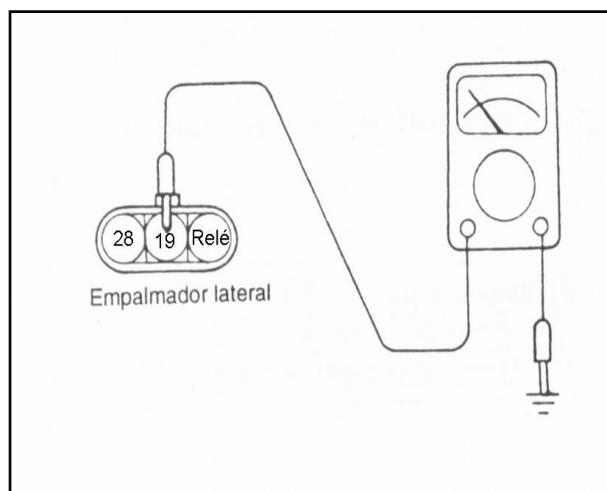


Figura 2.40 Comprobación de continuidad

- ☞ Empalmador: desconectado

- **INSPECCIÓN DEL SENSOR**

Antes de comprobar calentar el motor hasta su temperatura normal de funcionamiento. Desconectar el empalmador del sensor de oxígeno y medir la resistencia entre los bornes 2 y 3 figura 2.41

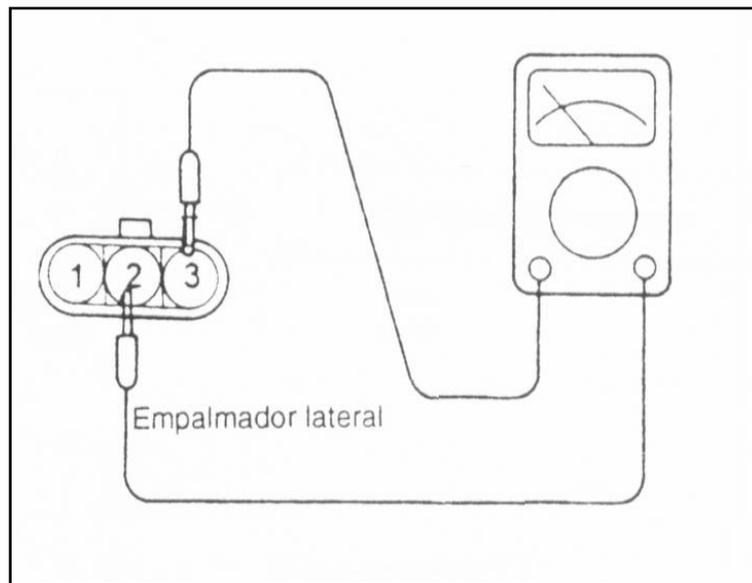


Figura 2.41 Comprobación de la resistencia del sensor

El valor de la resistencia del sensor debe ser de  $30\Omega$  o más a  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  caso contrario cambiar el sensor de oxígeno.

### 2.3.7 SENSOR DE GOLPETEO (KS)

Está fijado el bloque de cilindros figura 2.42 y capta las condiciones de golpeteo del motor. Una vibración de golpeteo del bloque de cilindros se aplica en forma de presión al elemento piezoeléctrico, esta presión vibratoria es luego convertida en una señal de voltaje que es emitida.

Si se produce golpeteo del motor, la regulación de encendido es retardada para suprimirlo.

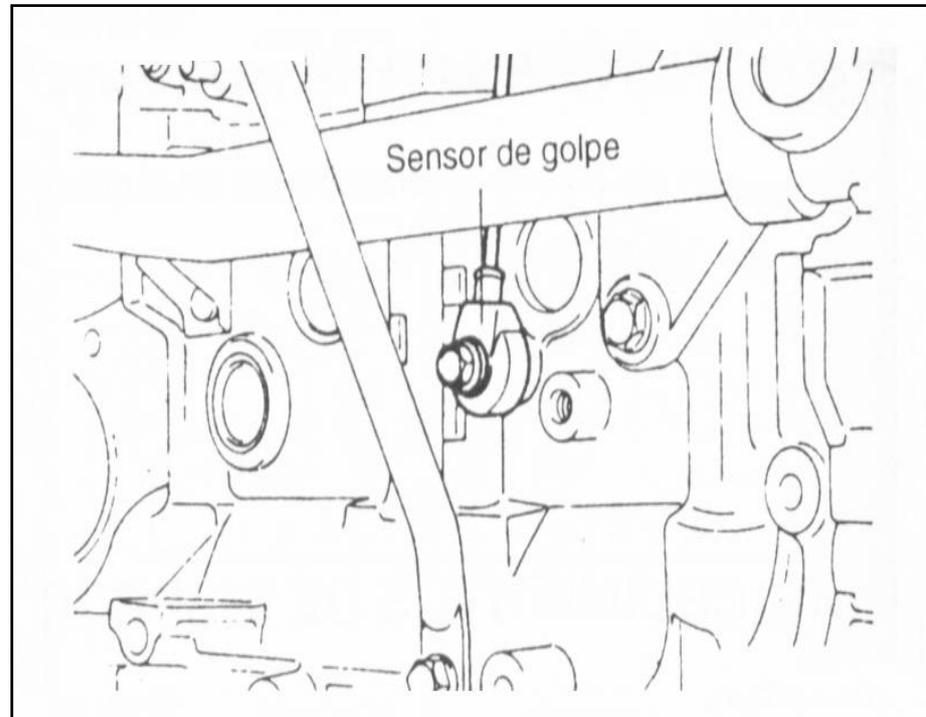


Figura 2.42 Ubicación del sensor KS



Figura 2.43 Sensor KS

### 2.3.7.1 COMPROBACIONES DEL SENSOR KS

En este sensor solo realizamos pruebas por resistencia para lo cual utilizaremos los siguientes diagramas.

- **CIRCUITO ELÉCTRICO**

En el siguiente diagrama tenemos la conexión de cada uno de los pines de este sensor los cuales van conectados al ECM de la siguiente manera, el pin 2 es señal del sensor, el pin 3 es tierra y el pin 1 es el blindaje de los dos anteriores.

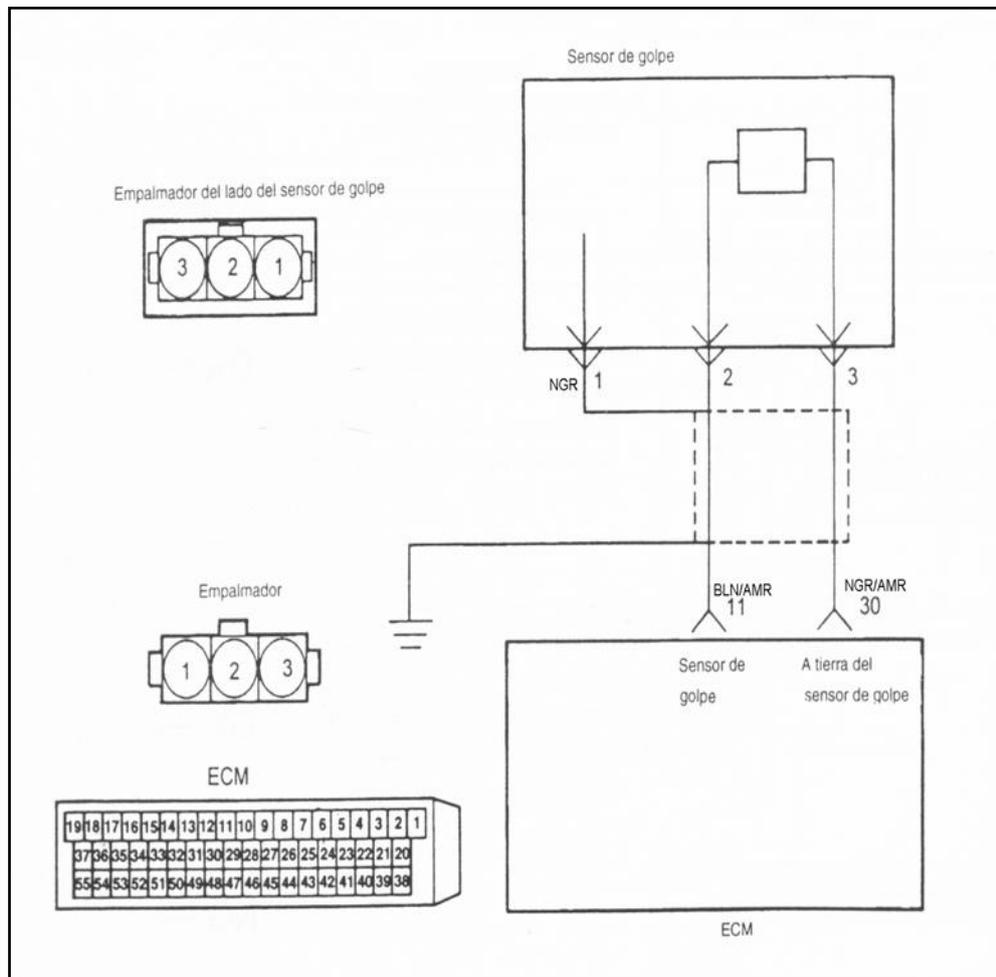


Figura 2.44 Circuito eléctrico del sensor KS

- **PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN DEL CONECTOR:**

- Inspeccionar si hay un circuito abierto o cortocircuito a tierra entre el ECM pin 11 y el sensor KS figura 2.45

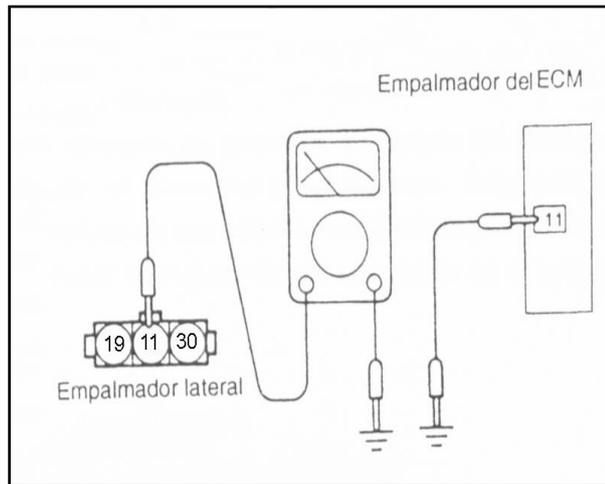


Figura 2.45 Comprobación de circuito abierto

- ☞ Empalmador del ECM: desconectado
- ☞ Empalmador del sensor de golpe: desconectado

- Comprobar si hay continuidad de circuito a tierra pin 30 y tierra figura 2.46

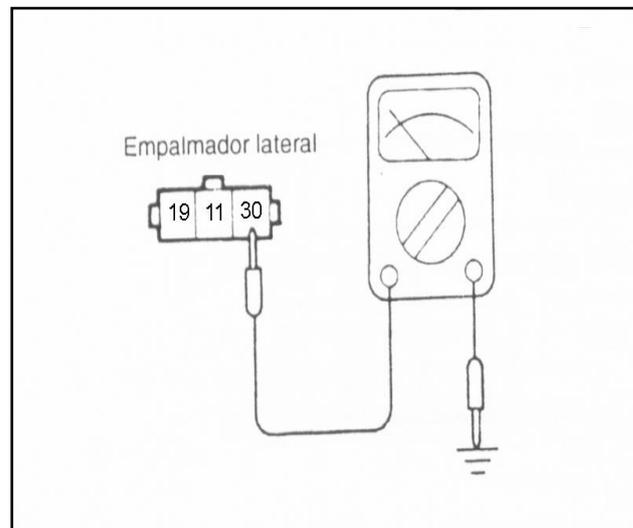


Figura 2.46 Comprobación de continuidad

☞ Empalmador: desconectado

- **INSPECCIÓN DEL SENSOR**

Con el sensor desconectado medir la resistencia entre los terminales 2 y 3 figura 2.47

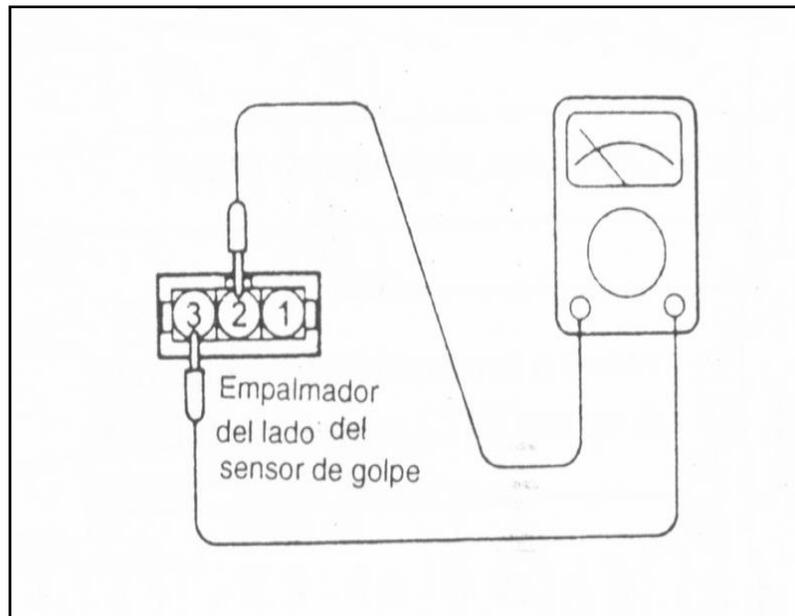


Figura 2.47 Comprobación de la resistencia del sensor

El valor de la resistencia debe ser de aproximadamente 5 M  $\Omega$  a 20 °C.

## 2.4 ECM FUNCIONAMIENTO Y COMPROBACIONES.

### 2.4.1 GENERALIDADES.

La computadora esta compuesta de varias etapas para cumplir su función, está compuesta de semiconductores electrónicos, tales como resistencias, diodos, transistores,

condensadores, circuitos integrados que sumados forman estructuras muy complejas, además dispone de modernos microprocesadores en los cuales se ha almacenado toda la información de su programa de trabajo, programa que ha sido cuidadosamente estudiado y probado

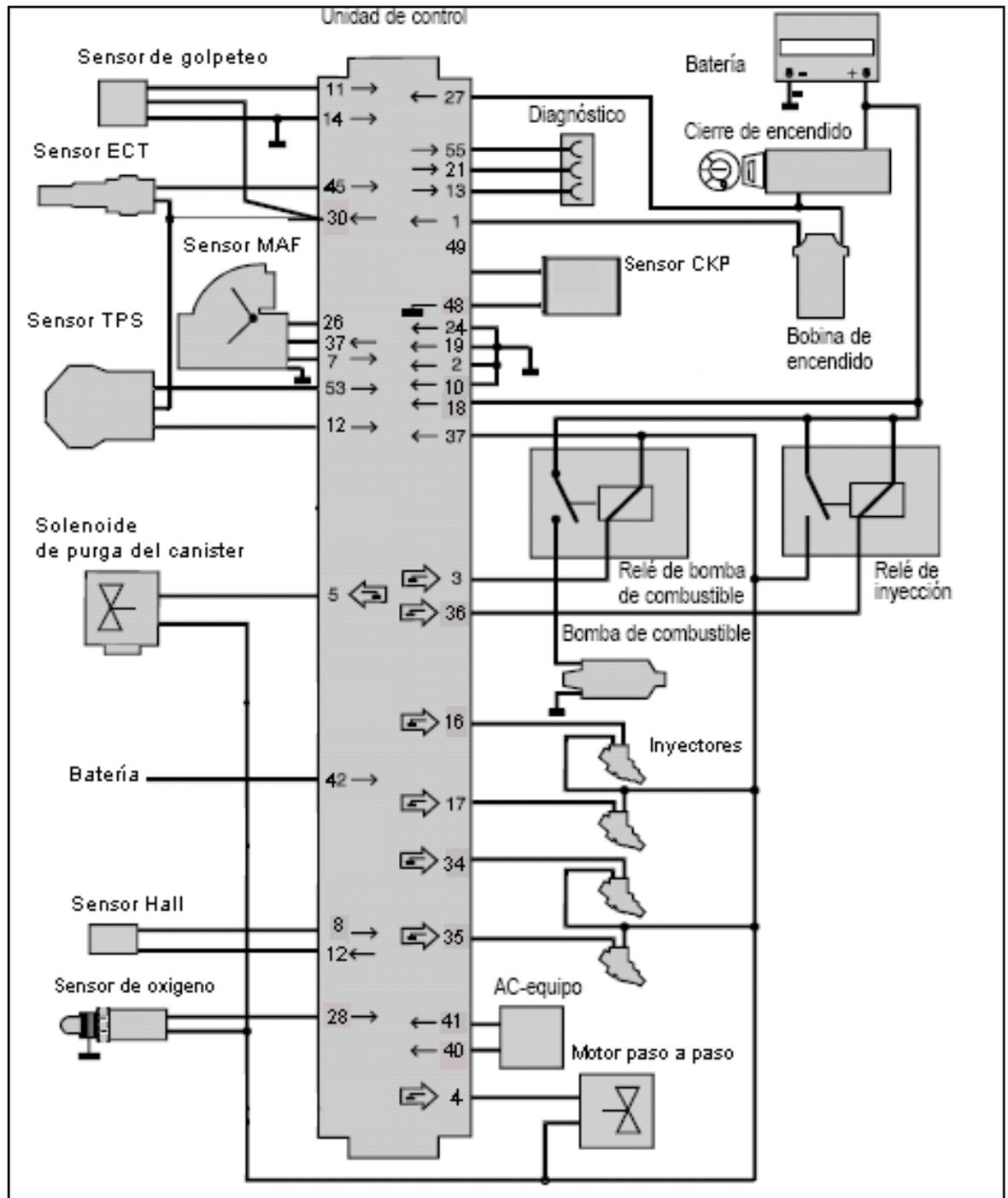


Figura 2.48 Esquema de conexiones

## 2.4.2 DIAGRAMA DE PINES.

La computadora consta de 55 pines que se encuentran distribuidos de acuerdo con la figura 2.49, los cuales se conectan a un arnés que reciben todo el cableado de los diferentes sensores del motor.

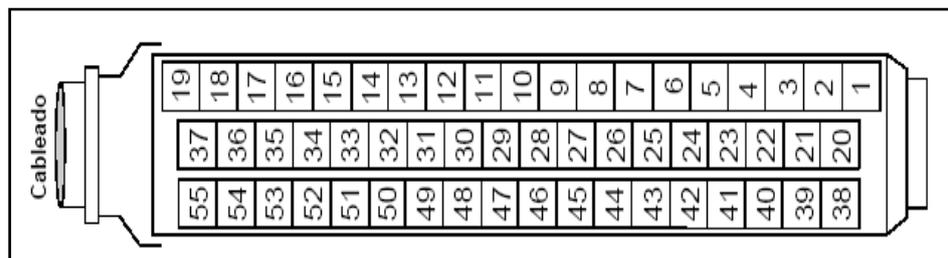


Figura 2.49 Diagrama de pines

1. Señal negativa para la bobina
2. MASA
3. Señal negativa para el relé de la bomba de gasolina
4. Señal negativa para ABRIR el motor paso a paso
5. Señal negativa para la válvula evaporadora de gases
6. Señal de velocidad del motor (T/A)
7. Señal venida desde el sensor M A F
8. Señal del sensor de posición del eje de levas
9. Señal del sensor de velocidad del vehículo
10. MASA
11. Señal del sensor de pistoneo
12. Alimentación 12V para el sensor de oxígeno
13. Diagnóstico (Check Engine)
14. MASA
15. NO TIENE CONEXIÓN

16. Señal negativa para el INYECTOR # 3
17. Señal negativa para el INYECTOR # 1
18. Batería
19. MASA principal de la computadora
20. NO TIENE CONEXIÓN
21. Check Engine
22. Señal negativa para CERRAR el motor paso a paso
23. NO TIENE CONEXIÓN
24. Masa
25. NO TIENE CONEXIÓN
26. Masa para el sensor M A F
27. Positivo de contacto de alimentación (# 15)
28. Señal del sensor de oxígeno
29. NO TIENE CONEXIÓN
30. MASA para el sensor de temperatura de agua y pistoneo
31. Señal TPS (T/A)
32. Comando negativo para relé de A/C
33. NO TIENE CONEXIÓN
34. Señal negativa para el INYECTOR # 2
35. Señal negativa para el INYECTOR # 4
36. Señal negativa para el relé principal
- 37, Batería
- 38 y 39 NO TIENE CONEXIÓN
40. Señal positiva venida del switch térmico y de presión A/C
41. Señal positiva venida del interruptor de A/C
42. Batería

- 43, 44y 46.NO TIENE CONEXIÓN
45. Señal negativa del sensor de temperatura de agua
47. NO TIENE CONEXIÓN
48. Sensor de posición del cigüeñal (Masa)
49. Sensor de posición del cigüeñal
- 50, 51 y 52.NO TIENEN CONEXIÓN
- 53 Señal del Potenciómetro del acelerador
- 54: Señal negativa TPS (A/T).
- 55: Diagnostico

### 2.4.3 PRUEBAS POR RESISTENCIA

Tabla II.7 Pruebas por resistencia

TERMINAL	CIRCUITO	RESISTENCIA	CONDICIÓN
26 y GND	Sensor MAF	11Ω	Interruptor OFF
Relè y GND	Sensor MAF	1,58 KΩ	Interruptor OFF
26 y GND	Sensor MAF	Continuidad	Interruptor OFF
3 y 85 (Relé)	Relé de la bomba	Continuidad	Interruptor OFF
4 y 22	ISC	13Ω	Interruptor OFF
22 - Relé	ISC	Continuidad	Interruptor OFF
19 - Relé	Sensor CMP	Continuidad	Interruptor OFF
11 y 30	Sensor KS	5M	Interruptor OFF
12 y 53	Sensor TPS	2,61 KΩ	Interruptor OFF
53 y 30	Sensor TPS	1,01 KΩ	Interruptor OFF

## 2.4.4 PRUEBAS POR VOLTAJE

Tabla II.8 Pruebas por voltaje

TERMINAL	CIRCUITO	VOLTAJE NORMAL	ESTADO
1	Primario de la bobina	12 V	Interruptor ON
3	Relé de la bomba	12 V	Motor encendido
4	ISC	12 V	Interruptor ON
7	Sensor MAF	1,1 V	Interruptor ON
8	Sensor CMP	5,2 V	Interruptor ON
11	Sensor KS	2,25 V	Interruptor ON
12	Sensor TPS	4.8v - 5.2v	Interruptor ON
45	Sensor ECT	4.6v - 4.8v	Interruptor ON
17	Inyectores	12,5 V.	Interruptor ON
3	Bomba	12,5 V.	Interruptor ON

## 2.5 ACTUADORES

### 2.5.1 INYECTORES

Son solenoides, válvulas normalmente cerradas, inyectan el combustible de acuerdo a la señal que reciben del ECM.

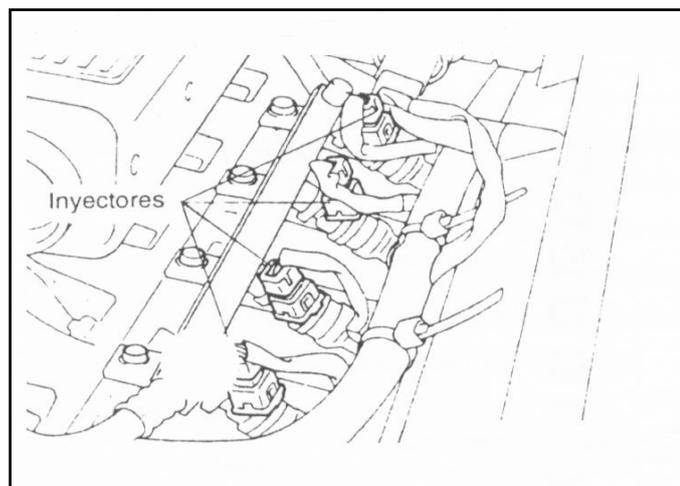


Figura 2.50 Inyectores



Figura 2.51 Inyectores

### 2.5.1.1 COMPROBACIONES DE LOS INYECTORES

Para realizar la inspección de los inyectores tenemos pruebas por voltaje, resistencia, los cuales se los realiza de uno en uno, y así saber cual es el estado de los mismos, además tenemos la prueba de caudal, para esto utilizaremos los siguientes diagramas.

- **CIRCUITO ELÉCTRICO**

La figura 2.52 indica la distribución de pines para cada inyector los cuales están conectados al ECM, así como también los colores de los conductores.

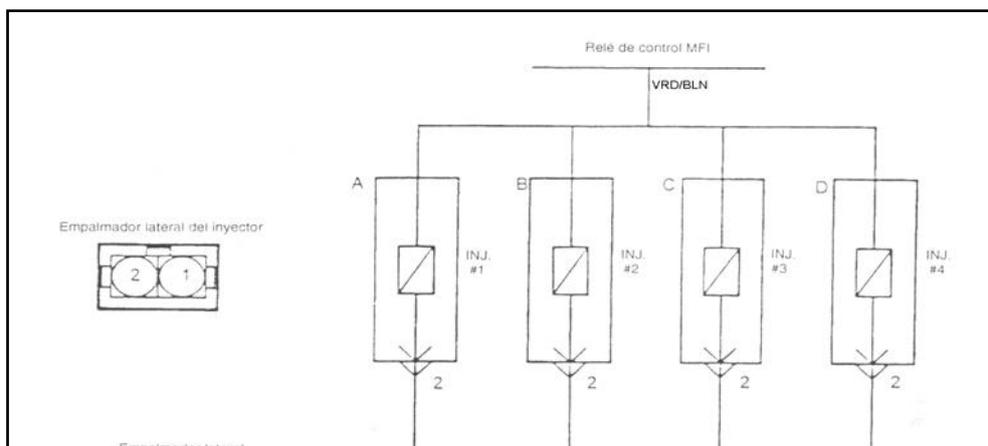


Figura 2.52 Circuito eléctrico de los inyectores

- **PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN DEL CONECTOR:**

- Medir voltaje de suministro de potencia del inyector, entre el pin 37 y tierra, figura 2.53

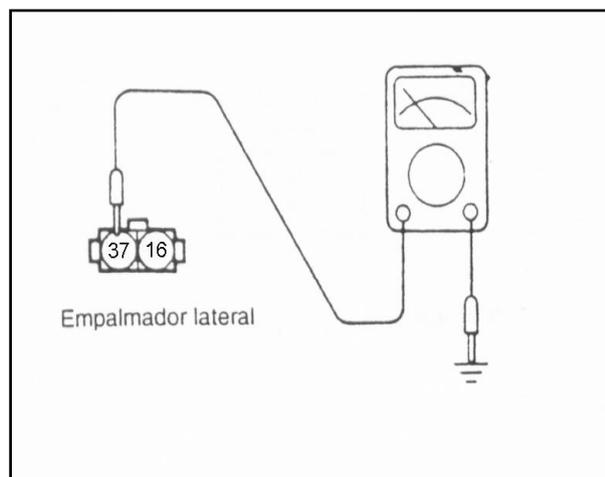


Figura 2.53 Comprobación de suministro de voltaje

- ☞ Empalmador: desconectado
- ☞ Interruptor de encendido: ON

☞ Voltaje: 12 – 14 V

- Comprobar circuito abierto o cortocircuito a tierra entre la unidad de control, pin 16 y el inyector, figura 2.54

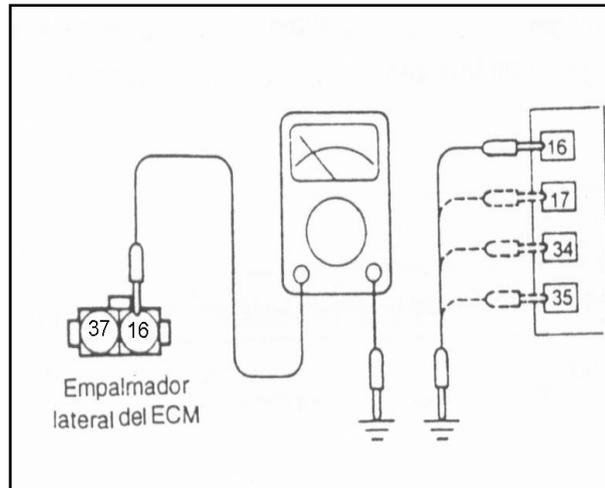


Figura 2.54 Comprobación de corto circuito

☞ Empalmador del ECM: desconectado

☞ Empalmador del inyector : desconectado

### • INSPECCIÓN DEL INYECTOR

Medir la resistencia entre los bornes del inyector figura 2.55

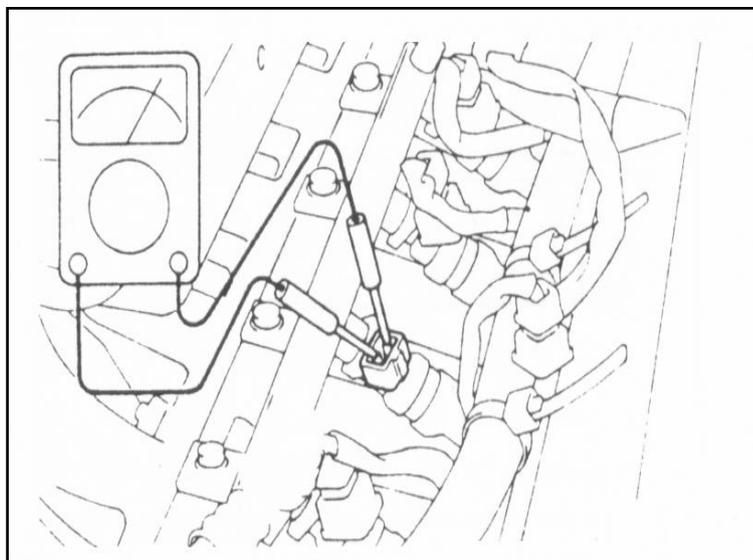


Figura 2.55 Comprobación de la resistencia del inyector

La resistencia debe ser de 13 a 16  $\Omega$  caso contrario reemplazar el inyector.

### 2.5.2 VÁLVULA DE CONTROL DE VELOCIDAD DE RALENTÍ (ISC)

El actuador de velocidad de ralentí es del tipo motor paso a paso, las bobinas son accionadas por etapas de propulsión diferentes en el ECM. Una bobina recibe la señal inversa de la otra dependiendo del factor resistencia de impulso, el equilibrio de las fuerzas magnéticas de las dos bobinas resultara en diferencias de ángulo del motor.

Paralela a la válvula del estrangulador una manguera de desvío, figura 2.56, es dispuesta donde el a de velocidad de ralentí es insertado.

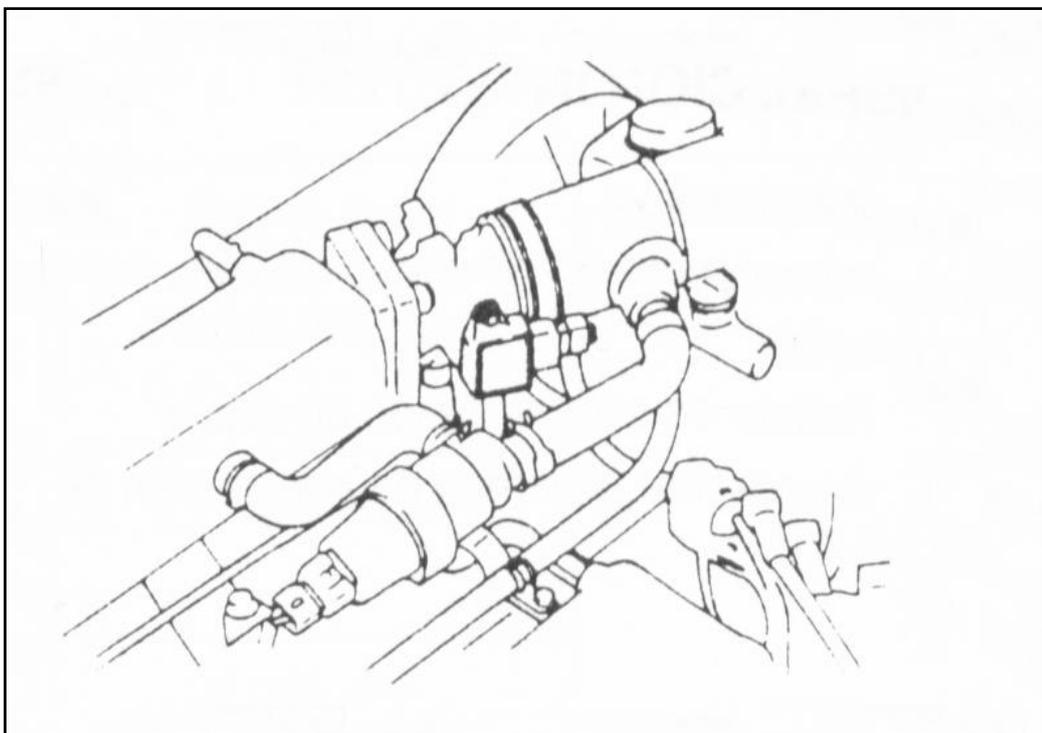


Figura 2.56 Ubicación de la válvula de control de ralentí (ISC)

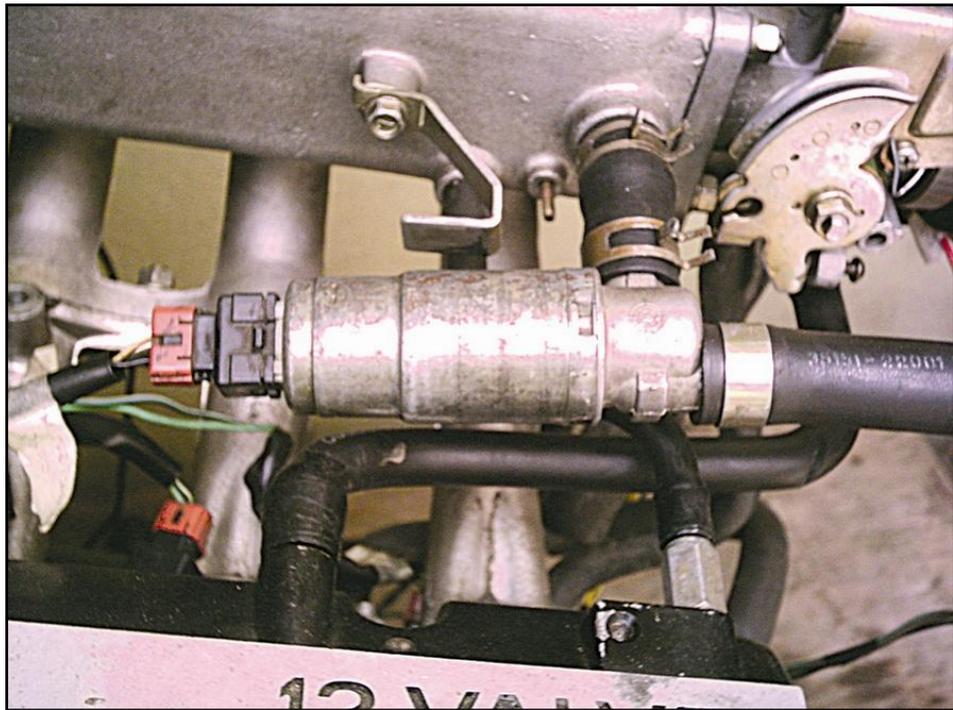


Figura 2.57 Válvula de control de ralentí (ISC)

### 2.5.2.1 COMPROBACIONES DEL ISC

Para las comprobaciones de este actuador realizaremos pruebas tanto de voltaje como de resistencia, los siguientes

diagramas serán una guía para ubicar los terminales en el ECM.

### • CIRCUITO ELÉCTRICO

La distribución de pines del actuador los cuales están conectados al ECM es la siguiente: el pin 1 recibe señal para abrir la válvula, el pin 3 para cerrar la misma y el pin 2 va al relé de control.

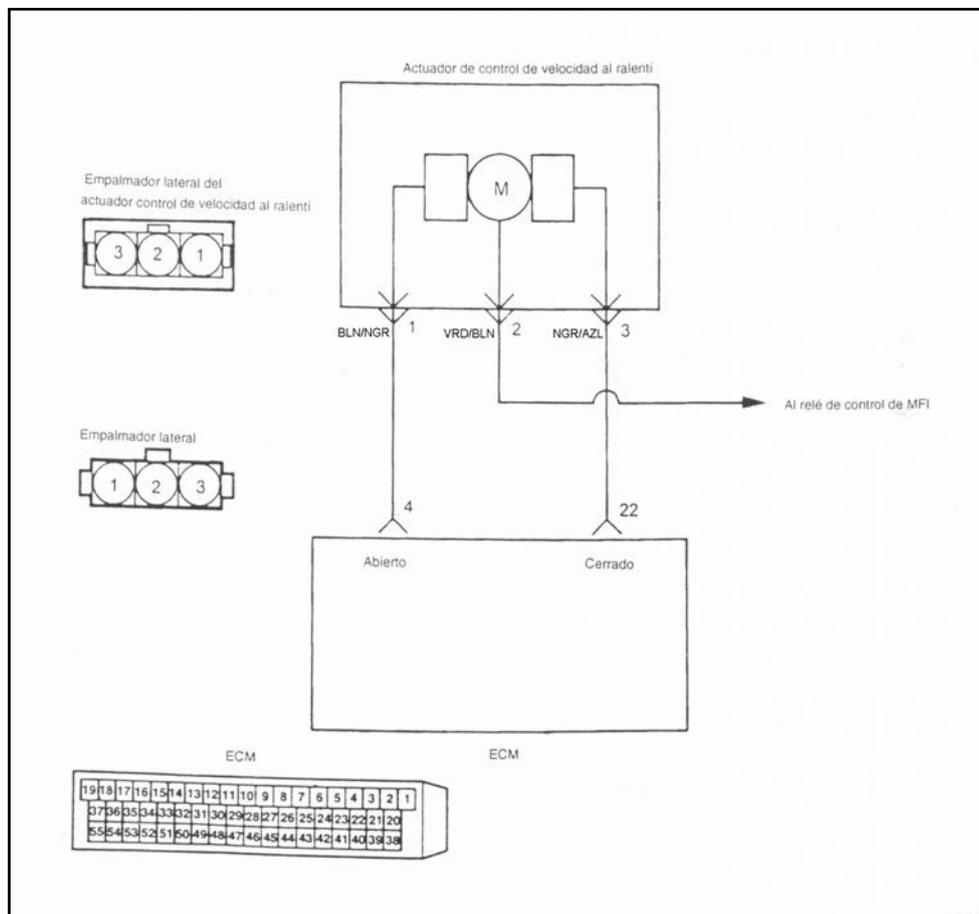


Figura 2.58 Circuito eléctrico del ISC

- **PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN POR VOLTAJE DEL CONECTOR:**

- Medir voltaje de suministro de potencia del ISC entre el pin 37 y tierra, figura 2.59

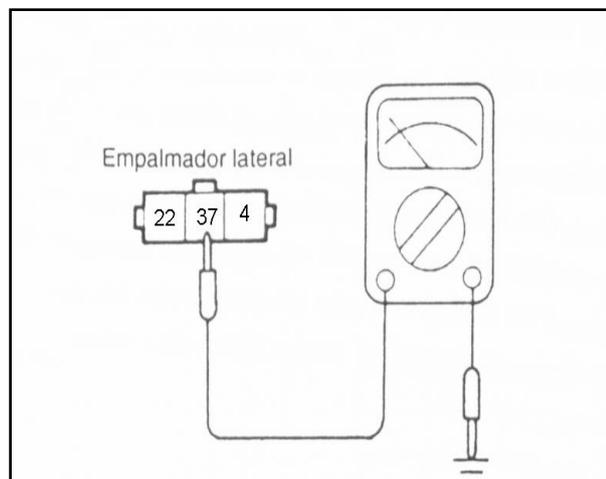


Figura 2.59 Comprobación de suministro de voltaje

- ☞ Empalmador: desconectado
  - ☞ Interruptor de encendido: ON
  - ☞ Voltaje: voltaje del sistema
- Comprobar circuito abierto o cortocircuito a tierra entre la unidad de control, pines 4 y 22, y del ISC, figura 2.60

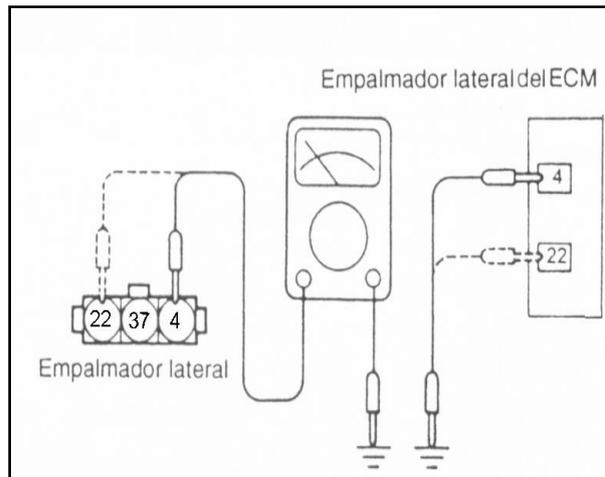


Figura 2.60 Comprobación de cortocircuito

- ☞ Empalmador del ECM: desconectado
- ☞ Empalmador del ISC : desconectado

• **INSPECCIÓN POR RESISTENCIA DEL ISC**

Medir la resistencia entre los bornes 1 y 2 ( $13 \Omega$ ) y los bornes 2 y 3 ( $13 \Omega$ ) figura 2.61

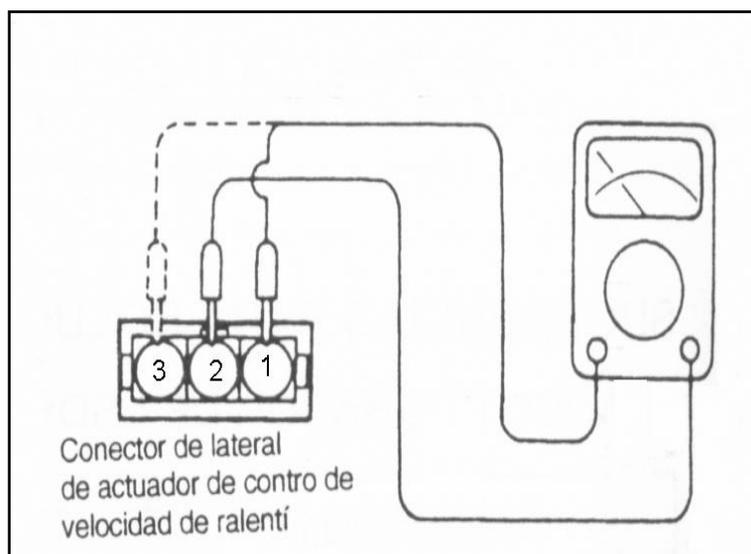


Figura 2.61 Comprobación de la resistencia del ISC

## 2.6 SUBSISTEMA HIDRAULICO

### 2.6.1 FUNCIONAMIENTO, COMPROBACIÓN Y PRUEBAS.

El sistema de alimentación de combustible se encarga de impulsar el combustible desde el depósito hasta los inyectores, genera la presión necesaria para la inyección y la mantiene constante.

El sistema incluye: bomba de combustible, filtro, riel de distribución, regulador de presión e inyectores figura 2.62.

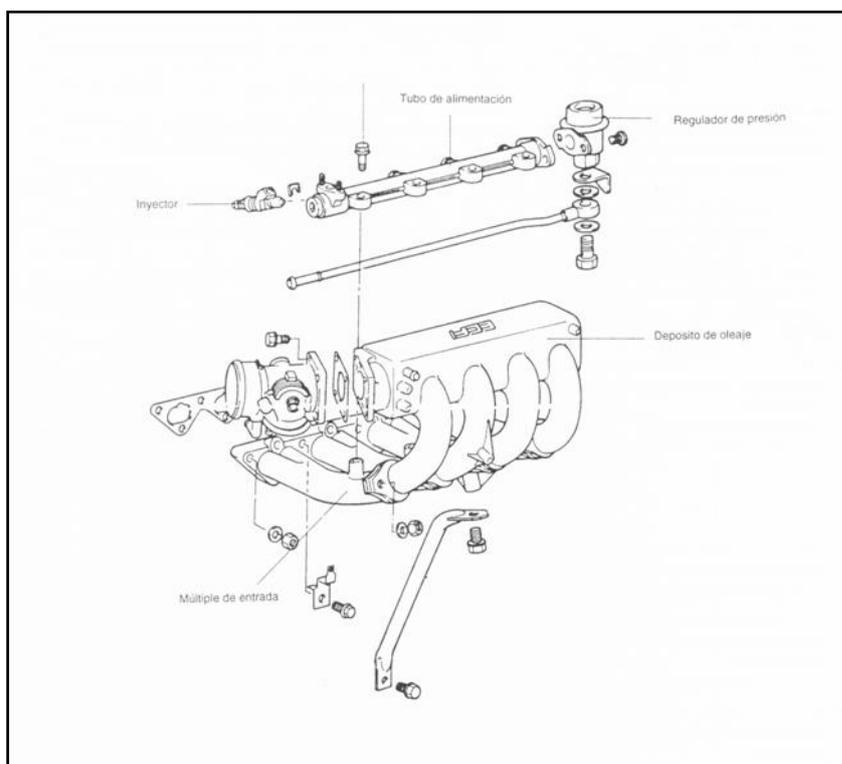


Figura 2.62 Subsistema hidráulico

### 2.6.1.1 BOMBA DE ALIMENTACIÓN.

La bomba de combustible es un motor eléctrico de imanes permanentes, el cual impulsa a una bomba de paletas de alta velocidad.

El combustible se debe suministrar a los inyectores con la presión correcta y en el volumen correcto.

#### 2.6.1.1.1 COMPROBACIONES:

Las comprobaciones ha realizarse en la bomba de combustible son pruebas por voltaje y la verificación de la presión de la bomba.

- **CIRCUITO ELÉCTRICO**

En la figura 2.63 tenemos el circuito eléctrico correspondiente a la bomba de combustible en el que podemos identificar las conexiones y terminales correspondientes.

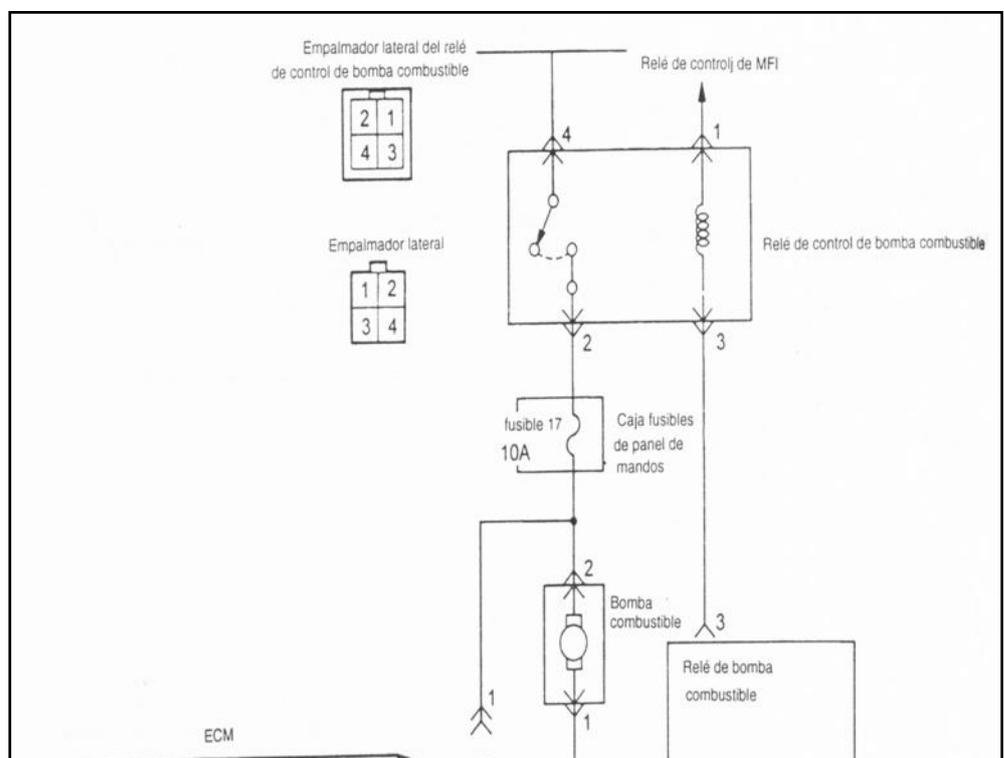


Figura 2.63 Circuito eléctrico de la bomba de combustible

Conectar el voltaje de la batería al conector de la bomba de combustible para comprobar su funcionamiento figura 2.64.

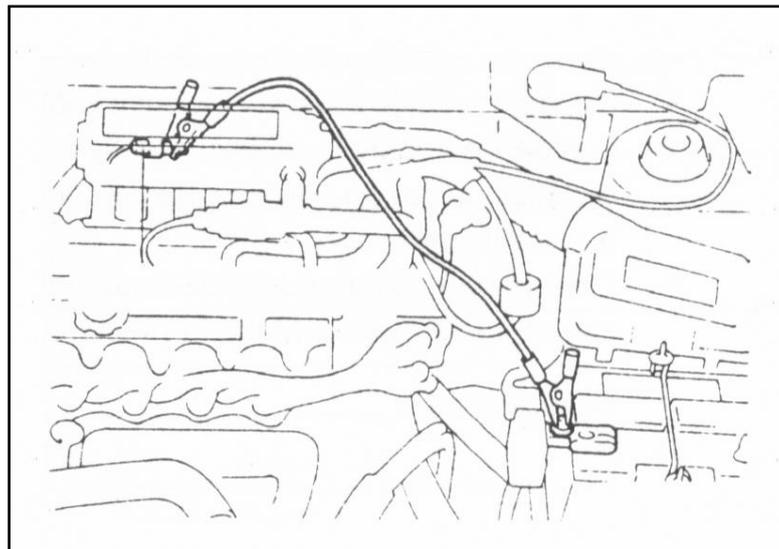


Figura 2.64 Suministro de voltaje

Apretar la manguera para comprobar que existe presión de combustible figura 2.65

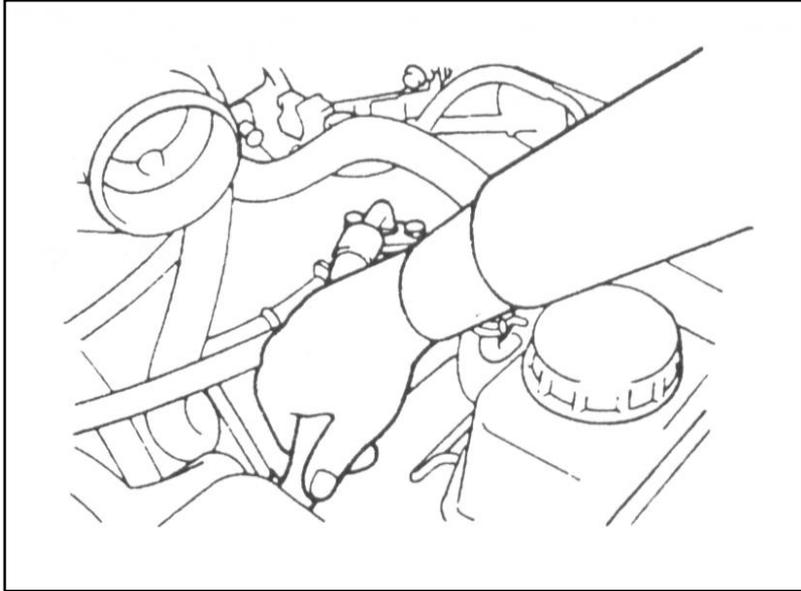


Figura 2.65 Verificación de combustible

#### 2.6.1.1.2 COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE:

Conectar el adaptador del manómetro de presión e instalar el manómetro figura 2.66

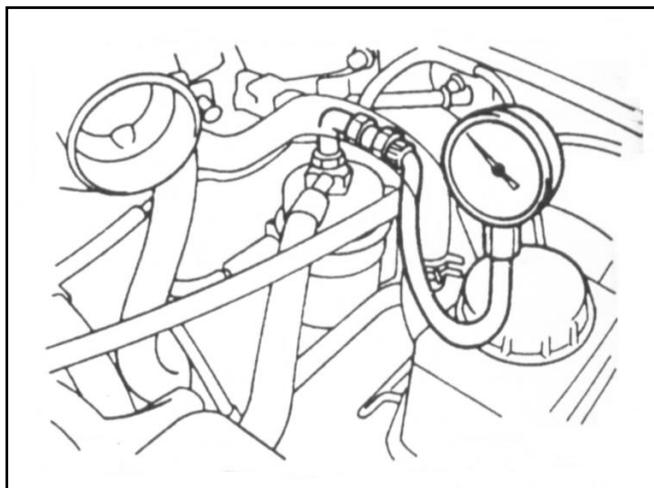


Figura 2.66 Instalación del manómetro

Conectar el voltaje de la batería al conector de la bomba de combustible, luego verificar que no existan fugas de combustible.

Desconectar la manguera de vacío del regulador de presión figura 2.67 y taponar el extremo de la manguera, medir la presión de combustible en ralentí. El valor de la presión debe ser de 44.37 psi.

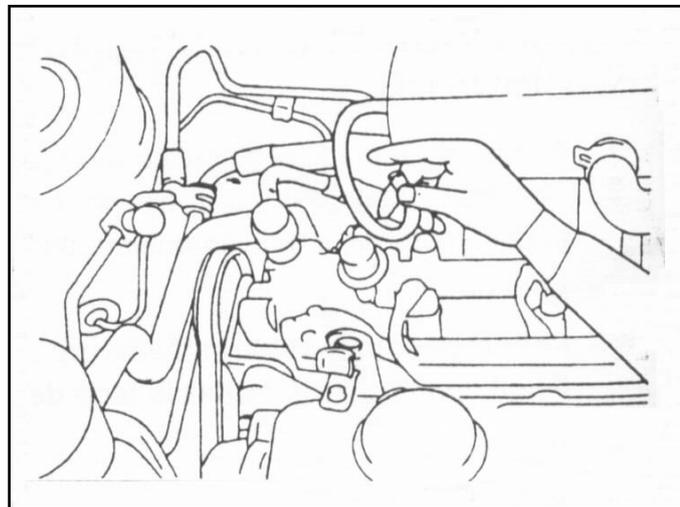


Figura 2.67 Presión de combustible en ralentí

Medir la presión de combustible cuando la manguera de vacío esta conectada al regulador de presión figura 2.68. El valor de la presión debe ser de 43 psi aproximadamente

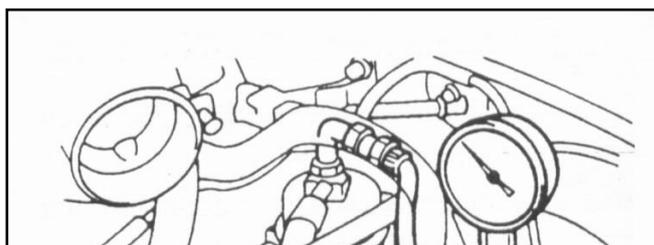


Figura 2.68 Presión de combustible regulada

Si los valores obtenidos no están dentro del rango utilizar la tabla siguiente para determinar las posibles causas y realizar las reparaciones necesarias

Tabla II.8 Averías y soluciones para valores de presión erróneos

Condición	Causa probable	Solución
Presión de combustible demasiado baja	a. Filtro atascado	a. Cambiar filtro
	b. Fuga de combustible al lado del retorno, a causa del mal encaje del regulador de presión de combustible	b. Cambiar regulador de presión de combustible
Presión de combustible demasiado alta	a. Regulador de presión de combustible atascado	a. Cambiar regulador de presión de combustible
	b. Manguera de retorno de combustible doblada	b. Reparar o cambiar la manguera
Sin diferencia en la presión de combustible con la manguera de vacío conectada o no	a. Manguera o boquilla de vacío dañadas	a. Reparar o cambiar manguera de vacío

	b. Regulador de presión de combustible se atasca o encaja mal	b. Reparar o cambiar la manguera
--	---	----------------------------------

Parar el motor y comprobar si cambia la lectura de manómetro de presión de combustible, que deberá durar aproximadamente 5 min. Si la presión baja determinar las causas de acuerdo a la tabla II.9.

Tabla II.9 Averías y soluciones para valores de presión erróneos

Condición	Causa probable	Solución
La presión de combustible cae despacio una vez parado el motor	Fuga en el inyector	Cambiar el inyector
La presión de combustible cae en cuanto se para el motor	Válvula de comprobación dentro de la bomba de combustible abierta	Cambiar la bomba de combustible

### 2.6.1.2 REGULADOR DE PRESIÓN

El regulador de presión de combustible consiste en una válvula conectada a un diafragma con resorte comprimido. El regulador controla la presión del combustible entre 30 y 45 psi en la mayor parte de las aplicaciones en marcha mínima en vacío. Una línea de vacío conecta el regulador al múltiple de admisión, permitiendo que la presión del múltiple se aplique al lado posterior del diafragma.

El efecto resultante es que cuando el acelerador esté abierto y la presión del múltiple de admisión se incremente, la presión del combustible se incrementará entre 5 y 10 psi. Esto logra dos cosas; permite que la presión diferencial adecuada se mantenga a través de la punta del inyector, y actúa como una bomba del acelerador.

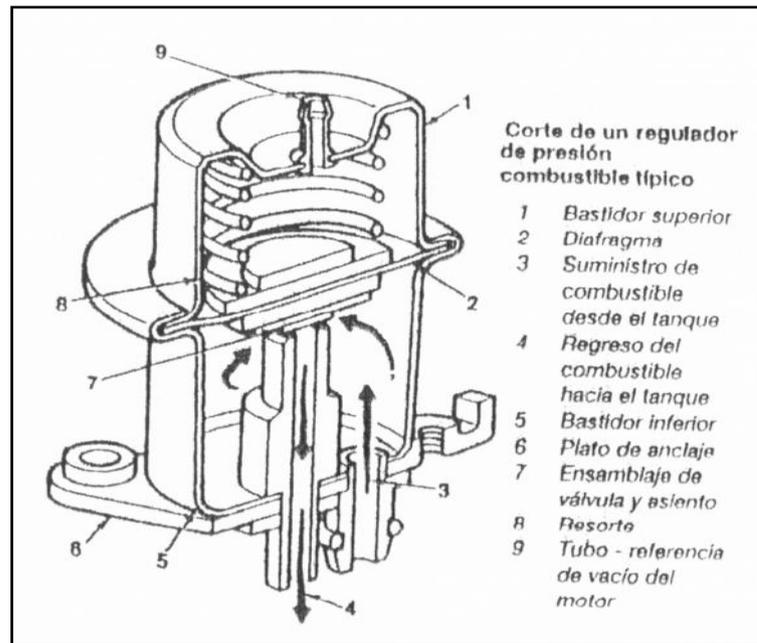


Figura 2.69 Regulador de presión de combustible

La presión incorrecta del combustible puede provocar que el motor funcione con mezcla pobre si la presión del combustible es demasiado baja, y el motor funcionará con mezcla rica si la presión del combustible es demasiado alta. Un defecto en el regulador de presión del combustible puede resultar en un alto consumo de combustible, marcha mínima en vacío brusca o errática y potencia pobre



Figura 2.70 Regulador de presión de combustible

## 2.7 SUBSISTEMA DE AIRE

Este subsistema es el encargado del ingreso correcto de aire a los cilindros del motor, las partes que componen este sistema son: el depurador, las mangueras, el filtro de aire, el múltiple de admisión figura 2.71.

Para las pruebas en este sistema se debe controlar que no existan fugas ni ingresos de aire adicional ya que no serán captados por el sensor MAF por lo que la relación aire/combustible se vería afectada, con lo que el consumo de combustible se incrementaría así como las emisiones de gases contaminantes.

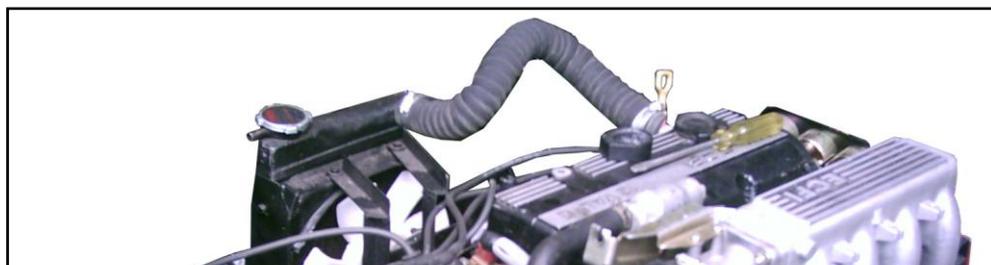


Figura 2.71 Subsistema de aire

## **2.8 SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO**

Sí fallan los componentes del sistema MFI (sensores, ECM, inyector, etc.), se producirá interrupción o fallo del suministro de la cantidad adecuada de combustible para las distintas condiciones de funcionamiento del motor podrán darse estas situaciones:

1. El motor cuesta poner en marcha o no arranca
2. Ralentí inestable

Si se observa cualquiera de lo anterior, efectuar primero una inspección mediante el auto diagnóstico seguida de las comprobaciones básicas del motor (malfuncionamiento del sistema de encendido, ajuste incorrecto del motor, etc.) e inspeccionar luego los componentes del sistema MFI con el probador para usos múltiples.

## NOTAS

1) Antes de quitar o poner pieza alguna, leer el código de diagnóstico y desconectar luego el borne negativo (—) de la batería.

2) Antes de desconectar el cable del borne de la batería, poner en OFF el conmutador de encendido. Quitar o conectar el cable de la batería con el motor en marcha o con el conmutador de encendido en ON puede dañar la ECM.

3) Los aparejos de control entre la ECM y el sensor de oxígeno son cables protegidos, con la protección haciendo tierra al cuerpo para evitar que influyan los ruidos del encendido y la interferencia de la radio. Si el cable protegido es defectuoso se sustituirá el aparejo de control.

### **2.9 LUZ DE COMPROBACION DEL MOTOR (MALFUNCTION INDICATING LAMP (MIL))**

Cuando se observa alguna irregularidad una bombilla o luz para comprobar el motor se enciende para informar de ello a quien maneja los ítems de control de emisión.

Pero cuando la señal irregular vuelve a la normalidad, la luz se apaga. Nada más encenderse el conmutador de encendido, la luz de comprobación del motor se enciende 5 segundos para indicar que dicha luz funciona con normalidad.

- Sensor de oxígeno caliente (HO2S)

- Sensor de temperatura de aire (Sensor de MAF)
- Sensor de posición del estrangulador (Sensor TP)
- Sensor de temperatura del refrigerante de motor (Sensor ECT)
- Servo control velocidad de ralentí (Accionador ISC)
- Inyectores
- ECM

### **2.9.1 PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN (AUTODIAGNÓSTICO)**

1) Cuando el voltaje de la batería es bajo, no se pueden leer los códigos de averías. Comprobar el voltaje de la batería y demás condiciones antes de empezar la prueba.

2) La memoria del diagnóstico se borra si se desconecta la batería o el empalmador de la ECM. No desconectar la batería antes de haber leído del todo los códigos de averías.

#### **2.9.1.1 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN (EMPLEANDO EL ESCÁNER)**

1. Desconectar (OFF) el conmutador de encendido.

2. Conectar el probador de usos múltiples al empalmador del diagnóstico, figura 272, y conectar el borne de potencia del probador a los bornes de la batería.



Figura 2.72 Conector para el escáner

4. Poner el conmutador en ON (encendido).
5. Emplear el probador de usos múltiples para comprobar los códigos de autodiagnóstico.
6. Al encender el escáner aparecerá la pantalla de la figura 2.73.
7. Luego seguir la secuencia de las pantallas hasta borrar todos los códigos de falla existentes.



Figura 2.73 Pantalla inicial del escáner



Figura 2.74 Pantalla para seleccionar la marca del vehículo



Figura 2.74 Pantalla para seleccionar las diferentes funciones del escáner

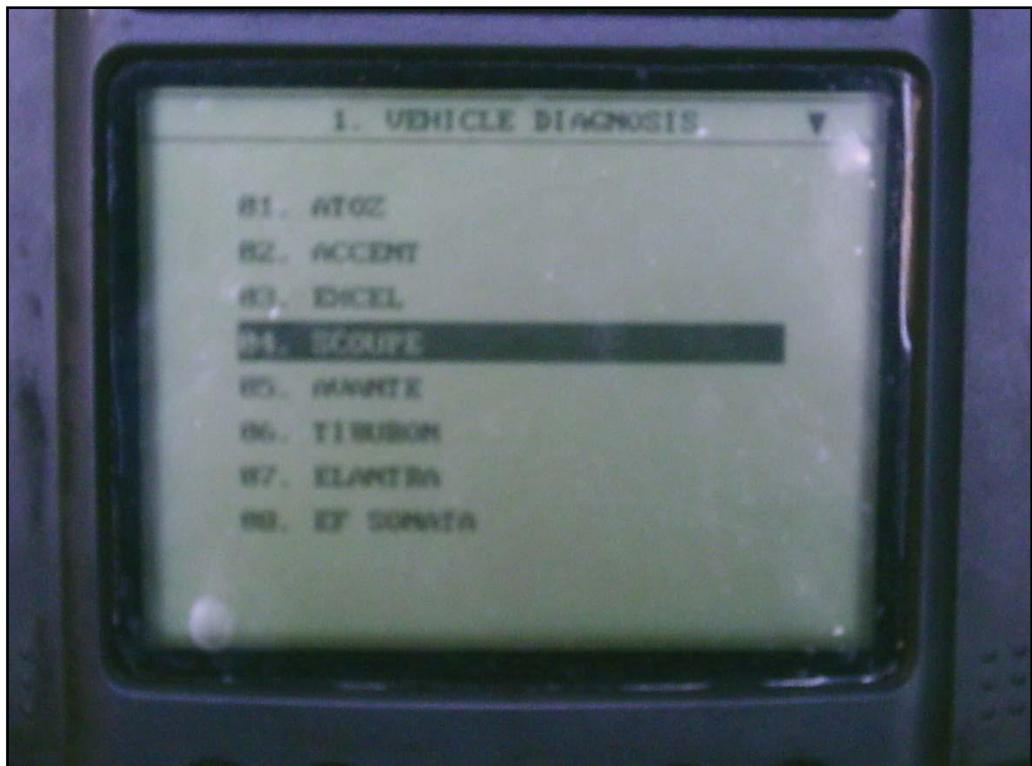


Figura 2.75 Pantalla para seleccionar el modelo del vehículo



Figura 2.76 Pantalla para seleccionar el tipo del motor

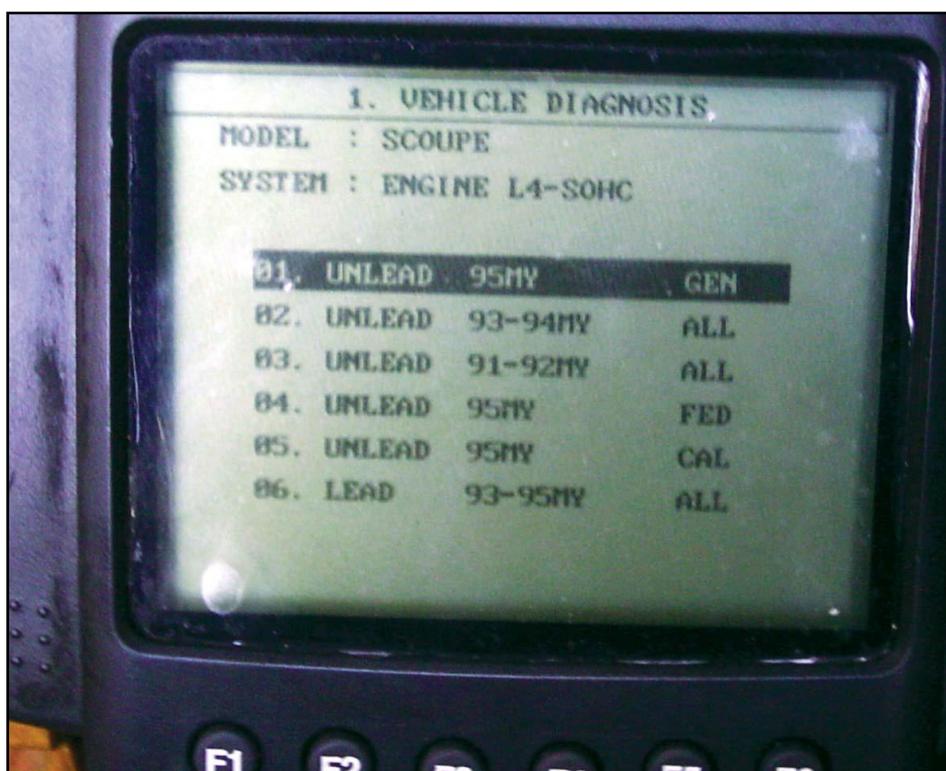


Figura 2.77 Pantalla para seleccionar el año de fabricación

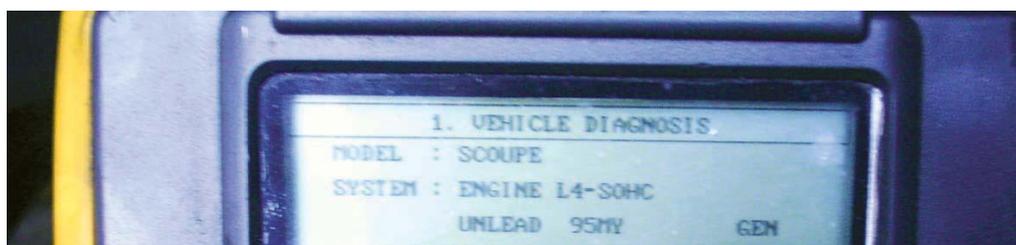


Figura 2.78 Fase de comunicación entre ECM y el escáner

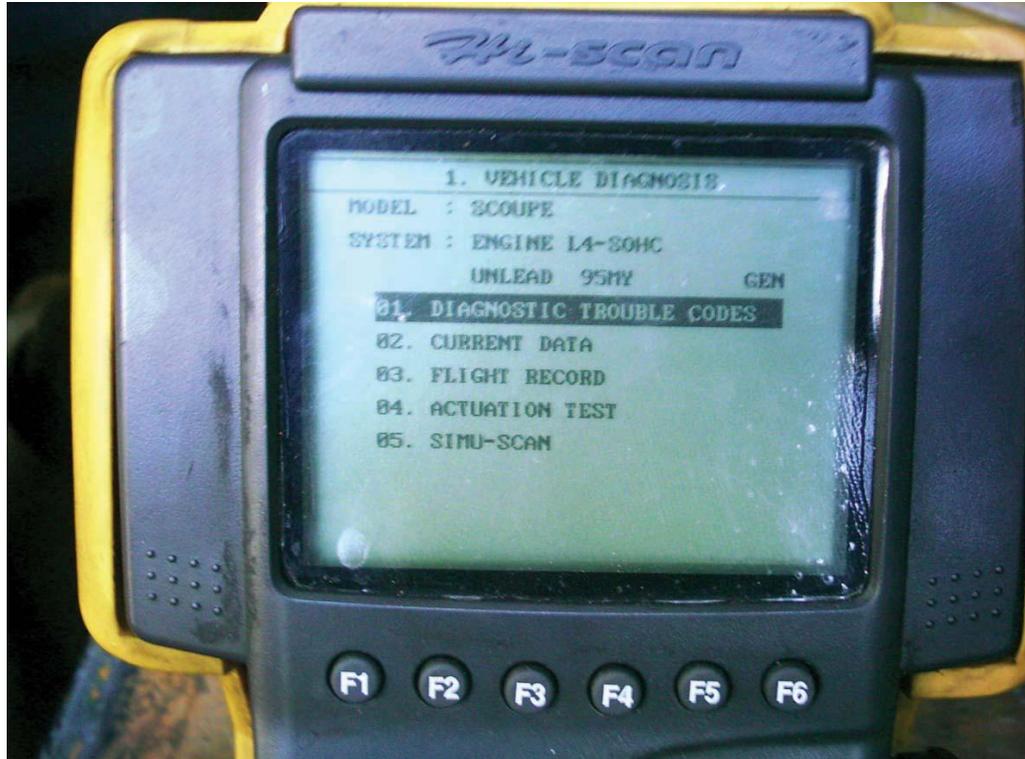


Figura 2.79 Pantalla para seleccionar las diferentes funciones del escáner

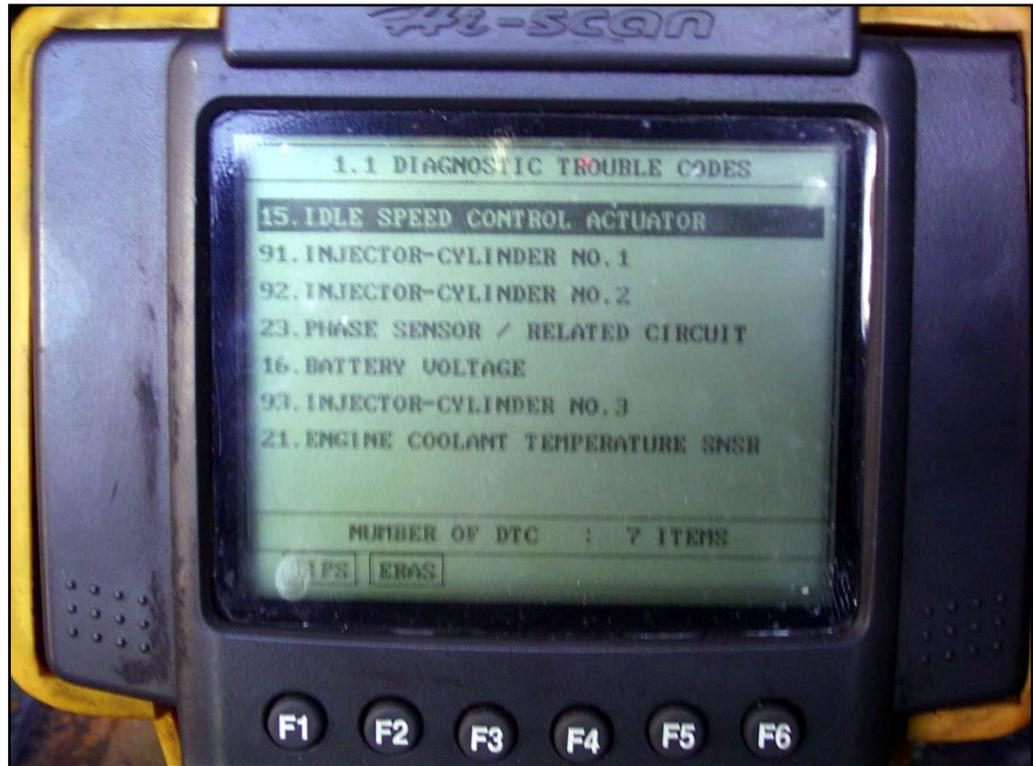


Figura 2.80 Pantalla para seleccionar la función del escáner

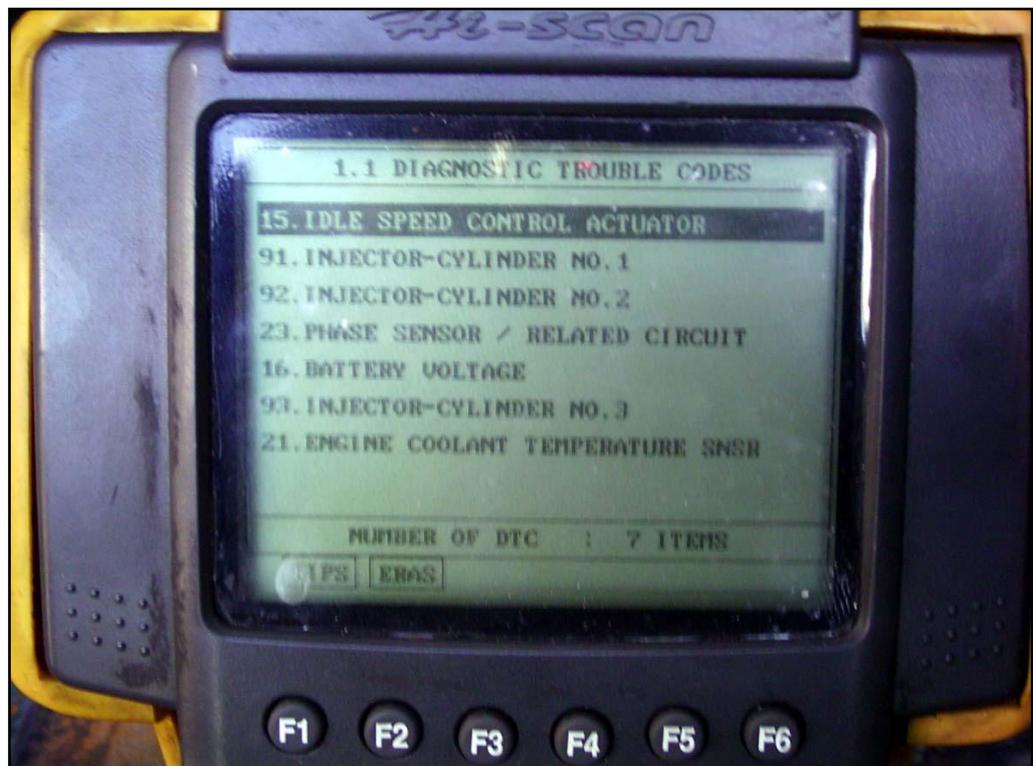


Figura 2.81 Códigos de falla almacenados

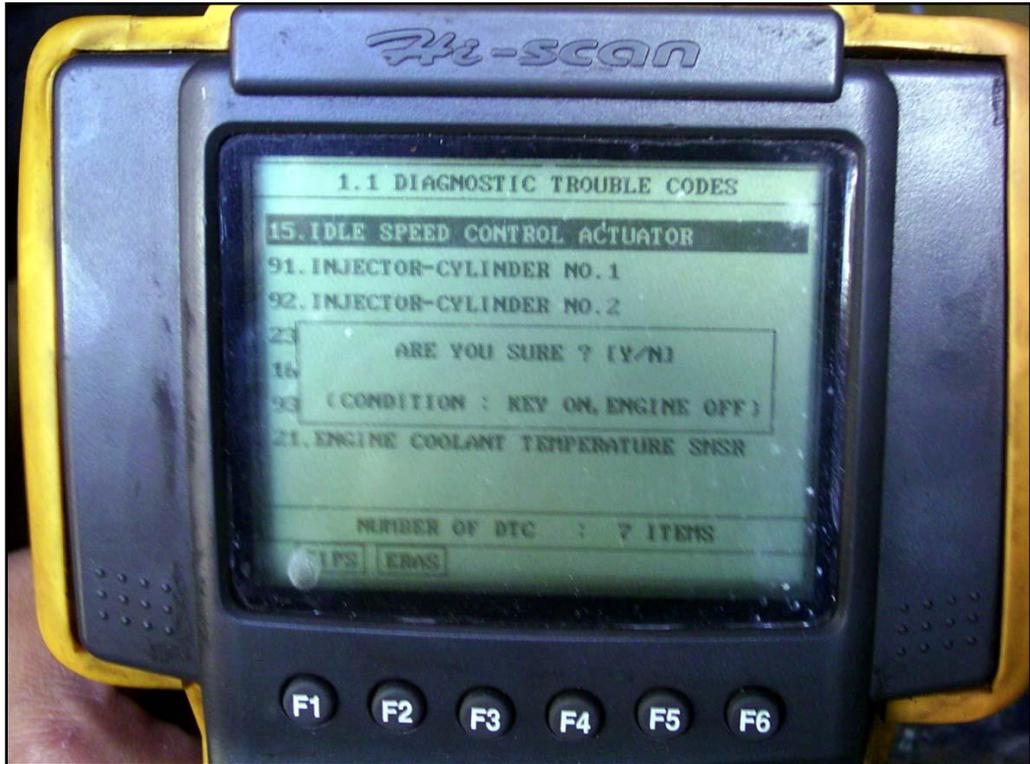


Figura 2.82 Pantalla para borrar códigos de falla

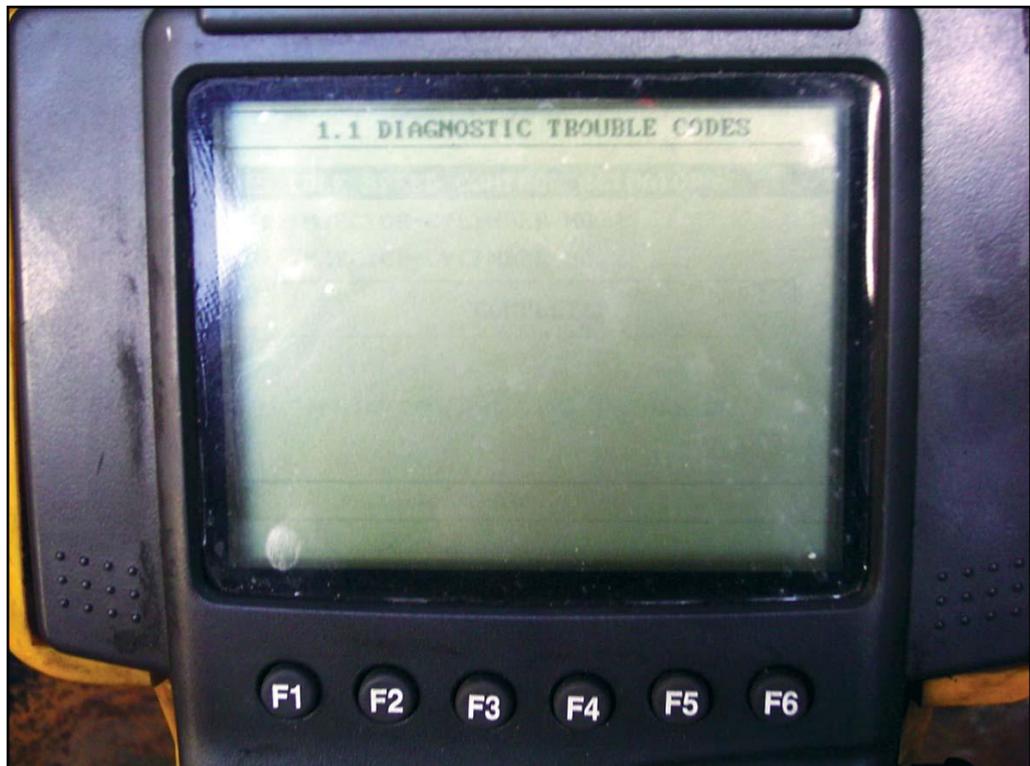


Figura 2.83 Códigos de falla borrados

### 2.9.1.2 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN (UTILIZANDO MIL (Check Engine))

1. Conmutador de encendido en ON (No arranque).
2. Conectar a tierra el cable L (Pasador número 10), figura 2.70, en el empalmador de eslabón para 2,5-7 segundos.

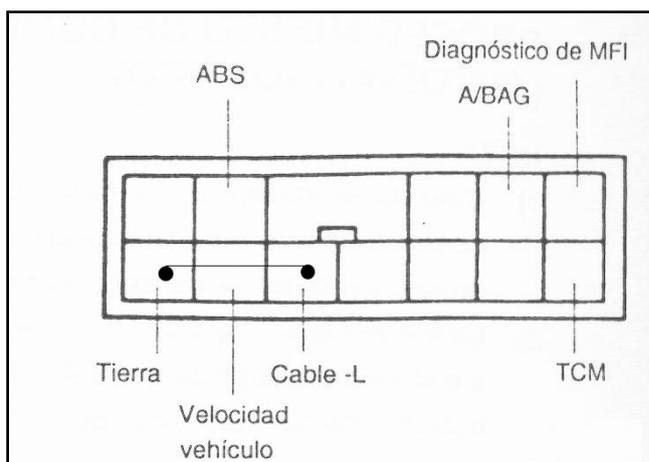
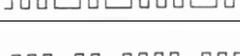
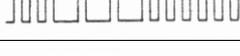
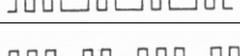
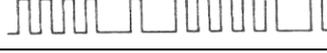
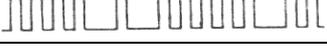


Figura 2.70 Conector de diagnóstico Hyundai

3. La primera salida es la falta almacenada o el código no descubierto.”(4444)
4. Cada código intermitente es repetido infinitamente hasta que se ordene el próximo paso.
5. Repetido hasta se ordene el próximo paso al conectar a tierra el cable L durante 2,5-7 segundos. Después, se sigue el próximo código.
6. La última emisión salida consiste en el código para “fin de emisión” (3333). Después de realizar los pasos siguientes según antes descritos, lo que queda es el modo de prueba diagnóstico.

## 2.10 CÓDIGOS DE FALLA

Ítem diagnóstico	Código de averías de diagnóstico		Descripción	
	Indicador de probador	MIL		
Unidad de control del motor (ECM)	13. ECU	1233		Error de sima de control ROM
		1234		Fallo interno ECM
		1169		
		3233		
		3241		
		3242		
		3243		
Sensor de oxígeno	21. O2 SENSOR	3128		Fallo del sistema del sensor de oxígeno o de conector
Sensor de flujo de masa de aire	22. AFS	3117		Fallo del sistema AFS o de conector
Sensor de temperatura del motor	23. WTS	3145		Fallo del sensor WTS o conector
Sensor de posición del árbol de levas	24. PHASE SENSOR	3222		Fallo del sensor CMP o conector
Sensor de ángulo del cigüeñal	25. CRANK P. SNSR	3232		Fallo del sensor CKP o conector
Sensor de posición del estrangulador	26. TPS	3153		Fallo del sensor TPS o conector
Sensor de golpeteo	27. KNOCK SNSR	3211		Fallo del sensor KS o conector
Sensor de velocidad del vehículo	29. VEH SPD SNSR	3159		Fallo del sensor VSS o conector
Batería	31. BATTERY	3137		Voltaje de batería incorrecto
Conmutador de aire acondicionado	33. A/C SWITCH	3149		Fallo del conmutador A/C o del relé

Item diagnostico	Código de averías de diagnóstico			Descripción
	Indicador de probador	MIL		
Inyector	41. Nº 1 INJECTOR	3112		Fallo del inyector Nº 1
	42. Nº 2 INJECTOR	3234		Fallo del inyector Nº 2
	43. Nº 3 INJECTOR	3116		Fallo del inyector Nº 3
	44. Nº 4 INJECTOR	3235		Fallo del inyector Nº 4
Válvula solenoide de purga del canister EVAP	45. PURGE VALVE	3135		Fallo de la válvula de purga o conector
Actuador de control de velocidad de ralentí	47. ISC	3114		Fallo del ISC o conector
		3122		
Relación Aire/Combustible	81. A/F LEAN	4151		Escape de aire/combustible o inyector atascado
		4152		
		4153		
	82. A/F RICH	4151		Escape de aire/combustible o inyector atascado
		4152		
		4153		
Sensor de temperatura de admisión del aire	85. ATS	3146		Corto circuito

## VII. SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO.

### 3.10. ENCENDIDO CON GENERADOR HALL.

Encendido por bobina transistorizado con transmisor Hall (TSZ h). El transmisor Hall, figura 3.1, es un interruptor de mando electrónico cuya acción se basa en el efecto Hall. Sirve como transmisor de impulsos que provoca el choque de corriente de descarga en el aparato de formación de impulsos de encendido.

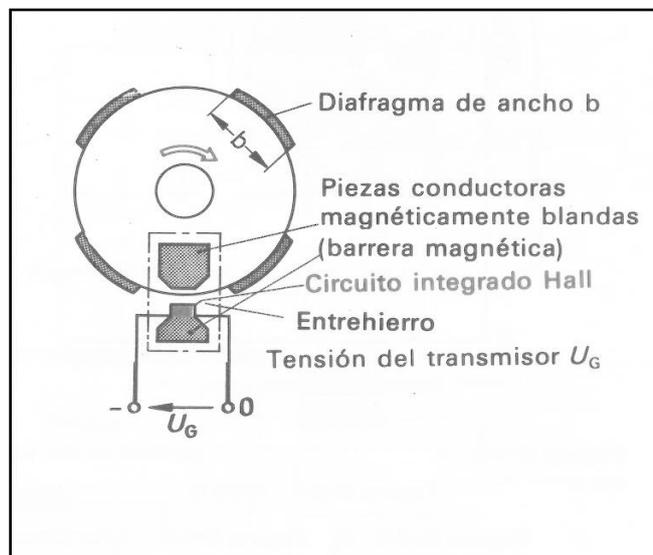


Figura 3.1 Esquema del generador Hall

El transmisor Hall consta de la barrera magnética (imán permanente con piezas conductoras magnéticamente blandas) así como de un circuito de semiconductores integrados denominado Hall-IC. Por IC (Integrated Circuit) se entiende un microcircuito electrónico en el que los más diferentes componentes electrónicos están enlazados entre sí de forma inseparable en el espacio más pequeño posible.

El rotor del distribuidor está configurado como rotor de diafragmas, cuyo número de diafragmas corresponde al de cilindros del

motor. El ancho de diafragma  $b$  corresponde al ángulo de cierre y no puede variar. El rotor de diafragmas se mueve en el entrehierro de la barrera magnética.

El efecto Hall aparece en una capa semiconductor circulado por la corriente (capa Hall  $H$ ), figura 3.2. Cuando existe un campo magnético perpendicular a la capa Hall  $H$  se produce entre las superficies de contacto  $A$  una tensión, la tensión Hall  $U_H$ . La altura de la tensión Hall depende de la intensidad del campo magnético<sup>5</sup>.

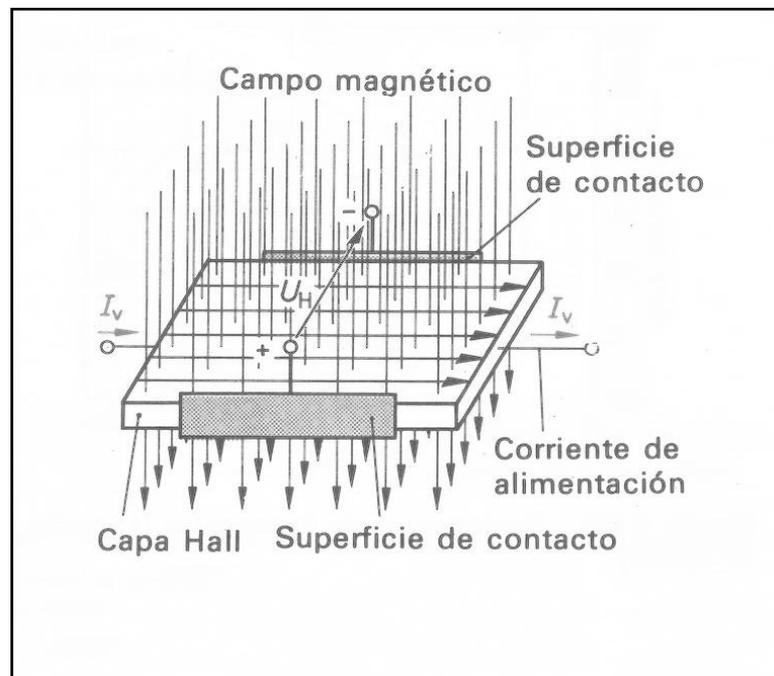


Figura 3.2 Efecto Hall

Cuando entra un diafragma del rotor en el entrehierro de a barrera magnética, el campo magnético se desvía del circuito integrado Hall; en el circuito integrado Hall se verifica que la tensión Hall  $U$   $O$ . El circuito integrado Hall ha desconectado. Cuando el diafragma sale del entrehierro, el campo magnético choca sobre la capa Hall, existe

<sup>5</sup> Tecnología del Automóvil Tomo II GTZ ED 20 Pág. 535

nuevamente tensión Hall y el circuito integrado Hall conecte. En el instante de la conexión el circuito integrado Hall emite el impulso que provoca el choque de corriente de descarga en el aparato de formación de impulsos de encendido.

El distribuidor en este tipo de encendido se limita a distribuir la alta tensión procedente de la bobina a cada una de las bujías.

El tipo de sistema de encendido utiliza:

- Un sensor de rpm del motor que sustituye al "regulador centrifugo" del distribuidor.
- Un sensor de presión que mide la presión de carga del motor y sustituye al "regulador de vacío" del distribuidor.

Las ventajas de este sistema de encendido son:

- Posibilidad de adecuar mejor la regulación del encendido a las variadas e individuales exigencias planteadas al motor.
- Posibilidad de incluir parámetros de control adicionales (por ejemplo: la temperatura del motor).
- Buen comportamiento del arranque, mejor marcha en ralentí y menor consumo de combustible.
- Recogida de una mayor cantidad de datos de funcionamiento
- Viabilidad de la regulación antidetonante

La ventaja de este encendido se aprecia claramente observando la cartografía, figura 3.3, de encendido donde se aprecia los ángulos de encendido para cada una de las situaciones de funcionamiento de un motor (arranque, aceleración, retención, ralentí y etc.)

El ángulo de encendido para un determinado punto de funcionamiento se elige teniendo en cuenta diversos factores como el consumo de combustible, par motor, gases de escape distancia al límite de detonación, temperatura del motor, aptitud funcional, etc.

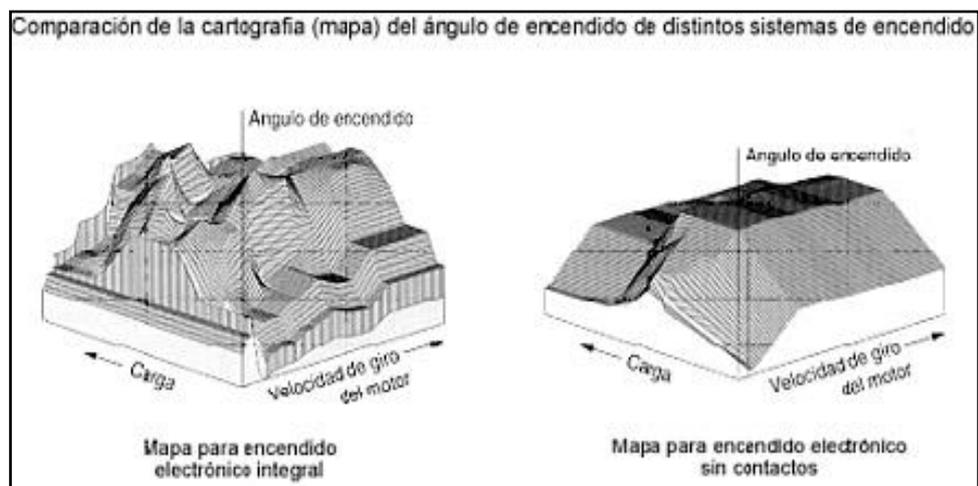


Figura 3.3 Cartografía del encendido

### 3.11. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

La señal entregada por el sensor de vacío se utiliza para el encendido como señal de carga del motor. Mediante esta señal y la de rpm del motor se establece un campo característico de ángulo de encendido tridimensional que permite en cada punto de velocidad de giro y de carga (plano horizontal) programar el ángulo de encendido más favorable para los gases de escape y el consumo de combustible (en el plano vertical). En el conjunto de la cartografía de encendido existen,

según las necesidades, aproximadamente de 1000 a 4000 ángulos de encendido individuales<sup>6</sup>.

Con la mariposa de gases cerrada, se elige la curva característica especial ralentí/empuje. Para velocidades de giro del motor inferiores a la de ralentí nominal, se puede ajustar el ángulo de encendido en sentido de "avance", para lograr una estabilización de marcha en ralentí mediante una elevación en el par motor. En marcha por inercia (cuesta abajo) están programados ángulos de encendido adecuados a los gases de escape y comportamiento de marcha. A plena carga, se elige la línea de plena carga. Aquí, el mejor valor de encendido se programa teniendo en cuenta el límite de detonación.

Para el proceso de arranque se pueden programar, en determinados sistemas, un desarrollo del ángulo de encendido en función de la velocidad de giro y la temperatura del motor, con independencia del campo característico del ángulo de encendido. De este modo se puede lograr un mayor par motor en el arranque.

La regulación electrónica de encendido va integrada junto a la gestión de inyección de combustible (como se ve en la figura 3.4) formando un mismo conjunto como ocurre en el sistema de inyección electrónica de gasolina denominado "Motronic".

---

<sup>6</sup> [WWW.IESPANA.ES/MECANICA\\_VIRTUAL/ENCENDIDO-ELECTRONICO-INTEGRAL/HTM](http://WWW.IESPANA.ES/MECANICA_VIRTUAL/ENCENDIDO-ELECTRONICO-INTEGRAL/HTM)

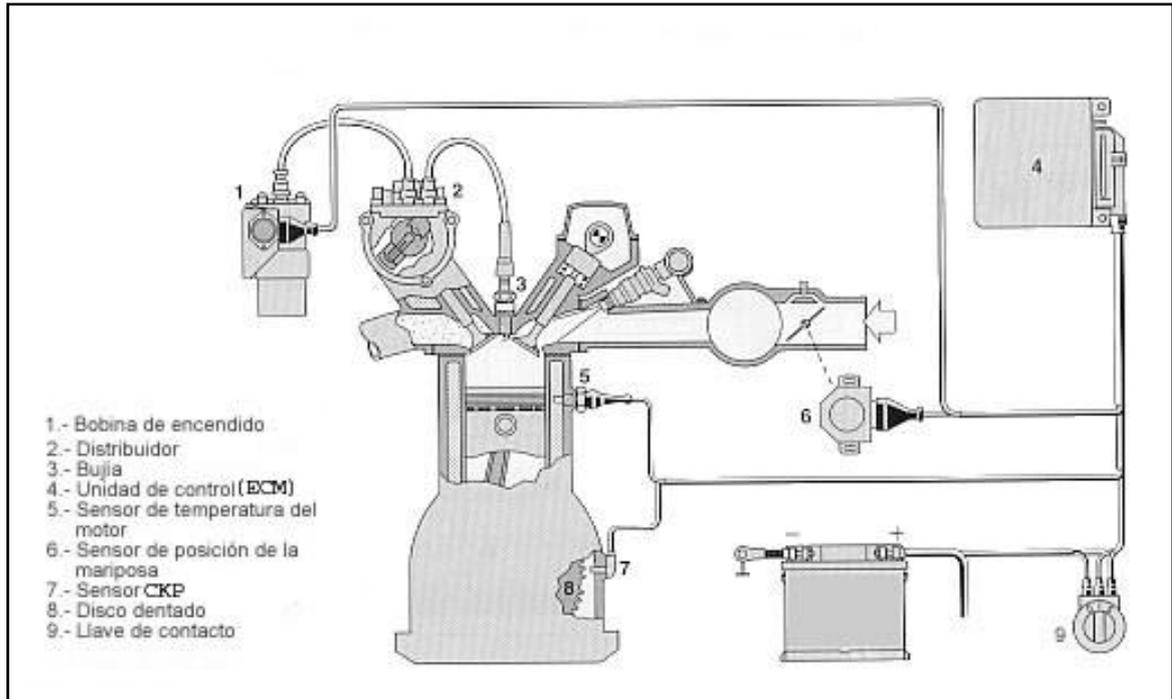


Figura 3.4 Esquema del sistema de encendido

### 3.12. COMPONENTES

Además del sensor de rpm y del sensor MAF, el encendido electrónico integral utiliza otros parámetros de funcionamiento del motor:

- Sensor de temperatura situado en el bloque motor para medir la temperatura de funcionamiento del motor. Adicionalmente o en lugar de la temperatura del motor puede captarse también la temperatura del aire de admisión a través de otro sensor situado en el caudalímetro.
- Posición de la mariposa, mediante un potenciómetro de mariposa se suministra una señal de conexión tanto de ralentí como a plena carga del motor (acelerador pisado a fondo).

- Tensión de la batería es una magnitud de corrección captada por la unidad de control.
- Unidad de control, tal como muestra el esquema de bloques, figura 3.5, el elemento principal de la unidad de control para encendido electrónico es un microprocesador. Este contiene todos los datos, incluido el campo característico (cartografía de encendido), así como los programas para la captación de las magnitudes de entrada y el cálculo de las magnitudes de salida.

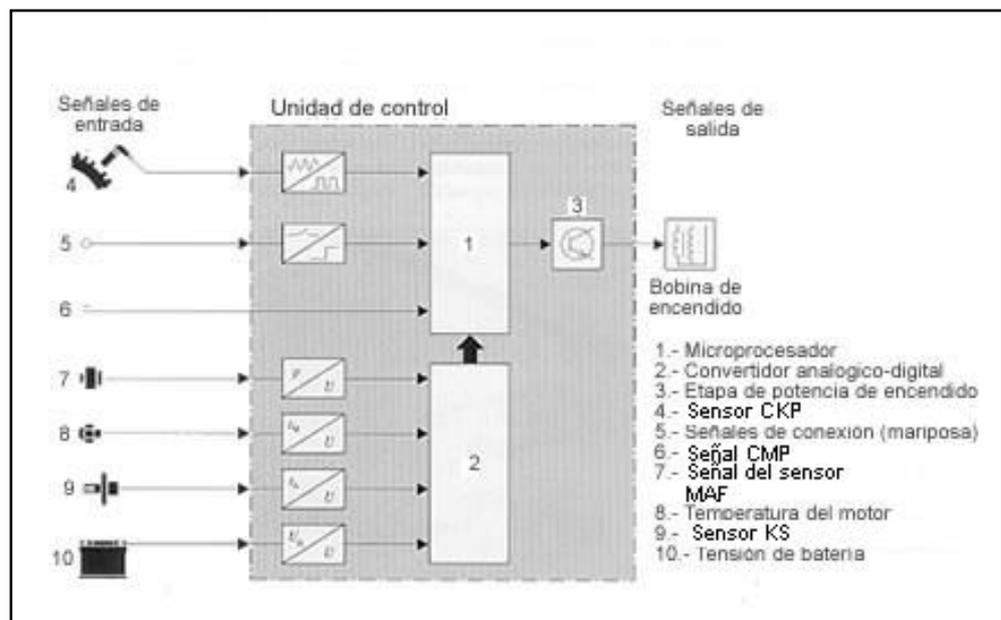


Figura 3.5 Esquema de bloques

Dado que los sensores suministran señales eléctricas que no son identificadas por el microprocesador se necesitan de dispositivos que transformen dichas señales en otras que puedan ser interpretadas por el microprocesador. Estos dispositivos son unos circuitos formadores que transforman las señales de los sensores en señales digitales definidas.

Los sensores, por ejemplo: el de temperatura, tps, cmp, ckp suministran una señal analógica. Esta señal es transformada en un convertidor analógico-digital y conducida al microprocesador en forma digital.

### 3.13. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL

Para saber el número de rpm del motor y la posición del cigüeñal se utiliza un generador de impulsos del tipo "inductivo", figura 3.6, que esta constituido por una corona dentada que va acoplada al volante de inercia del motor y un captador magnético frente a ella.

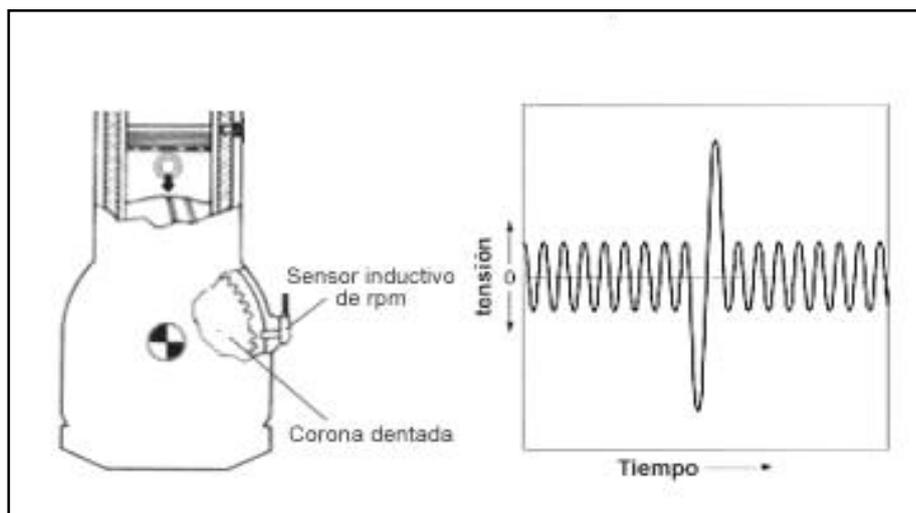


Figura 3.6 Sensor CKP

El captador está formado por un imán permanente, alrededor va enrollada una bobina donde se induce una tensión cada vez que pasa un diente de la corona dentada frente a el. Como resultado se detecta la velocidad de rotación del motor.

La corona dentada dispone de un diente, y su correspondiente hueco, más ancho que los demás, situado 90° antes de cada posición p.m.s. Cuando pasa este diente frente al captador la tensión que se induce es mayor, lo que indica a la ECM que el pistón llegara al p.m.s. 90° de giro después.

### 3.14. SENSOR DE GOLPETEO

El sensor de golpeteo viene a ser un micrófono que genera una pequeña tensión cuando el material piezoeléctrico del que esta construido sufre una deformación provocada por la detonación de la mezcla en el interior del cilindro del motor<sup>7</sup>.

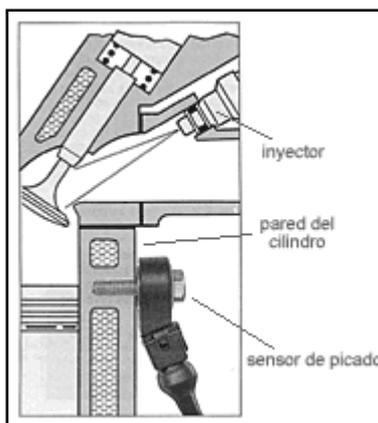


Figura 3.7 Sensor de golpeteo

Una versión ampliada es la combinación del encendido electrónico con una "regulación antidetonante". Esta combinación es la que se ofrece principalmente, ya que la regulación en retardo del ángulo de encendido constituye la posibilidad de actuación más rápida y de efectos más seguros para evitar la combustión detonante en el motor. La regulación antidetonante se caracteriza por el uso de un sensor de golpeteo que se instala cerca de las cámaras de combustión del motor, capaz de detectar en inicio de picado. Cuando el par resistente es elevado (ejemplo: subiendo una pendiente) y la velocidad del un motor

<sup>7</sup> [WWW.IESPANA.ES/MECANICA\\_VIRTUAL/ENCENDIDO-ELECTRONICO-INTEGRAL/HTM](http://WWW.IESPANA.ES/MECANICA_VIRTUAL/ENCENDIDO-ELECTRONICO-INTEGRAL/HTM)

es baja, un exceso de avance en el encendido tiende a producir una detonación a destiempo denominada "picado" (ruido del cojinete de biela). Para corregir este fenómeno es necesario reducir las prestaciones del motor adoptando una curva de avance inferior, figura 3.8.

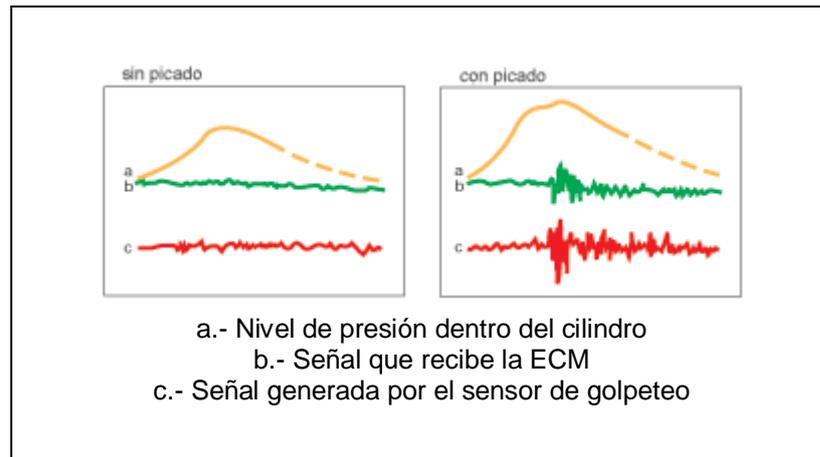


Figura 3.8 Señales que recibe el ECM

### 3.15. BOBINA DE ENCENDIDO Y TRANSISTOR DE POTENCIA

La bobina de encendido es de tipo electrónico, en su funcionamiento es igual a las utilizadas en los sistemas de encendido convencionales, su diferencia radica en que la bobina electrónica genera un voltaje superior, alrededor de 28 KV, en la figura 3.9 observamos esta diferencia de voltaje.

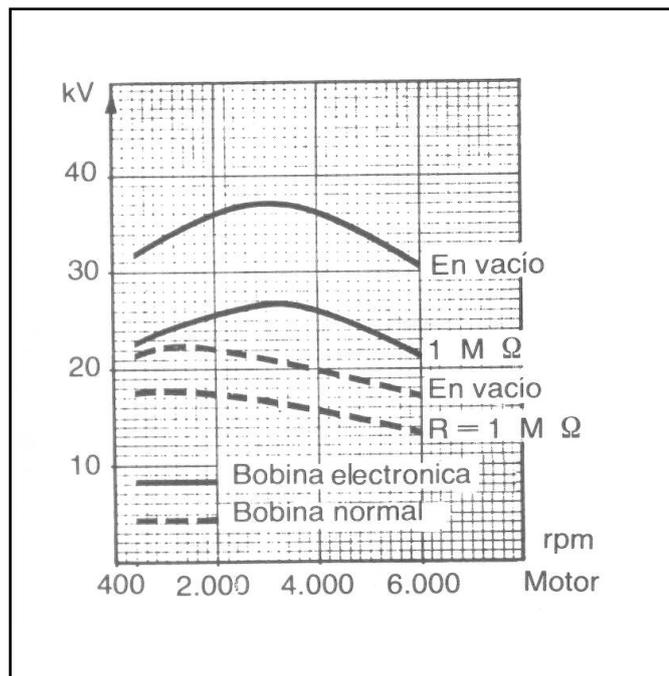


Figura 3.9 Comparación de rendimientos

La unidad de control tiene la misión de hacer conducir o interrumpir el paso de corriente por el transistor de potencia o lo que es lo mismo dar paso o cortar la corriente a través del primario de la bobina de encendido; pero además también efectúa otras funciones sobre la señal del primario de la bobina como son:

- Limitación de corriente:

Debido a que este tipo de encendidos utilizan una bobina con una resistencia del arrollamiento primario muy bajo (valores inferiores a 1 ohmio) que permite que el tiempo de carga y descarga de la bobina sea muy reducido: pero presentando el inconveniente de que a bajos regímenes la corriente puede llegar hasta 15 A lo cual podría dañar la bobina y la ECM. Para evitar esto la unidad de control incorpora un circuito que se encarga de controlar la intensidad del primario a un máximo de 6 A.

- Regulación del tiempo de cierre:

La gran variación de tiempo entre dos chispas sucesivas a altas y bajas revoluciones hace que los tiempos de carga sean a la vez muy dispares produciendo tiempos de saturación de la bobina de encendido excesivos en algunos casos y energía insuficiente en otros. Para evitar esto el módulo incorpora un circuito de control que actúa en base a la saturación del transistor Darlington para ajustar el tiempo de cierre el régimen del motor.

Como la regulación del ángulo de cierre y la limitación de la corriente dependen directamente de la corriente primaria y del tiempo, se regulan los efectos de las variaciones de tensión de la batería y los de la temperatura u otras tolerancias de la bobina de encendido. Esto hace que este sistema de encendido sea especialmente adecuado para los arranques en frío. Puesto que, debido a la forma de la señal Hall puede fluir corriente primaria estando parado el motor y conectado el conmutador de encendido y arranque, las unidades de control están dotadas de una conexión adicional capaz de desconectar después de algún tiempo esa "corriente de reposo".

### 3.16. DIAGRAMA DEL CIRCUITO

En la figura 3.10 tenemos el detalle del circuito eléctrico del sistema de encendido.

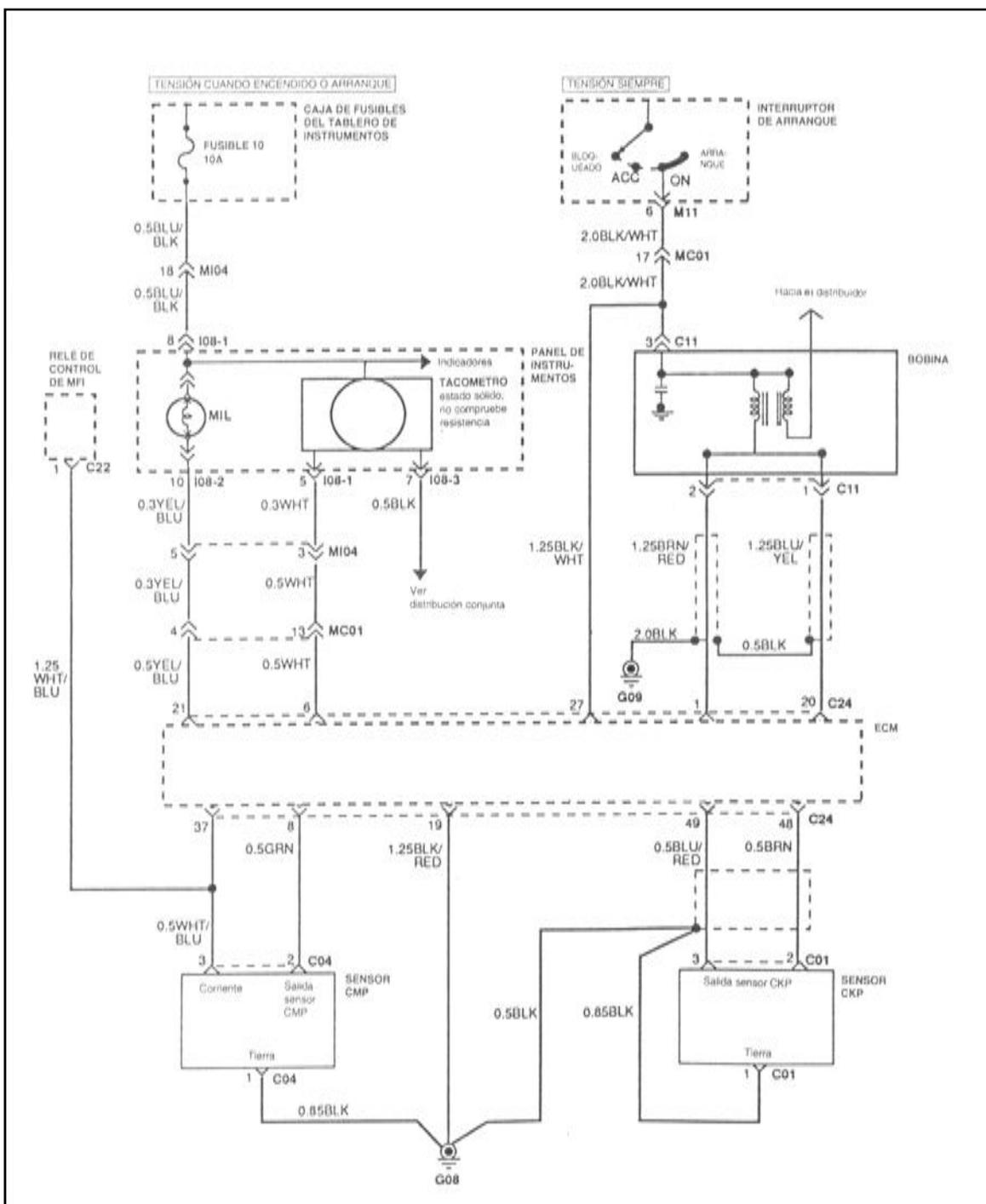


Figura 3.10 Circuito eléctrico del sistema de encendido

### 3.17. **DIAGNÓSTICO DE AVERÍAS**

Al comprobar averías del motor es importante empezar por inspeccionar los sistemas básicos. Si se da una de las condiciones siguientes, (A) el motor no arranca, (B) el ralentí no es estable o (C) mala aceleración, empezar por verificar los siguientes sistemas básicos:

#### 1. Suministro de potencia

- 1) Batería
- 2) Eslabón fusible
- 3) Fusible

#### 2. Sistema de encendido

- 1) Bujía
- 2) Cable de alta tensión
- 3) Bobina de encendido

#### 3. Otros

- 1) Distribución del encendido
- 2) Velocidad al ralentí
- 3) Cableado
- 4) Sensores CMP, CKP
- 5) ECM

Muchas veces las averías en el sistema MFI tienen su origen en un mal contacto de los empalmadores de aparejo. Es importante comprobar todos los empalmadores de aparejos y verificar que el contacto esté bien hecho.

### 3.18. SERVICIO EN EL MOTOR

#### 3.9.1 PRUEBAS DE LA BUJÍA DE ENCENDIDO

Las bujías deben operar satisfactoriamente bajo condiciones normales de servicio durante los intervalos de mantenimiento, la separación entre las puntas de las bujías ya sean nuevas o usadas se deben revisar y ajustar a la separación recomendada.

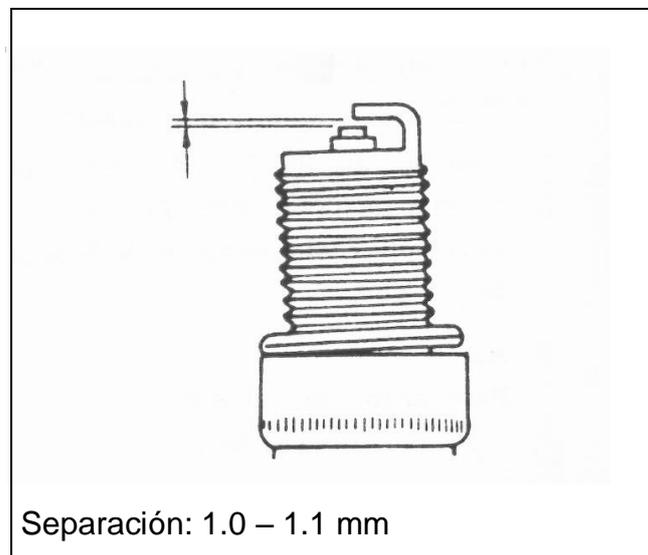


Figura 3.11 Separación de la bujía

### 3.9.2 COMPROBACIÓN DE LOS CABLES DE LA BUJÍAS DE ENCENDIDO

Los cables de bujías deben ser comprobados periódicamente que no presenten deterioro a lo largo del cable, la resistencia debe ser de acuerdo a los valores expuestos en la tabla III.1, caso contrario deben ser reemplazados.

Tabla III.1 Valor de resistencia de los cables (K $\Omega$ )

Cable de alta tensión de la bobina	Cable de la bujía			
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
10 K $\Omega$	4,8K $\Omega$	10 K $\Omega$	7,3 K $\Omega$	12 K $\Omega$

### 3.9.3 COMPROBACIÓN, INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DE BUJÍAS

Conectar la bujía de encendido al cable de alta tensión. Conectar a tierra el electrodo exterior (cuerpo principal) y arrancar el motor.

En la atmósfera, sólo se producen chispas cortas debido a que la separación de descarga es pequeña Sin embargo, si la bujía de encendido es buena, habrá chispas en la separación de descarga (entre los electrodos). No habrá descargas en una bujía de encendido defectuosa, ya que habrá fuga a través del aislamiento.

Las bujías se pueden limpiar con un chorro de arena que quita los depósitos por abrasión o manualmente utilizando

un cepillo de alambre. Al limpiar las bujías se debe tener cuidado el aislador ya que esto puede formar depósitos.

#### **3.9.4 REGULACIÓN DEL ENCENDIDO**

El tiempo de encendido se debe avanzar a medida que aumenta la velocidad del motor. El proceso de combustión en el motor virtualmente toma la misma cantidad de tiempo sin importar la velocidad del mismo. Para completar el proceso de combustión durante el tiempo más efectivo con relación a la posición del pistón, el encendido debe ocurrir antes que se incremente la velocidad del motor.

El tiempo de encendido se debe avanzar también bajo condiciones de .aceleración parcial y carga ligera. Debido a la mezcla aire/combustible en la aceleración parcial es menos comprimida (menos aire permitido en el cilindro), por lo que el proceso de combustión requiere de más tiempo. El avance de chispa adicional se proporciona bajo estas condiciones para mejorar la potencia, la economía de combustible y las emisiones.

La computadora se programa para ajustar el tiempo de encendido en respuesta a la información recibida de los sensores del motor.

#### **3.9.5 COMPROBACIÓN DE LA BOBINA DE ENCENDIDO**

La bobina puede ser comprobada midiendo la resistencia de la bobina en el primario y en el secundario.

- Resistencia del primario: 0.8  $\Omega$
- Resistencia del secundario: 18 K $\Omega$

### 3.9.6 UNIDAD DEL DISTRIBUIDOR

En los sistemas de encendido electrónico integral el distribuidor suprime los reguladores mecánicos de avance al encendido como era la cápsula de vacío. El distribuidor en este caso se limita a distribuir la alta tensión generada en la bobina a cada una de las bujías.

Como se ve en la figura 3.12 el distribuidor conserva el "generador de efecto Hall" cuya señal sirve a la ECM de encendido para detectar en que posición se encuentra cada uno de los cilindros del motor.

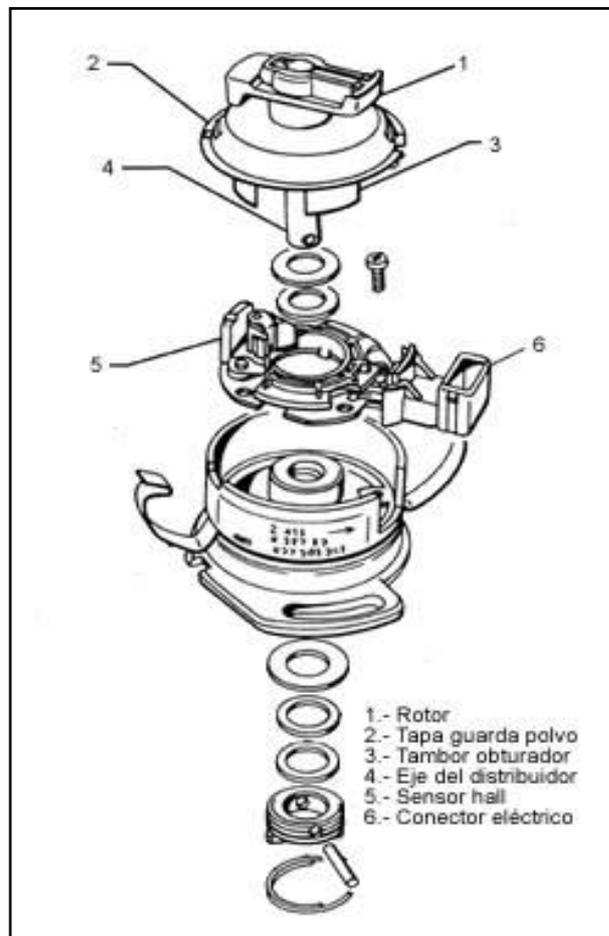


Figura 3.12 Distribuidor de encendido con sensor hall

- **INSTALACIÓN DEL DISTRIBUIDOR**

Para la instalación del distribuidor el pistón del cilindro numero 1 debe estar en el p.m.s al final de la carrera de compresión.

Debido a que el distribuidor entra en una sola posición el rotor estará indicando al cilindro número 1 figura 3.13

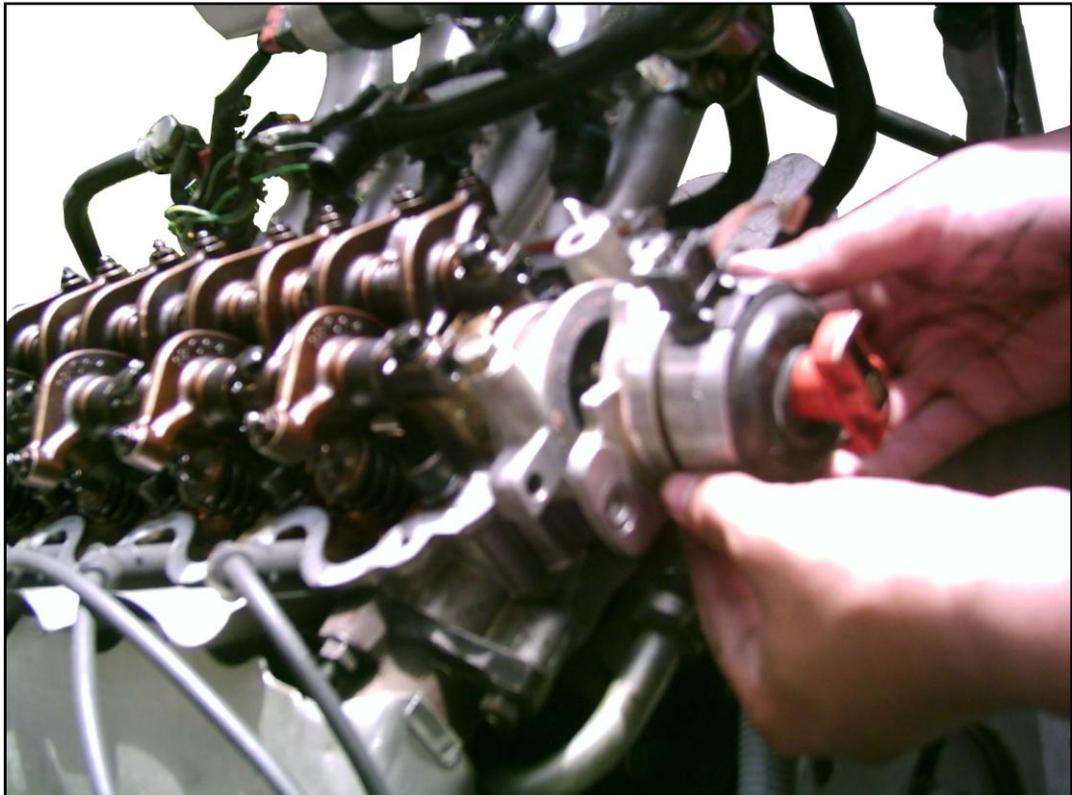


Figura 3.13 Instalación del distribuidor

## **VIII. CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DEL BANCO DE PRUEBAS DEL MOTOR HYUNDAI 1.5L**

### **4.9 GENERALIDADES**

El banco de pruebas está orientado a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Automotriz para que conozcan los procedimientos de prueba y ajustes básicos que se deben realizar al sistema de inyección electrónica de combustible, que les permitan diagnosticar, evaluar y reparar los problemas relacionados con el funcionamiento del motor.

### **4.10 CARACTERÍSTICAS DEL BANCO**

El banco de pruebas consta de un motor Hyundai 1.5 L que va montado sobre una estructura metálica construida con tubo cuadrado de 3 cm. En esta estructura está construido un tablero de controles, figura 4.1, en el cual van montados una serie de conectores para poder realizar las mediciones de voltaje o resistencia de todos los sensores y actuadores que posee este motor.



Figura 4.1 Tablero de controles

Además de los conectores han sido instalados una serie de interruptores para simular fallas en los sensores y actuadores, estos interruptores van en la línea de señal de referencia o tierra de acuerdo al caso, para simular las fallas en los diferentes sensores y actuadores.

#### 4.11 COMPONENTES

En este banco de pruebas están instalados puntos de medición a todos los pines de los sensores y actuadores del motor, estos puntos están debidamente aislados entre sí para evitar que se produzcan cortos circuitos o interferencias que influyan en el correcto funcionamiento del motor.

Para el control del sistema de combustible hemos instalado un manómetro en la línea de alimentación de combustible, con lo que se puede controlar la presión regulada y la presión de la bomba de combustible, mediante la utilización de una llave de paso, figura 4.1 que está instalada en la línea de alimentación de combustible después del manómetro.

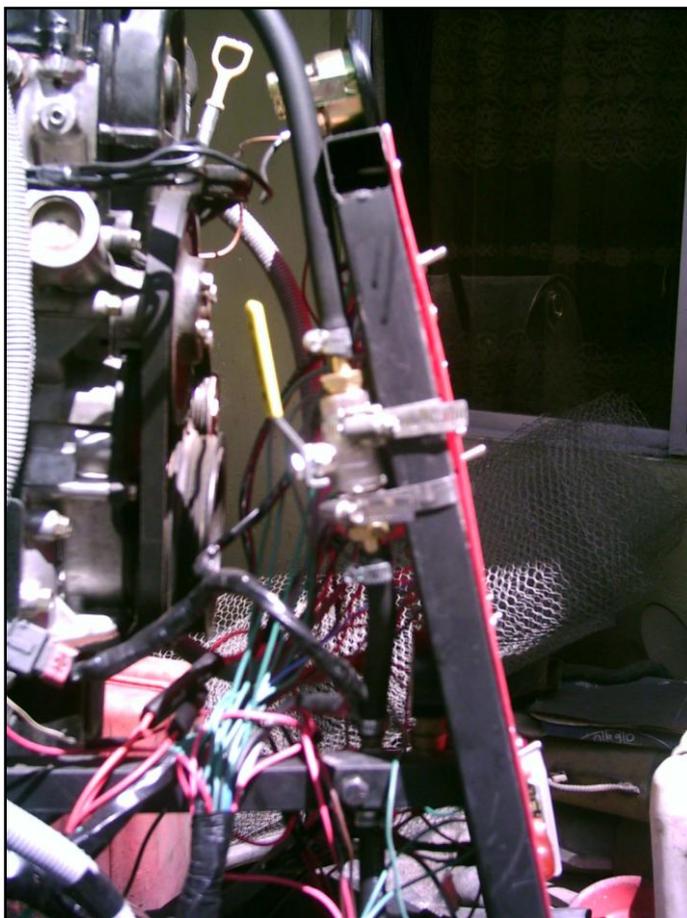


Figura 4.2 Llave de paso

Con la llave de paso abierta el manómetro indicara la presión regulada y para verificar la presión de la bomba cerraremos la llave de paso por unos pocos segundos.

En la parte inferior del tablero de controles esta ubicado los conectores para realizar el auto diagnostico, figura 4.3 y el diagrama eléctrico del sistema de inyección electrónica, figura 4.4.



Figura 4.3 Auto diagnóstico

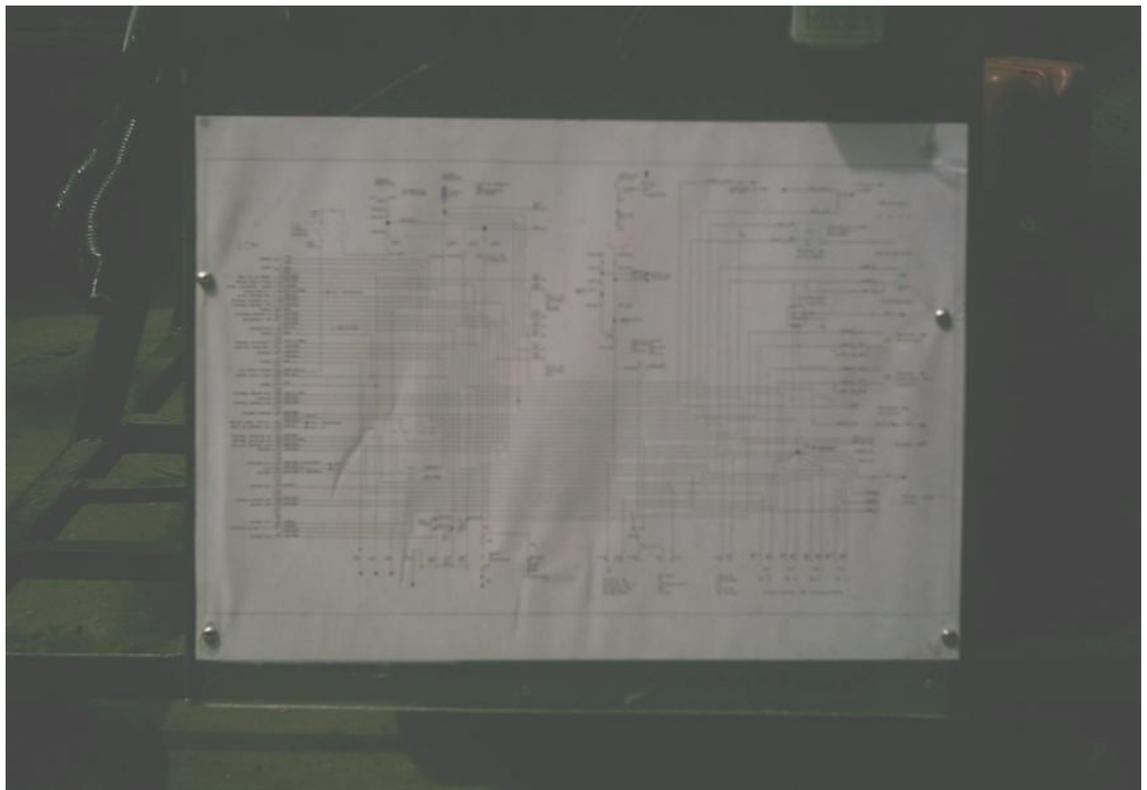


Figura 4.4 Diagrama eléctrico

#### 4.12 MONTAJE

Para el montaje del banco de pruebas construimos una estructura metálica con una base cuadrada, figura 4.5, sobre la cual fueron construidas las bases del motor, figura 4.6.

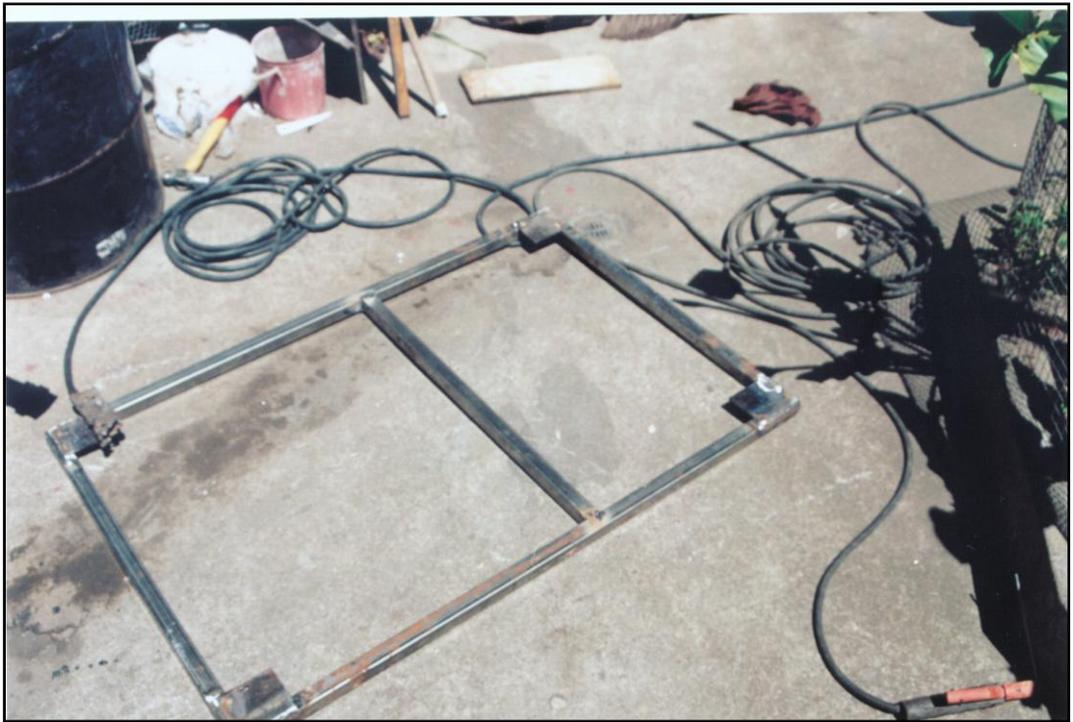


Figura 4.5 Base del banco de pruebas



Figura 4.6 Bases para el motor



Figura 4.7 Bases para el motor

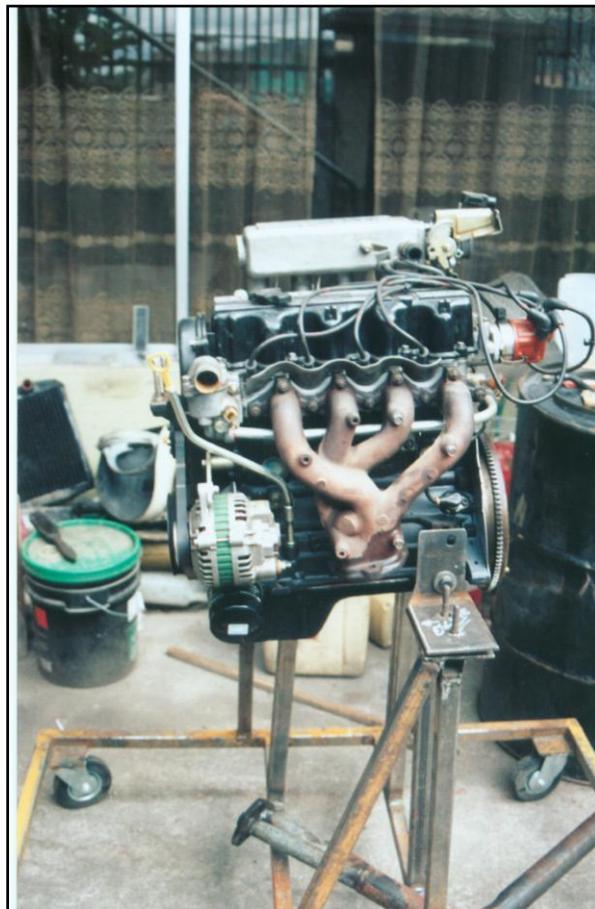


Figura 4.8 Instalación del motor en el banco



Figura 4.9 Bases para el motor terminadas

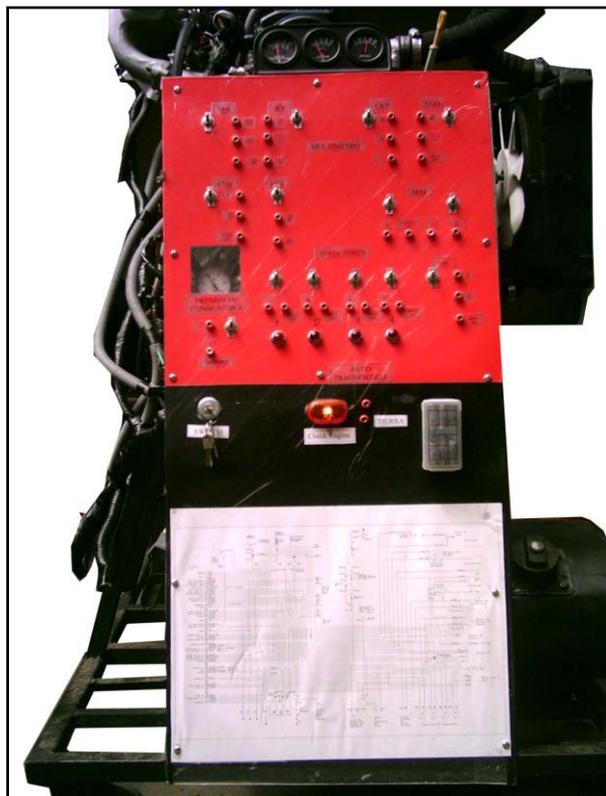


Figura 4.10 Vista frontal del banco de pruebas terminado

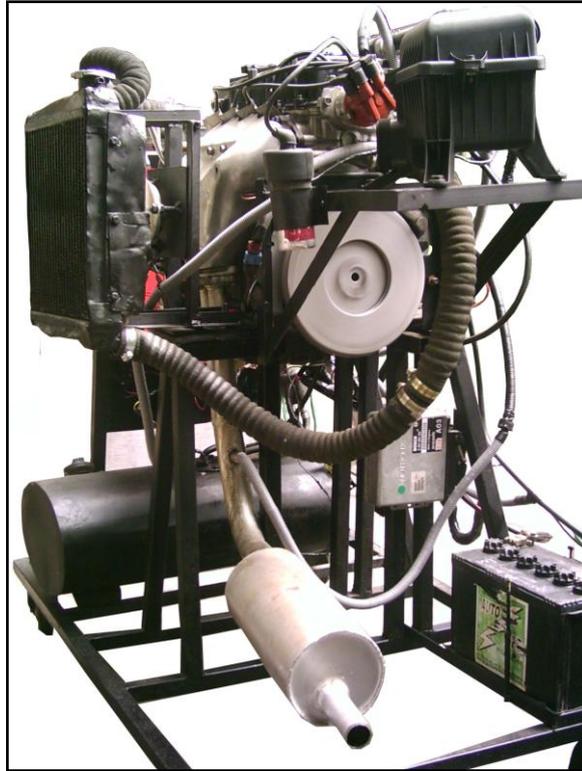


Figura 4.11 Vista posterior del banco de pruebas terminado



Figura 4.12 Vista superior del banco de pruebas terminado

#### 4.13 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Antes de poner en funcionamiento el motor verificar que los niveles de refrigerante, lubricante y de combustible sean los correctos, además se debe verificar que no existan fugas de combustible, refrigerante, que las mangueras del radiador, conexiones y abrazaderas se encuentren en perfecto estado.

Luego de esta revisión preliminar poner en funcionamiento el motor verificando que la presión de combustible permanezca constante, la presión de aceite debe aumentar cuando el motor es acelerado y no debe llegar a cero en ningún momento.

El sistema de refrigeración consta de un electro ventilador que se activa cuando el motor llega a los 86°C.

#### 4.14 PRUEBAS AL SISTEMA

##### 4.14.1 CONTROL ELECTRÓNICO

En el sistema de control electrónico se realizaran las siguientes pruebas:

##### **Sensor TPS**

Medir el voltaje entre los pines 12 y 53, figura 4.14

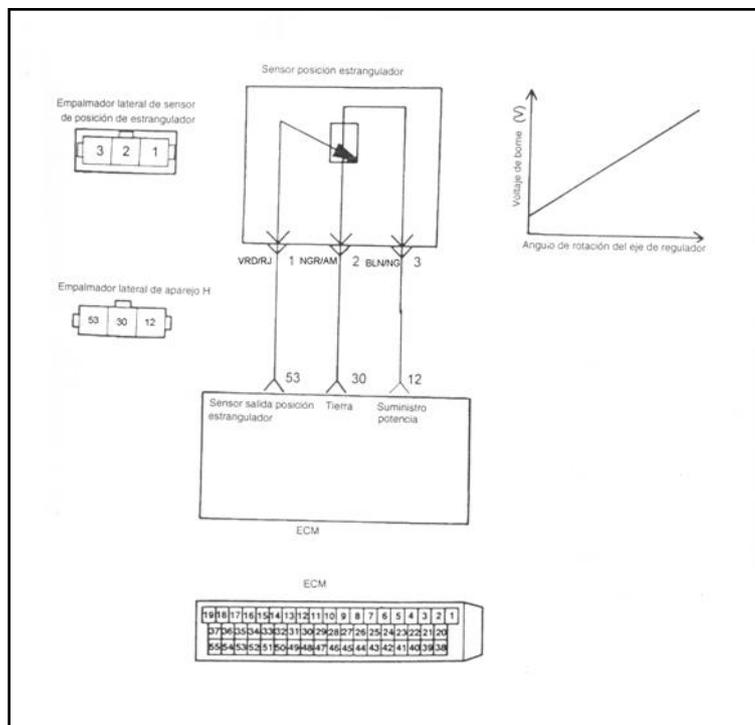


Figura 4.13 Circuito del sensor TPS



Figura 4.14 Voltaje entre los pines 12 y 53



Figura 4.15 Voltaje entre los pines 12 y 30



Figura 4.16 Voltaje entre los pines 53 y 30

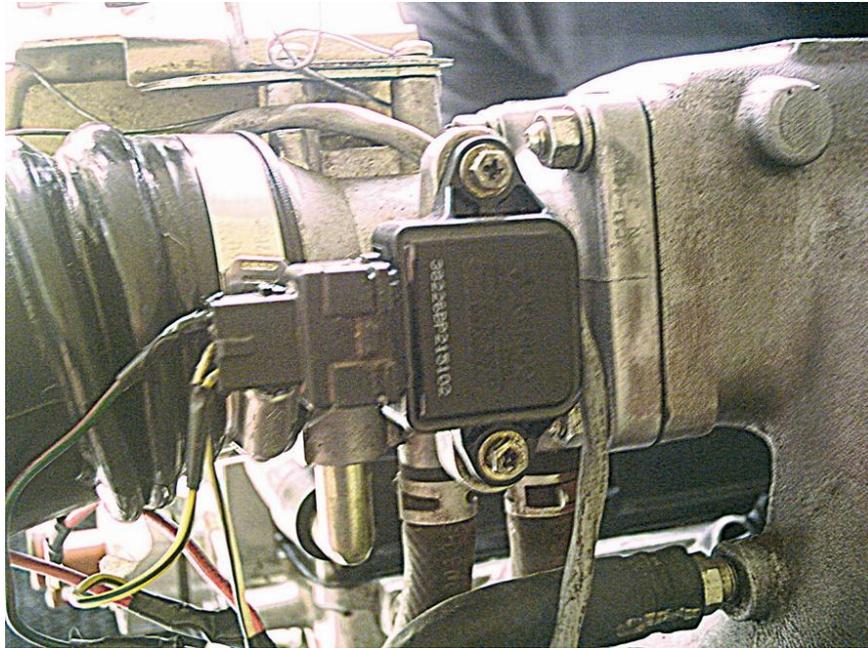


Figura 4.17 Voltaje entre los pines 53 y 30

Tabla IV.1 Resultados de las pruebas por voltaje

Terminales	Voltaje
12 y 53	3,4 V
12 y 30	3,52 V
53 y 30	0,35 V

### Sensor CKP

Medir el voltaje entre los pines 48 y tierra, figura 4.19.



Figura 4.19 Voltaje entre los pines 48 y tierra



Figura 4.20 Voltaje entre los pines 48 y 49

Tabla IV.2 Resultados de las pruebas por voltaje

Terminales	Voltaje
48 y GND	0 V
48 y 49	58 mV



Figura 4.21 Sensor CKP

### Sensor KS

Medir el voltaje entre los pines 11 y 30, figura 4.23

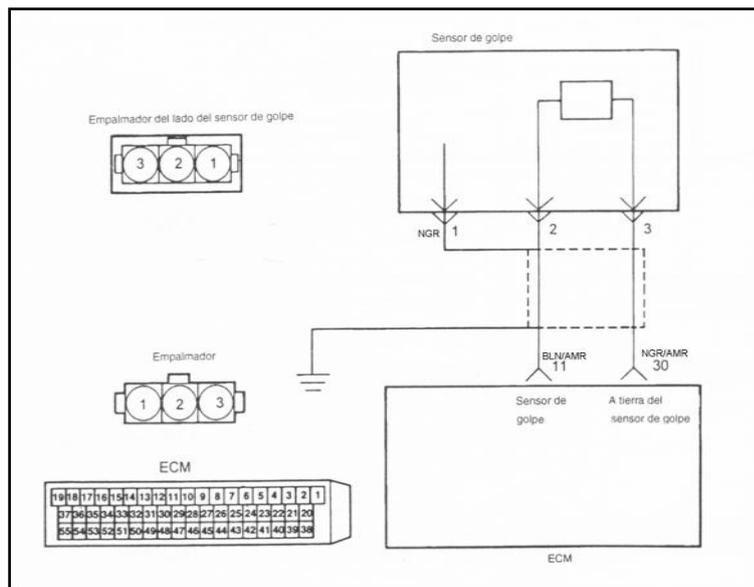


Figura 4.22 Circuito del sensor KS

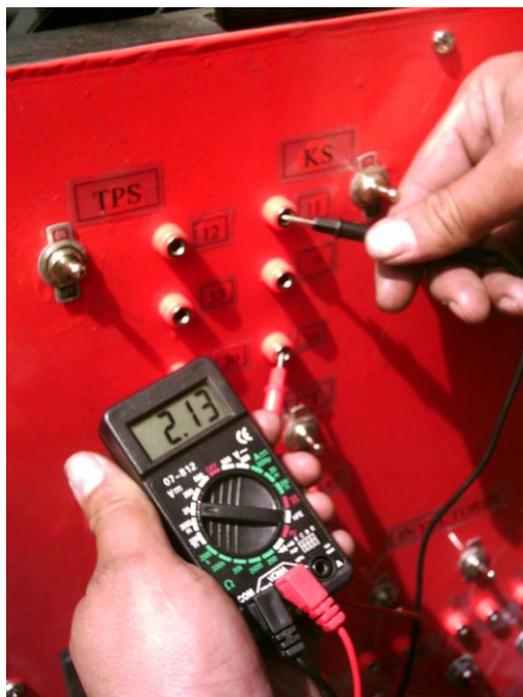


Figura 4.23 Voltaje entre los pines 11 y 30



Figura 4.24 Voltaje entre los pines tierra y 30

Tabla IV.3 Resultados de las pruebas por voltaje

Terminales	Voltaje
11 y 30	2,13 V
30 y GND	3,96 V





Figura 4.27 Voltaje entre los pines 28 y relé MFI



Figura 4.28 Voltaje entre los pines tierra y relé MFI

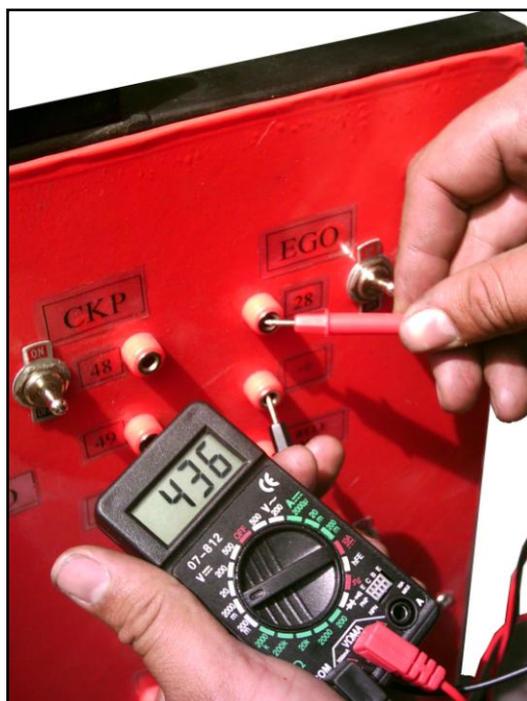


Figura 4.29 Voltaje entre los pines 28 y tierra

Tabla IV.4 Resultados de las pruebas por voltaje

Terminales	Voltaje
28 y Relé	306 mV
Relé y GND	137 mV
28 y GND	436 mV



Figura 4.30 Sensor EGO

### **Sensor MAF**

Medir el voltaje entre los pines 26 y 7, figura 4.32

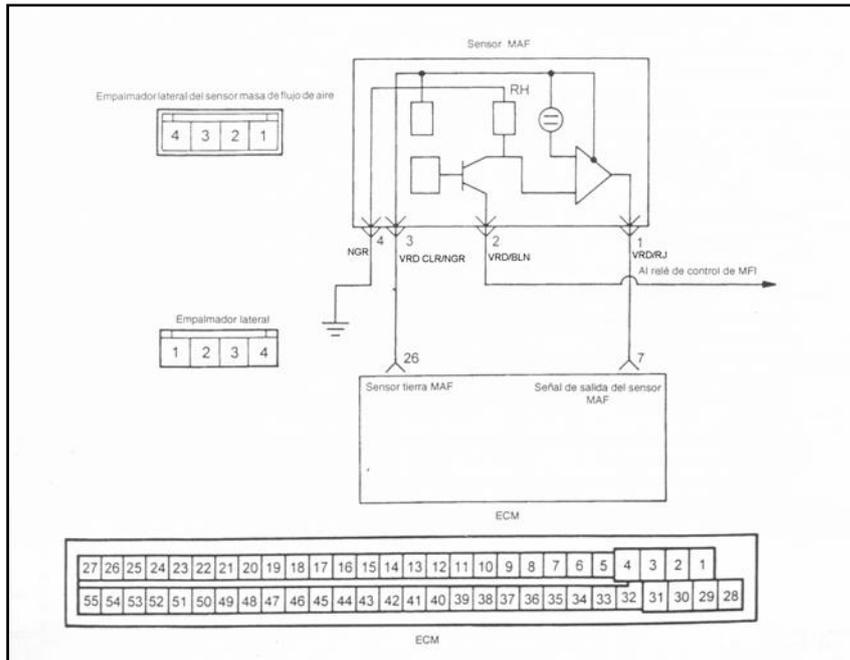


Figura 4.31 Circuito del sensor MAF



Figura 4.33 Voltaje entre los pines 26 y 7



Figura 4.34 Voltaje entre los pines 7 y tierra



Figura 4.35 Voltaje entre los pines 7 y relé MFI



Figura 4.36 Voltaje entre los pines relé MFI y tierra



Figura 4.37 Voltaje entre los pines 26 y relé MFI

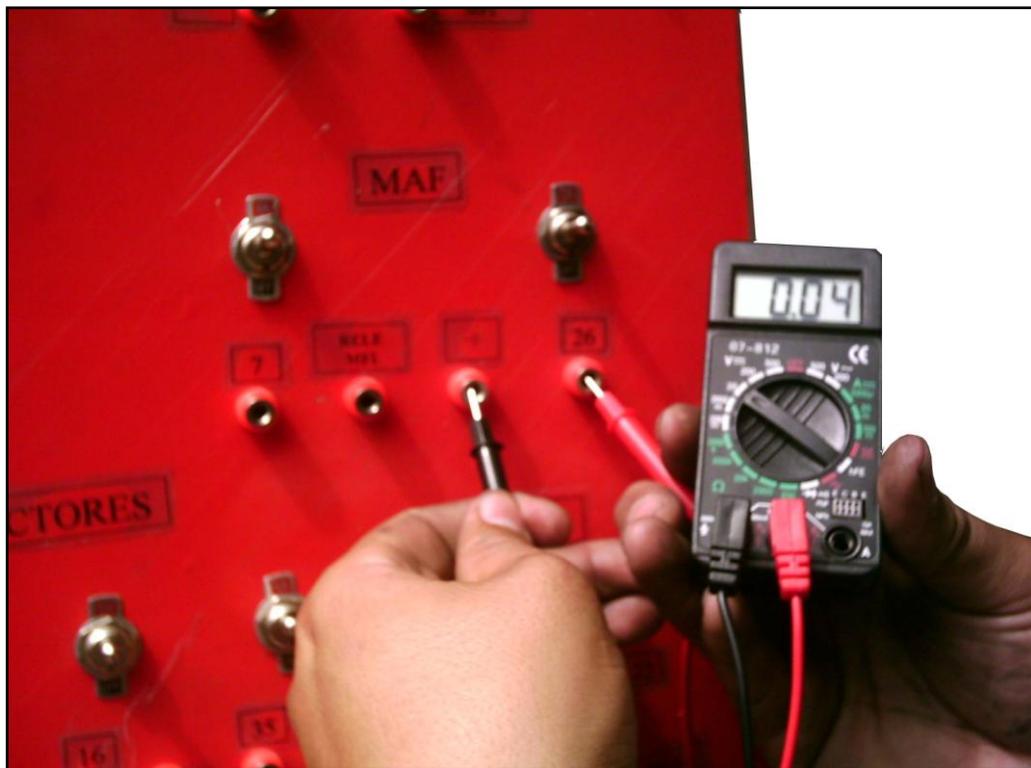


Figura 4.38 Voltaje entre los pines 26 y tierra

Tabla IV.5 Resultados de las pruebas por voltaje

Terminales	Voltaje
26 y 7	1,05 V
7 y GND	1,10 V
7 y Relé	12,69 V
Relé y GND	13,77 V
26 y Relé	13,15 V

26 y GND	0,04 V
----------	--------



Figura 4.39 Sensor MAF

**Sensor CMP**

Medir el voltaje entre los pines 8 y de tierra, figura 4.41

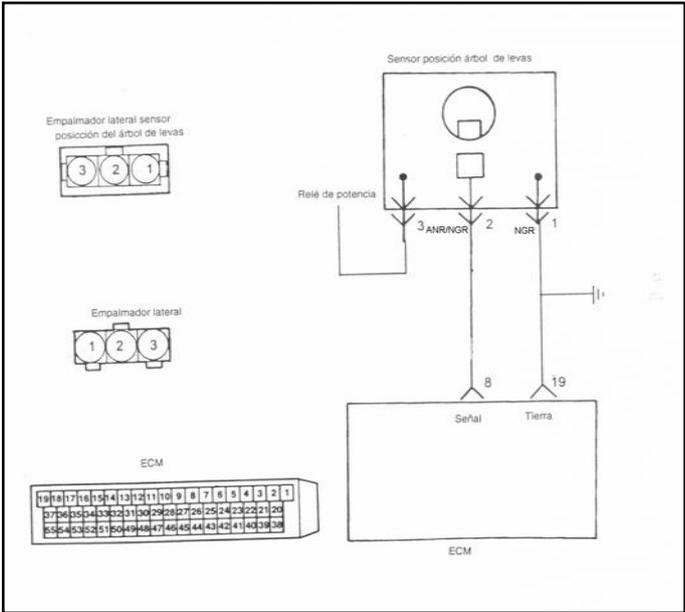


Figura 4.40 Circuito del sensor CMP

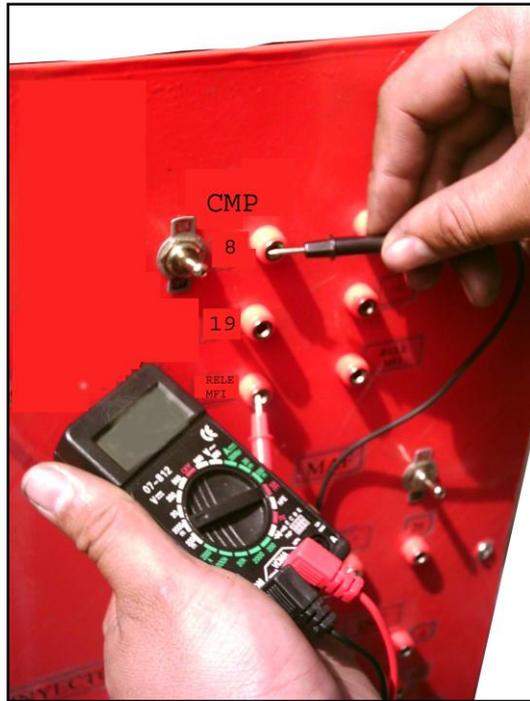


Figura 4.41 Voltaje entre los pines 8 y 19

Tabla IV.6 Resultados de las pruebas por voltaje

Terminales	Voltaje
8 y 19	5 V
8 y Relé	5 V
19 y Relé	59 mV

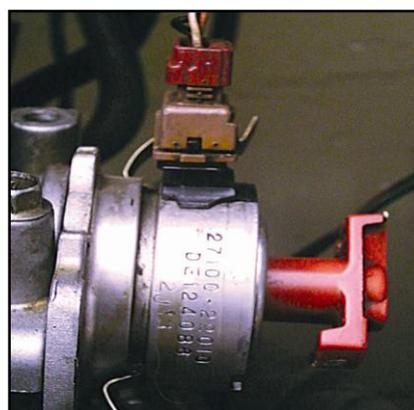


Figura 4.42 Sensor CMP

### Sensor ECT

Medir el voltaje entre los pines 45 y tierra, figura 4.44.

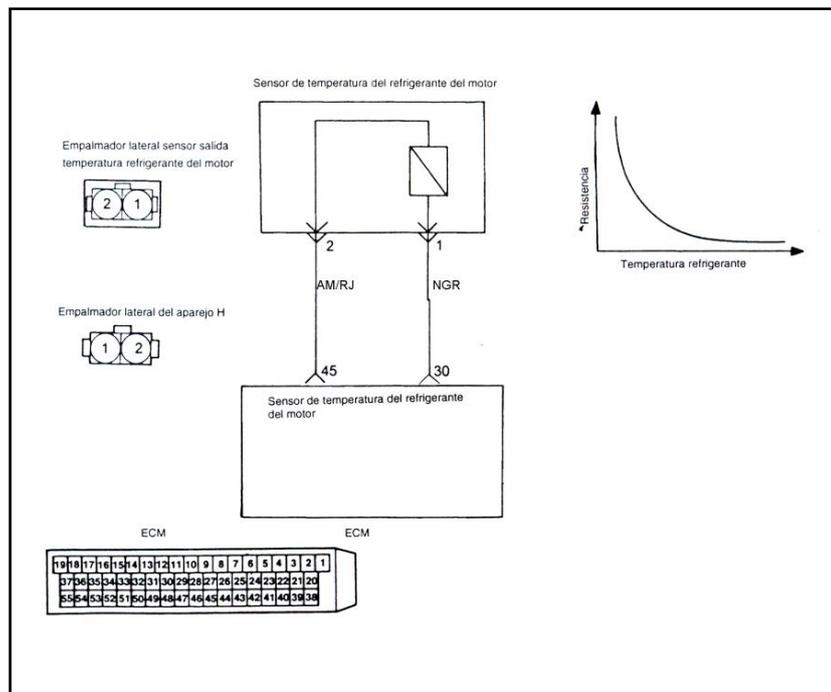


Figura 4.43 Circuito del sensor ECT

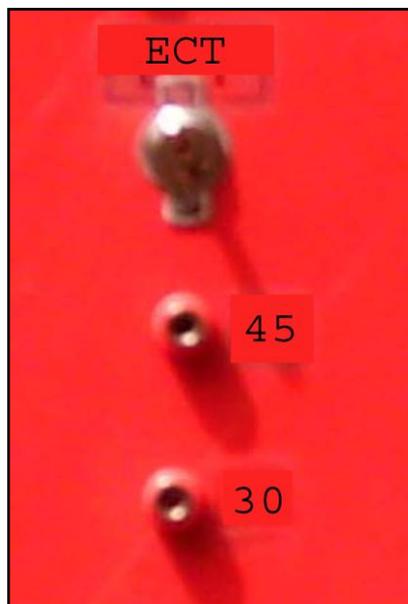


Figura 4.44 Pines 45 y 30

Tabla IV.7 Resultados de las pruebas por voltaje

Terminales	Voltaje
45 y 30	4,8 V

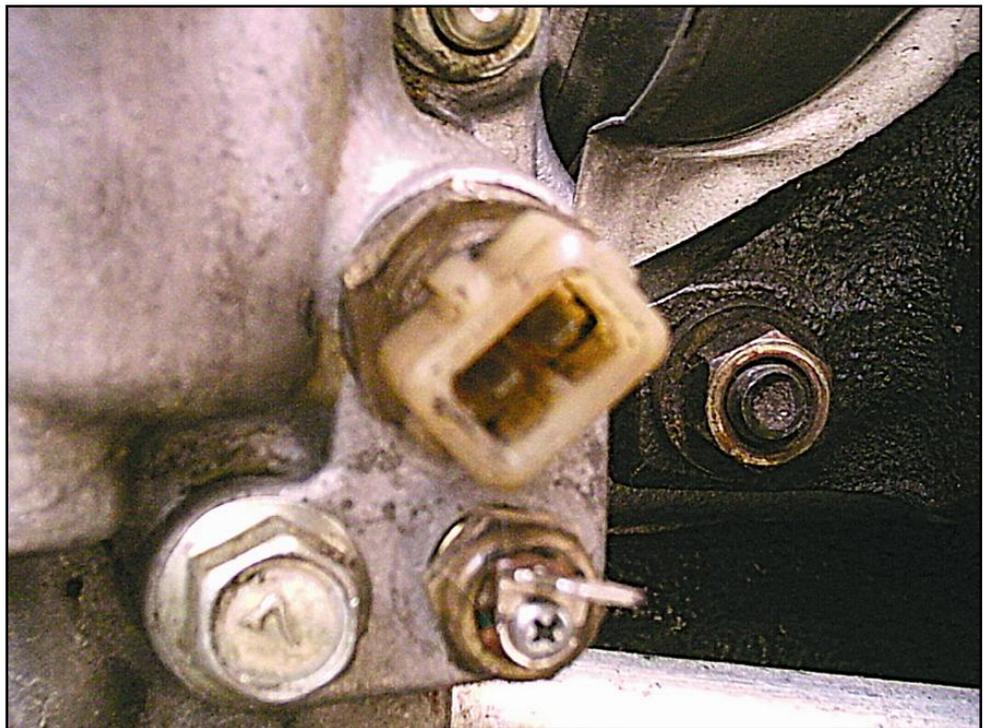


Figura 4.45 Sensor ECT

#### 4.14.2 SISTEMA DE AIRE

A más de las pruebas eléctricas y por resistencia a la válvula de control de velocidad de ralentí debemos verificar

que no existan fugas o entradas de aire adicional, ya que interfieren en el funcionamiento del motor.

En las pruebas por voltaje mediremos el voltaje entre los pines que corresponden al ISC, figura 4.47

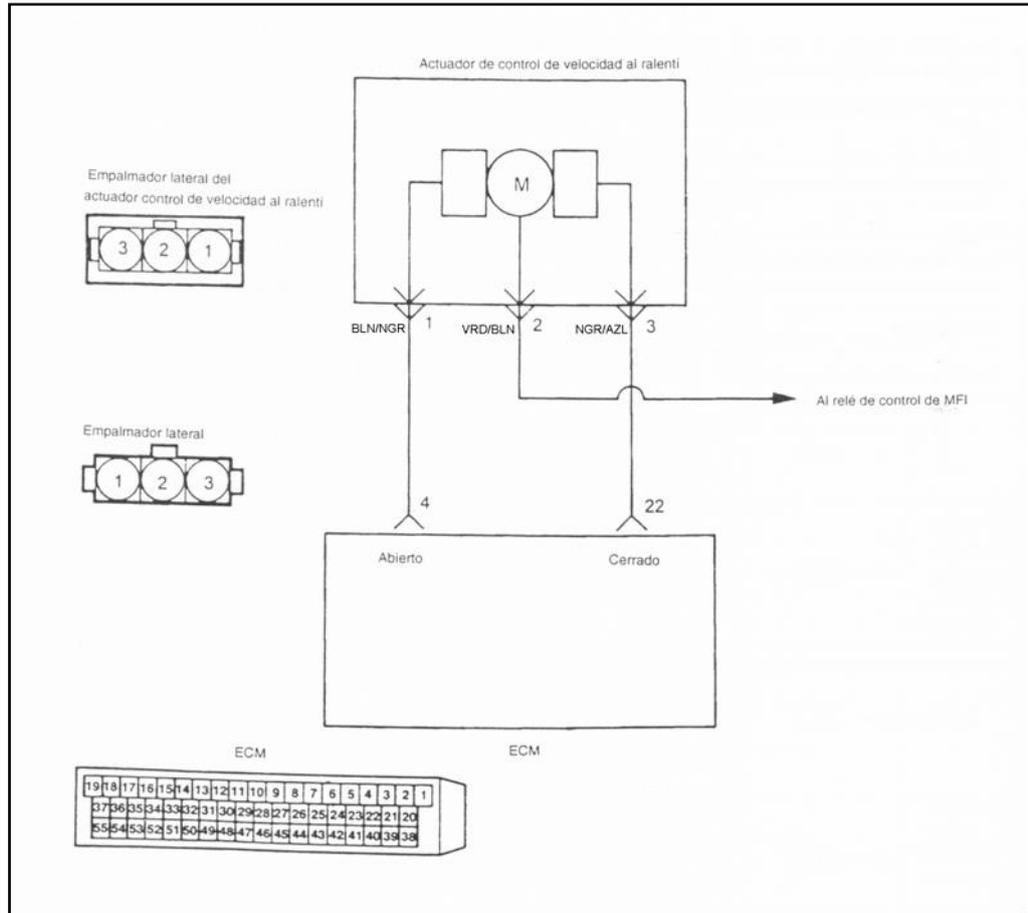


Figura 4.46 Circuito del ISC

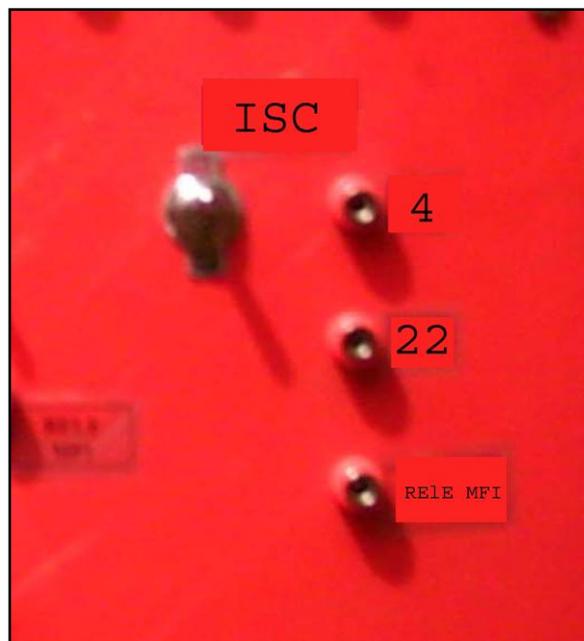


Figura 4.47 Pines del ISC

Tabla IV.8 Resultados de las pruebas por voltaje

Terminales	Voltaje
4 y GND	12 V
22 y GND	12 V
4 y 22	0,19 V

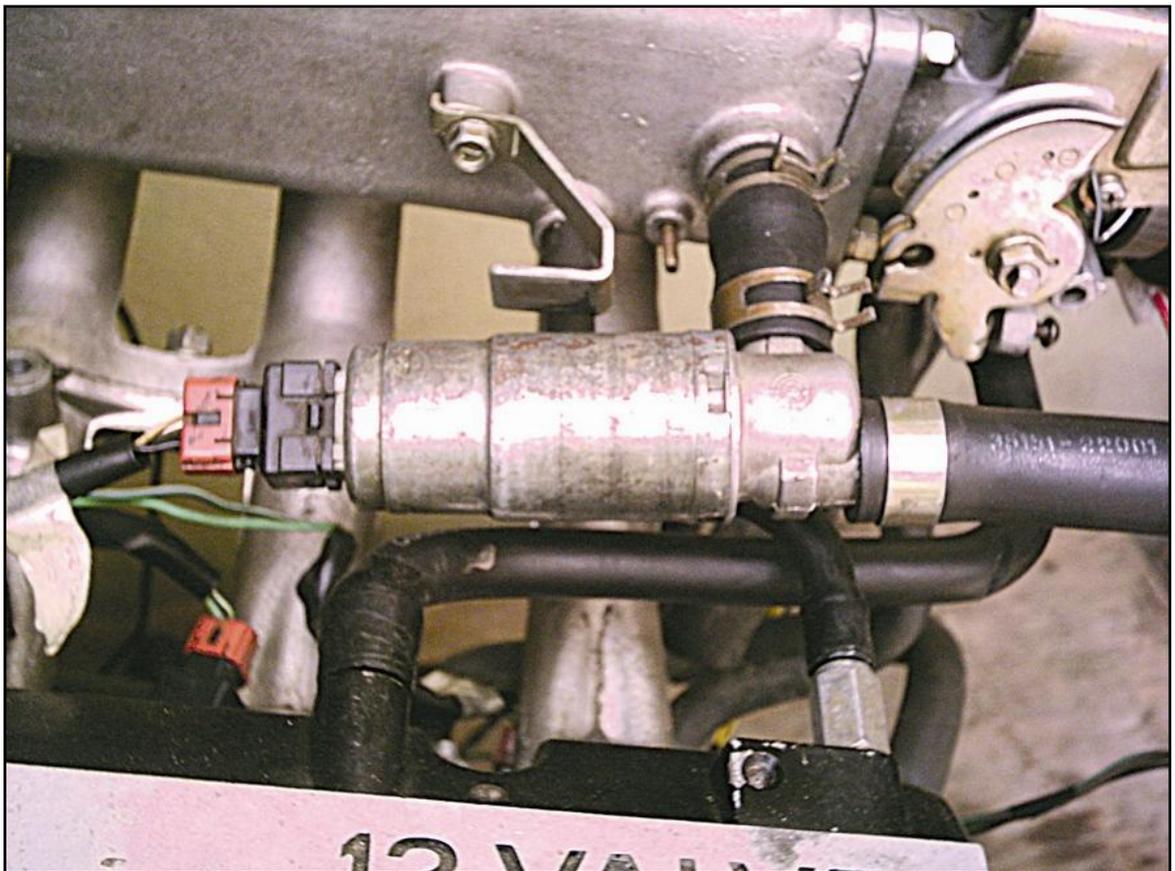


Figura 4.48 Válvula de control de velocidad de ralentí

### 4.14.3 SISTEMA HIDRÁULICO

## Inyectores:

Medir el voltaje entre los pines 16, 17, 34, 35 y tierra respectivamente, figura 4.50

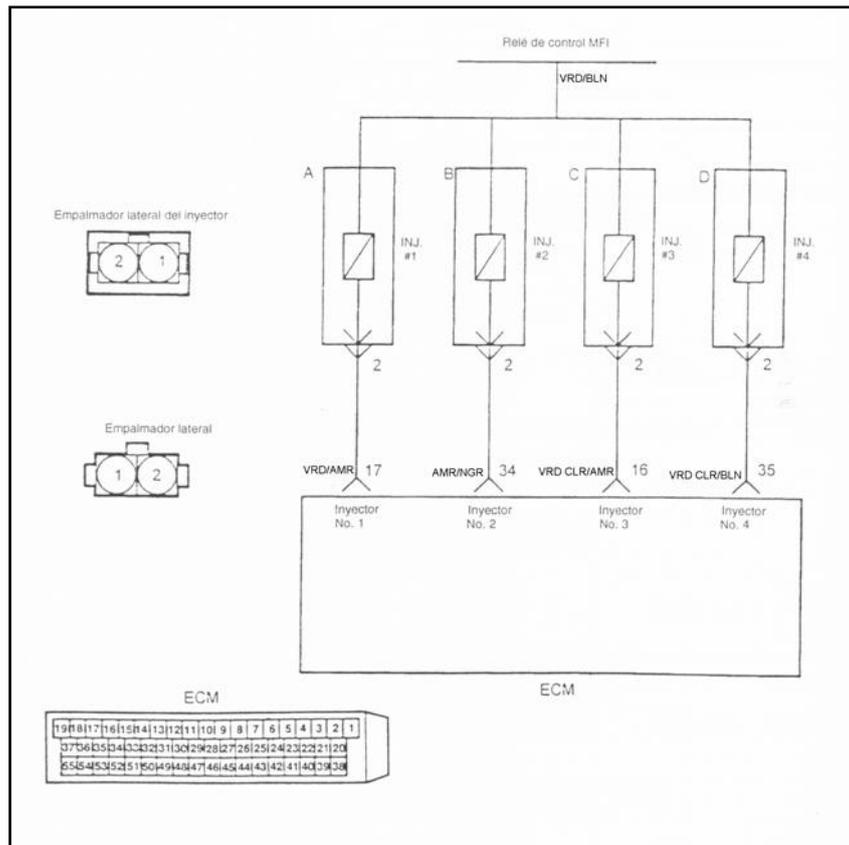


Figura 4.49 Circuito de los inyectores

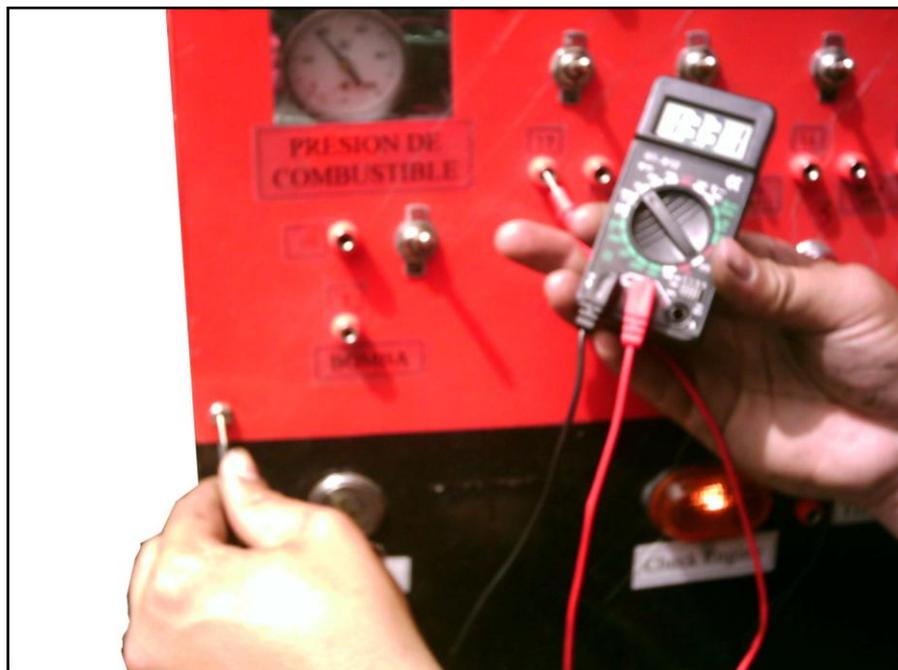


Figura 4.50 Voltaje entre los pines 17 y tierra

Tabla IV.9 Resultados de las pruebas por voltaje

Terminales	Voltaje
17 y GND	13,31 V
16 y GND	13,31 V
34 y GND	13,31 V
35 y GND	13,31 V



Figura 4.51 Inyectores

La presión de combustible debe ser de 40 psi aproximadamente, figura 4.52.



Figura 4.52 Presión de combustible

#### 4.14.4 SISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO

En el sistema de autodiagnóstico debemos puentear el terminal de autodiagnóstico con el terminal de tierra, figura 4.53, durante 5 segundos aproximadamente, luego de lo cual empezara a destellar la luz del check engine indicando los códigos de falla almacenados en el ECM.

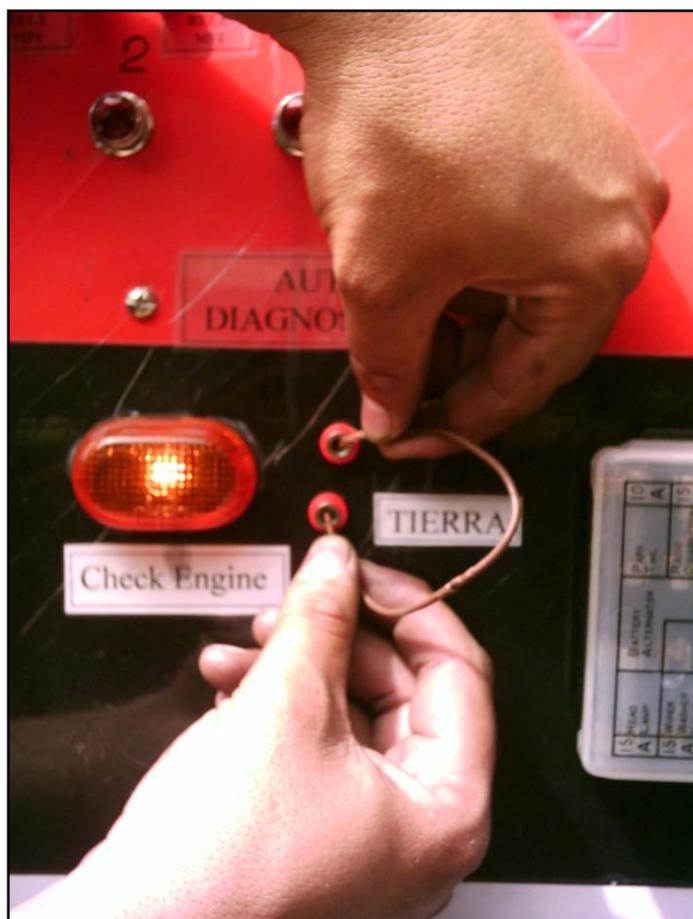


Figura 4.53 Autodiagnóstico

#### 4.15 GUÍAS DE LABORATORIO

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 1							
					SENSOR MAF		

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

#### 1. Objetivos:

- Medir los voltajes de señal y referencia del sensor MAF
- Identificar el circuito eléctrico del sensor MAF
- Generar códigos de falla del sensor MAF

#### 2. Marco Teórico

El sensor de flujo de aire es de tipo de hilo caliente, el flujo de aire se mide al detectar la transferencia de calor entre el hilo y el flujo de aire.

El medidor incrementa el flujo de corriente para mantener la temperatura diferencial adecuada sobre el aire que entra. Al cambiar la corriente, la salida del medidor de masa de aire también cambia.

La ECU utiliza la salida de voltaje variable para calcular la cantidad de aire que el motor está recibiendo

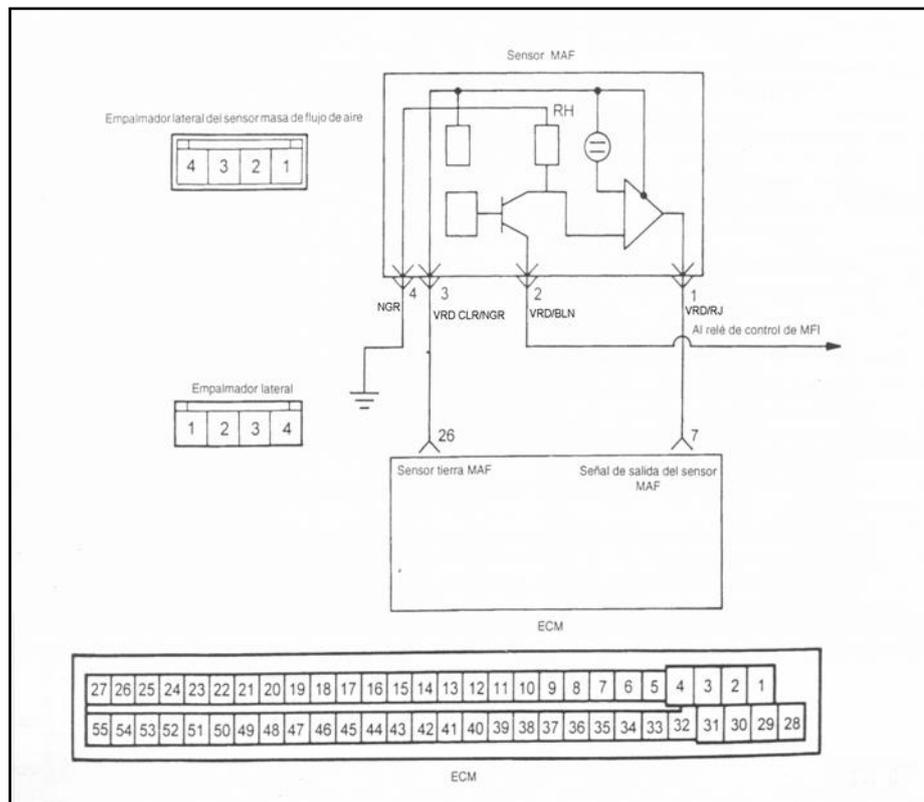


Figura 1 Circuito del sensor MAF

### 3. Procedimiento:

1) Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.

2) Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.

3) Con el voltímetro medir el voltaje entre el pin del relé y tierra:

Voltaje: \_\_\_\_\_

4) Con el interruptor en la posición ON medir el voltaje de salida del sensor pin 7 :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

5) Con el interruptor en la posición OFF medir el voltaje de salida del sensor pin 7 :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

6) Con el interruptor en la posición ON medir el voltaje del sensor pin 26 :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

**7)** Con el interruptor en la posición OFF medir el voltaje del sensor  
pin 26 :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

**8)** Con el motor apagado el conector del sensor desconectado  
interruptor en la posición ON comprobar continuidad del circuito a  
tierra pin 26 :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

**9)** Con el motor apagado el conector del sensor desconectado  
interruptor en la posición OFF comprobar continuidad del circuito  
a tierra pin 26 :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

**10)** Con el motor apagado el conector del sensor desconectado interruptor en la posición ON comprobar continuidad del circuito a tierra pin de tierra :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

**11)** Con el motor apagado el conector del sensor desconectado interruptor en la posición OFF comprobar continuidad del circuito a tierra pin de tierra :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

#### **4. Cuestionario:**

- Que tipo de sensor MAF utiliza este motor?
- Que síntomas presenta el motor cuando el sensor MAF se encuentra defectuoso?
- Que ventajas presenta la utilización de un sensor MAF en lugar de un sensor VAF?

#### **5. Conclusiones y Recomendaciones:**

## 6. Bibliografía

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 2							
				SENSOR TPS			

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### 1. Objetivos:

- Medir los voltajes de señal y referencia del sensor TPS
- Identificar le circuito eléctrico del sensor TPS
- Generar códigos de falla del sensor TPS

## 2. Marco Teórico

El sensor de posición del acelerador (tps), figura 2.15, es un potenciómetro. Hay tres cables conectados al TPS: uno de referencia, de 5.0 voltios, uno de tierra, y uno de señal. A medida que se abre el acelerador, el voltaje de la señal se incrementará proporcionalmente desde un valor bajo de aproximadamente 0.5 voltios aun valor alto de más de 4.0 voltios.

Para comprobar el funcionamiento este sensor, se debe girar el interruptor de encendido a la posición de contacto. Deberá haber 2.52 voltios entre los cables de los pines 53 y 12, de 0.25 voltios entre los cables de los pines 53 y tierra.

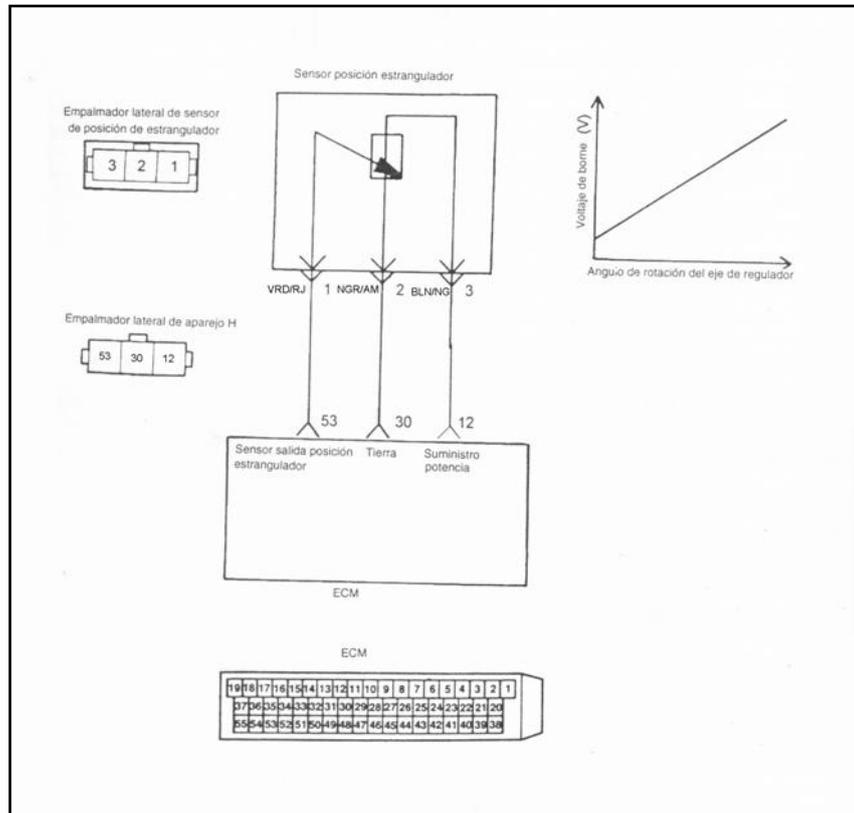


Figura 1 Circuito del sensor TPS

## 3. Procedimiento:

1) Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.

2) Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.

3) Con el voltímetro medir el voltaje entre el pin 12 y tierra:

Voltaje: \_\_\_\_\_

4) Con el interruptor en la posición OFF medir el voltaje entre el pin 12 y tierra :

Voltaje: \_\_\_\_\_

5) Con el voltímetro medir el voltaje entre el pin 53 y tierra :

Ralentí: \_\_\_\_\_

A plena carga: \_\_\_\_\_

**Con el motor apagado**

6) Con el conector del sensor desconectado comprobar continuidad del circuito a tierra pin 12 :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

7) Con el conector del ECM desconectado medir la resistencia entre los pines 30 y 12 :

Resistencia: \_\_\_\_\_

#### 4. Cuestionario:

- Que tipos de sensor TPS conoce?
- Para que utiliza el ECM la información del TPS?
- Que tipo de sensor utiliza este motor?
- Cuáles son las pruebas que se realizan para verificar su correcto funcionamiento?

#### 5. Conclusiones y Recomendaciones:

## 6. Bibliografía

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 3							
					SENSOR CKP		

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### 1. Objetivos:

- Medir los voltajes de señal y referencia del sensor CKP
- Identificar le circuito eléctrico del sensor CKP
- Generar códigos de falla del sensor CKP

### 2. Marco Teórico

Para obtener una señal perfectamente definida, sin interferencias posibles y que no dependan de sistemas mecánicos como en el caso de los platinos, se utiliza ahora la señal generada por un sensor inductivo, el cual genera una señal de corriente alterna.

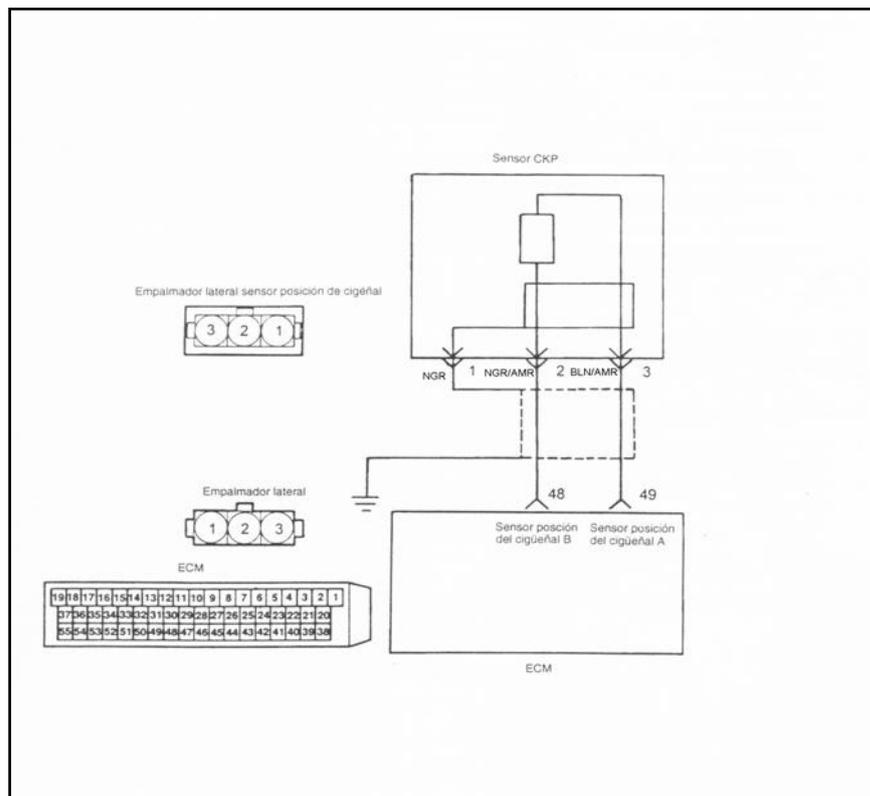


Figura 1 Circuito del sensor CKP

### 3. Procedimiento:

1) Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.

2) Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.

3) Con el voltímetro medir el voltaje entre el pin 49 y tierra:

Voltaje: \_\_\_\_\_

4) Con el interruptor en la posición ON medir el voltaje entre el pin 48 y tierra :

Voltaje: \_\_\_\_\_

5) Con el interruptor en la posición OFF medir el voltaje entre el pin 48 y tierra :

Voltaje: \_\_\_\_\_

### **Con el motor apagado**

6) Con el conector del sensor desconectado comprobar continuidad del circuito a tierra pin de tierra :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

- 7) Con el conector del ECM y del sensor desconectados comprobar circuito abierto entre los pines 48 y tierra :

Resultado: \_\_\_\_\_

- 8) Con el conector del ECM y del sensor desconectados comprobar circuito abierto entre los pines 49 y tierra :

Resultado: \_\_\_\_\_

- 9) Con el conector del ECM desconectado medir la resistencia entre los pines 48 y 49 :

Resistencia: \_\_\_\_\_

#### 4. Cuestionario:

- El motor Hyundai 1.5 L que tipo de sensor utiliza para captar la posición del cigüeñal?
- Explique su funcionamiento.

- Que función cumple la señal que va del sensor al ECM?
- Cuales son las causas para que el sensor no genere voltaje?

**5. Conclusiones y Recomendaciones:**

**6. Bibliografía**

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 4							
				SENSOR CMP			

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**1. Objetivos:**

- Medir los voltajes de señal y referencia del sensor CMP
- Identificar le circuito eléctrico del sensor CMP
- Generar códigos de falla del sensor CMP

**2. Marco Teórico**

El sensor de posición del árbol de levas capta el punto TDC del cilindro número 1 al final de la carrera de compresión, figura 2.22 cuyas

señales son transmitidas al ECM para ser utilizadas para determinar la secuencia de inyección de combustible y de encendido.

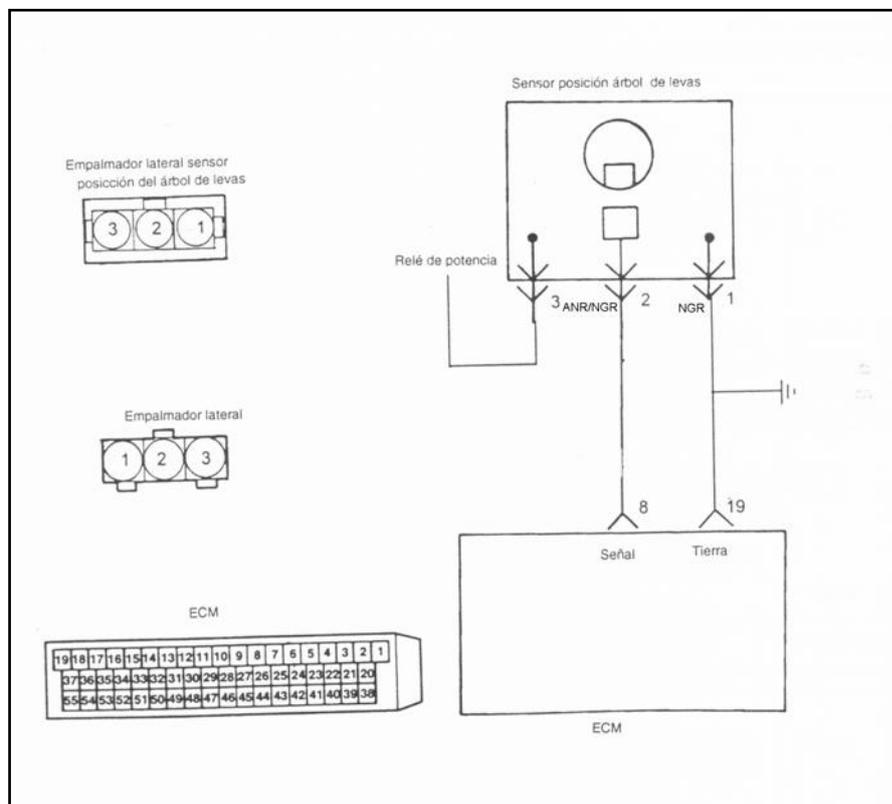


Figura 1 Circuito del sensor CMP

### 3. Procedimiento:

- 1) Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.

2) Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.

3) Con el interruptor en la posición ON medir el voltaje entre el pin 8 y tierra :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

4) Con el interruptor en la posición OFF medir el voltaje entre el pin 8 y tierra :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

5) Con el voltímetro medir el voltaje del sensor, pin del relé :

Voltaje: \_\_\_\_\_

### **Con el motor apagado**

6) Con el conector del sensor desconectado comprobar continuidad del circuito a tierra pin 19 :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

- 7) Con el conector del ECM y del sensor desconectado, comprobar circuito abierto entre el pin 8 y tierra:

Resultado: \_\_\_\_\_

#### **4. Cuestionario:**

- Como funciona un sensor de efecto Hall?
- Que diferencias existen entre un sensor de efecto Hall y uno de bobina captadora?
- Porque razones un sensor de efecto Hall puede dejar de operar o funcionar incorrectamente?

#### **5. Conclusiones y Recomendaciones:**

#### **6. Bibliografía**

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 5							
					SENSOR DE OXÍGENO		

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### 1. Objetivos:

- Medir los voltajes de señal y referencia del sensor de oxígeno
- Identificar le circuito eléctrico del sensor de oxígeno
- Generar códigos de falla del sensor oxígeno

### 2. Marco Teórico

El sensor de oxígeno caliente capta la concentración de oxígeno en el gas de escape convirtiéndolo en un voltaje que se envía al ECM. El rendimiento del sensor de oxígeno es 800 mV cuando la relación aire /

combustible es más rica que la relación teórica y 0 V cuando es más pobre

El ECM controla la relación de inyección de combustible basado en esta señal, de forma que la relación aire combustible se mantiene en la relación teórica.

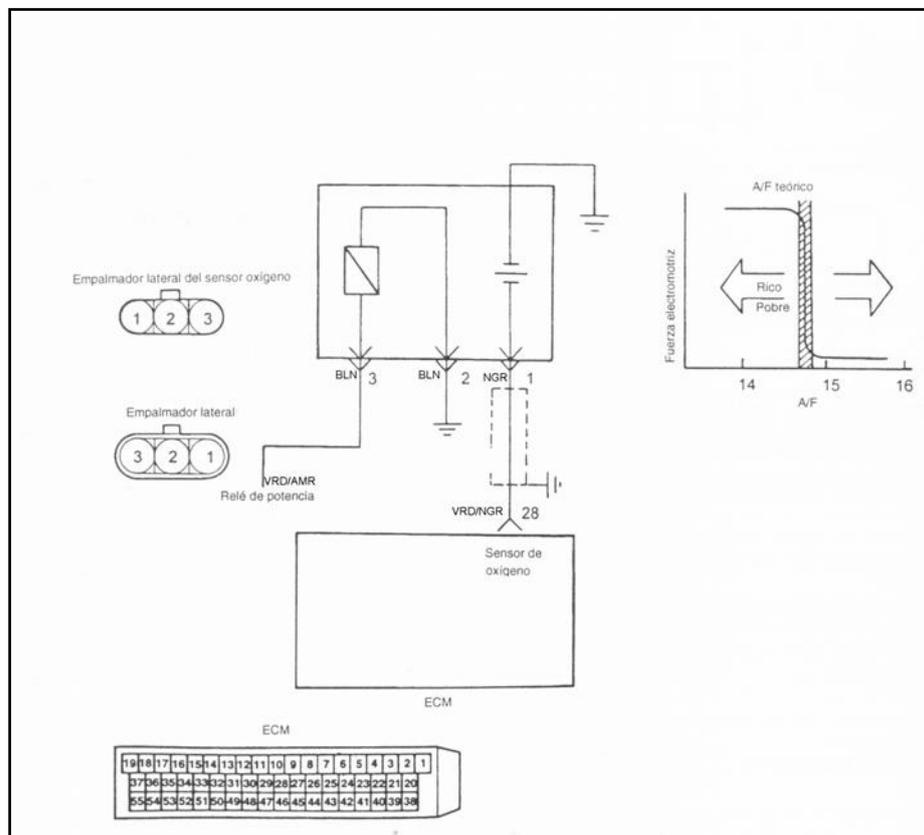


Figura 1 Circuito del sensor CMP

### 3. Procedimiento:

**1)** Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.

**2)** Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.

**3)** Con el voltímetro medir el voltaje entre el pin del relé y tierra:

Al decelerar: \_\_\_\_\_

Al acelerar: \_\_\_\_\_

**4)** Con el interruptor en la posición ON medir el voltaje de salida del sensor pin 28 :

Voltaje: \_\_\_\_\_

**5)** Con el interruptor en la posición OFF medir el voltaje de salida del sensor pin 28 :

Voltaje: \_\_\_\_\_

**6)** Con el motor apagado el conector del sensor desconectado comprobar continuidad del circuito a tierra, pin de tierra :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

7) Con el motor apagado los conectores del ECM y del sensor desconectados comprobar continuidad del circuito abierto entre el pin 28 y tierra:

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

#### **4. Cuestionario:**

- Cuantos tipos de sensor de oxígeno conoce?
- Realice un cuadro comparativo de sus semejanzas y diferencias?
- Que precauciones se deben tomar antes de probar un sensor de oxígeno?
- Este sensor en que se basa para producir la señal?

#### **5. Conclusiones y Recomendaciones:**

#### **6. Bibliografía**

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 6							
					SENSOR DE GOLPETEO		

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### 1. Objetivos:

- Medir los voltajes de señal y referencia del sensor de golpeteo
- Identificar le circuito eléctrico del sensor de golpeteo
- Generar códigos de falla del sensor de golpeteo

### 2. Marco Teórico

Está fijado el bloque de cilindros y capta las condiciones de golpeteo del motor. Una vibración de golpeteo del bloque de cilindros se aplica en forma de presión al elemento piezoeléctrico, esta presión vibratoria es luego convertida en una señal de voltaje que es emitida.

Si se produce golpeteo del motor, la regulación de encendido es retardada para suprimirlo.

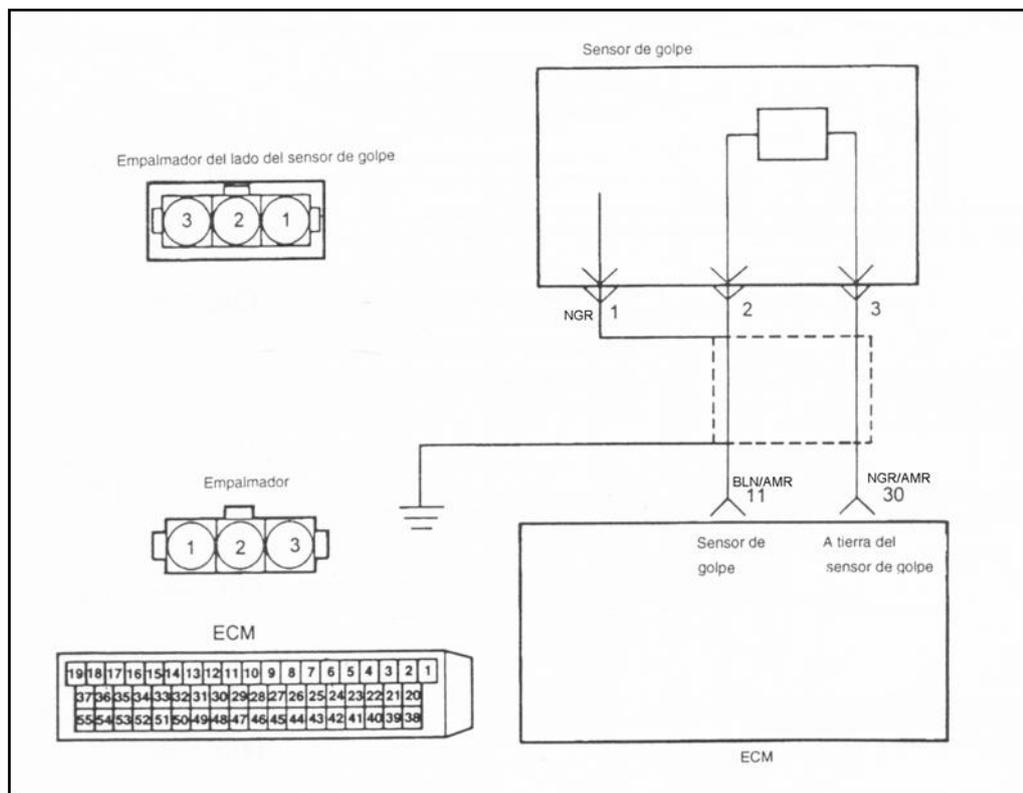


Figura 1 Circuito del sensor de golpeteo

### 3. Procedimiento:

1) Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.

2) Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.

3) Con el motor apagado el conector del sensor desconectado comprobar continuidad del circuito a tierra pin 30 y tierra :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

4) Con el motor apagado el conector del ECM y del sensor desconectados interruptor en la posición ON comprobar circuito abierto entre el pin 11 y tierra :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

5) Con el motor apagado el conector del ECM y del sensor desconectados interruptor en la posición OFF comprobar circuito abierto entre el pin 11 y tierra

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

#### 4. Cuestionario:

- Que función desempeña el sensor de golpeteo dentro del motor?
- Describa el funcionamiento de este sensor.
- Que tipo de señal envía este sensor al ECM?

**5. Conclusiones y Recomendaciones:**

**6. Bibliografía**

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 7							
				<b>BOMBA DE COMBUSTIBLE</b>			

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**1. Objetivos:**

- Medir los voltajes alimentación de la bomba de combustible
- Identificar le circuito eléctrico de la bomba de combustible
- Generar códigos de falla de la bomba de combustible

**2. Marco Teórico**

La bomba de combustible es un motor eléctrico de imanes permanentes, el cual impulsa a una bomba de paletas de alta velocidad.

El combustible se debe suministrar a los inyectores con la presión correcta y en el volumen correcto.

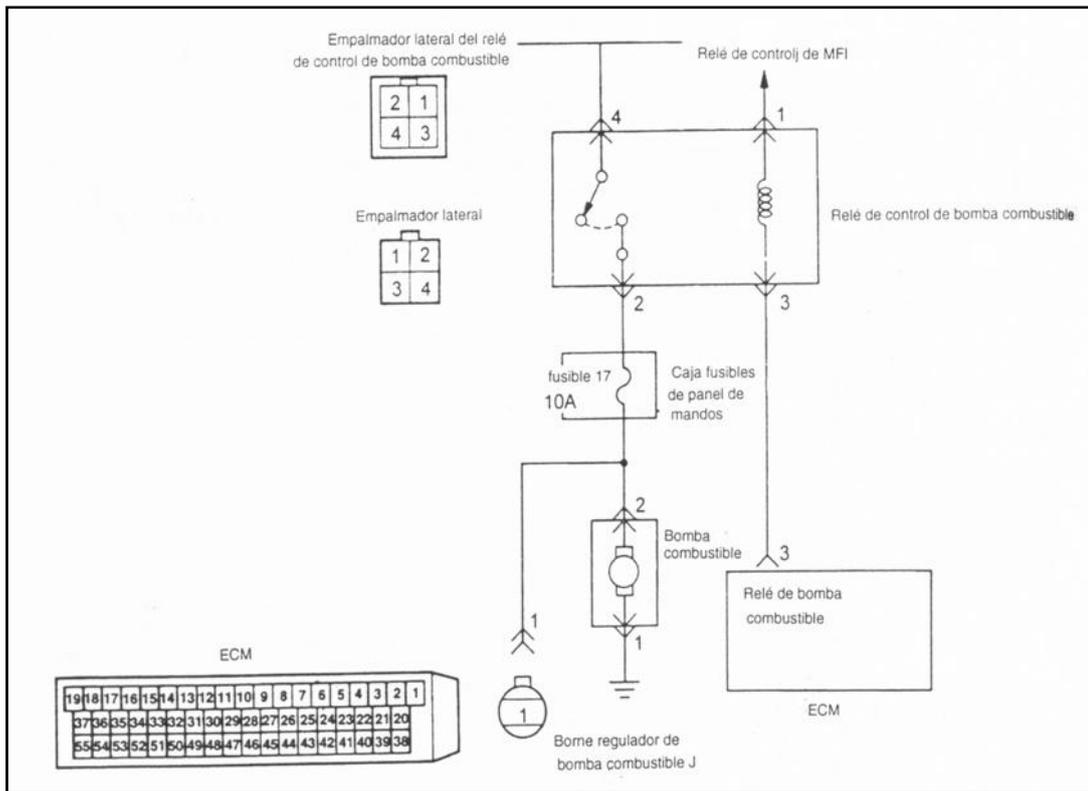


Figura 1 Circuito del sensor de golpeteo

### 3. Procedimiento:

1) Con el interruptor en ON aplicar 12 V al conector del Check Pump para verificar el funcionamiento de la bomba de combustible.

Funciona la bomba: \_\_\_\_\_

2) Encender el motor para verificar la presión regulada del sistema.

Presión regulada: \_\_\_\_\_

3) Cerrar la llave de paso de combustible para verificar la presión de la bomba.

Presión de la bomba: \_\_\_\_\_

4) Con el conector del ECM desconectado, comprobar circuito abierto entre el pin 3 y tierra

Resultado: \_\_\_\_\_

#### 4. Cuestionario:

- Porque no se debe dejar que el nivel de combustible el tanque llegue a un nivel demasiado bajo?
- Como se realiza el control de caudal de la bomba de combustible?

**5. Conclusiones y Recomendaciones:**

**6. Bibliografía**

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b>							
<b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 8							
				<b>INYECTORES</b>			

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**1. Objetivos:**

- Medir los voltajes de los inyectores
- Identificar le circuito eléctrico de los inyectores
- Generar códigos de falla de los inyectores

**2. Marco Teórico**

Son válvulas solenoides normalmente cerradas, inyectan el combustible de acuerdo a la señal que reciben del ECM. El volumen de combustible inyectado lo determina el tiempo durante el que esta energizada la válvula solenoide.

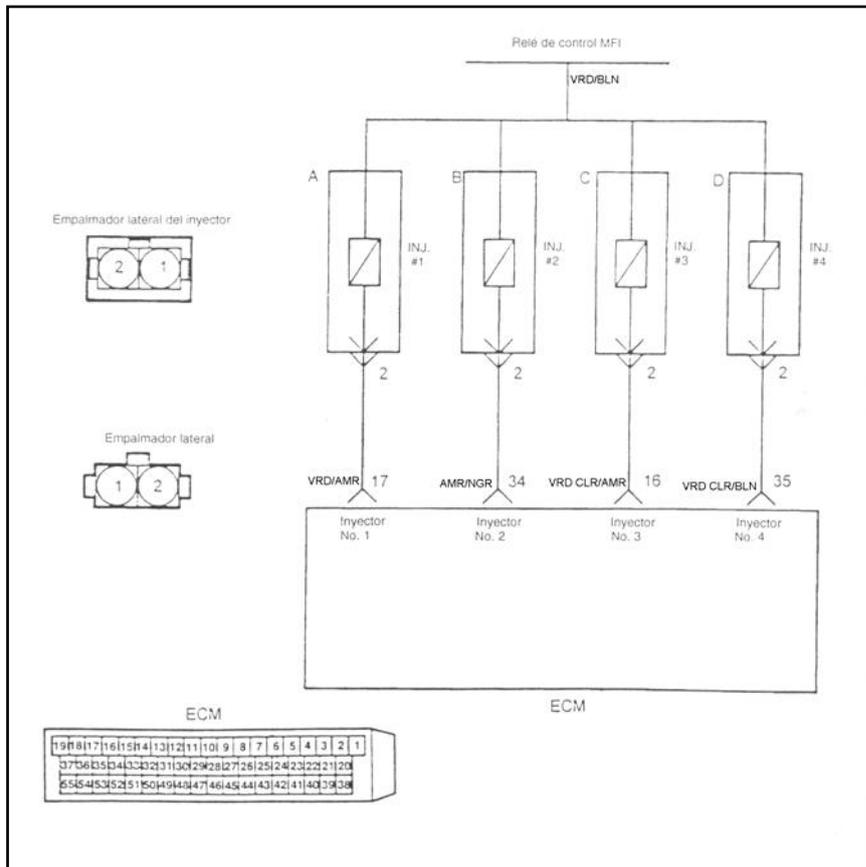


Figura 1 Circuito de los inyectores

### 3. Procedimiento:

1) Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.

2) Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.

3) Con el voltímetro medir el voltaje entre el pin del relé y tierra:

Voltaje: \_\_\_\_\_

4) Con el interruptor en la posición ON medir el voltaje de salida del sensor pin 7 :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

5) Con el interruptor en la posición OFF medir el voltaje de salida del sensor pin 7 :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

6) Con el interruptor en la posición ON medir el voltaje del sensor pin 26 :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

7) Con el interruptor en la posición OFF medir el voltaje del sensor  
pin 26 :

Ralentí: \_\_\_\_\_

3000 rpm: \_\_\_\_\_

8) Con el motor apagado el conector de los inyectores y del ECM  
desconectados interruptor en la posición ON comprobar circuito  
abierto entre los pines 16, 17, 34, 35 y tierra respectivamente:

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

9) Con el ohmetro medir la resistencia de los inyectores:

Inyector 1: \_\_\_\_\_

Inyector 2: \_\_\_\_\_

Inyector 3: \_\_\_\_\_

Inyector 4: \_\_\_\_\_

#### 4. Cuestionario:

- Los inyectores de combustible en que aspectos se diferencian entre sí?
- Que es el ancho de pulso?
- Como se comprueba que el inyector esta funcionando correctamente?
- Que síntomas presente el motor cuando uno o más inyectores no funcionan correctamente?

## **5. Conclusiones y Recomendaciones:**

## **6. Bibliografía**

 <b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 9							
				SENSOR ECT			

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**1. Objetivos:**

- Medir los voltajes de señal y referencia del sensor ECT
- Identificar le circuito eléctrico del sensor ECT
- Generar códigos de falla del sensor ECT

## 2. Marco Teórico

El sensor de temperatura del motor es un termistor con coeficiente negativo de temperatura, es decir, que a medida que aumenta la temperatura del motor la resistencia del termistor disminuye. Este sensor va instalado en el paso del refrigerante del motor figura 2.2 y emite señales al ECM

El ECM, determina la temperatura del refrigerante del motor mediante el voltaje de salida del sensor y provee un enriquecimiento óptimo de la relación aire combustible cuando el motor se encuentra frío.

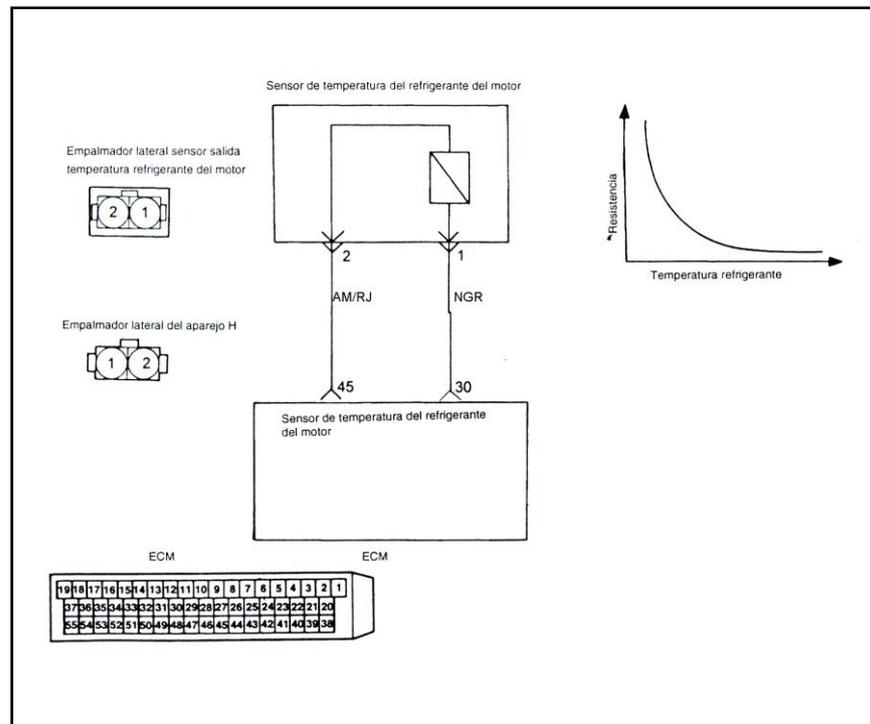


Figura 1 Circuito del sensor ECT

## 3. Procedimiento:

1) Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.

2) Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.

3) Con el voltímetro medir el voltaje entre el pin 45 y tierra:

Voltaje a 20 °C: \_\_\_\_\_

Voltaje a 86 °C: \_\_\_\_\_

4) Con el motor apagado el conector del sensor desconectado comprobar continuidad del circuito a tierra pin 30 :

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

5) Verificar la resistencia del sensor:

20 °C \_\_\_\_\_

86 °C \_\_\_\_\_

#### 4. Cuestionario:

- El sensor de temperatura del refrigerante del motor es de tipo?

- Cuando el sensor de temperatura del refrigerante del motor se encuentra en mal estado el ECM que detecta en el funcionamiento del motor?
- Que parámetros controla el ECM con la señal que proviene del sensor ECT?

**5. Conclusiones y Recomendaciones:**

**6. Bibliografía**

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 10							
				<b>VÁLVULA DE CONTROL DE VELOCIDAD DE RALENTI</b>			

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**1. Objetivos:**

- Medir los voltajes de señal y referencia de válvula ISC
- Identificar le circuito eléctrico de válvula ISC
- Generar códigos de falla de válvula ISC

## 2. Marco Teórico

La válvula de control de velocidad de ralentí es del tipo motor paso a paso, las bobinas son accionadas por etapas de propulsión diferentes en el ECM. Una bobina recibe la señal inversa de la otra dependiendo del factor resistencia de impulso, el equilibrio de las fuerzas magnéticas de las dos bobinas resultara en diferencias de ángulo del motor.

Paralela a la válvula del estrangulador una manguera de desvío, es dispuesta donde la válvula de control de velocidad de ralentí es insertado.

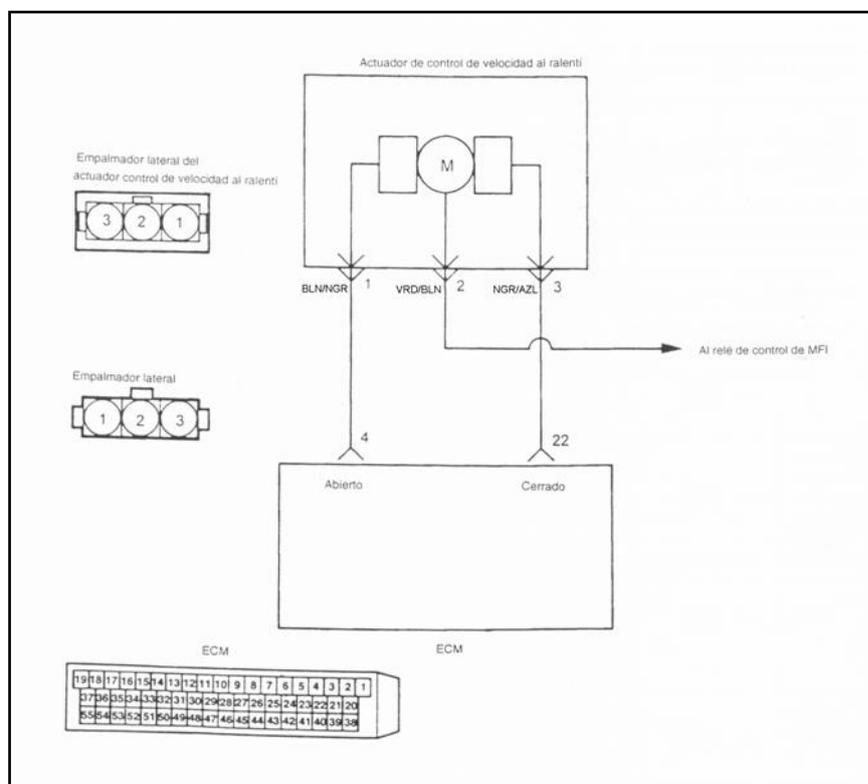


Figura 2.2. Ubicación del sensor ECT

### 3. Procedimiento:

1) Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.

2) Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.

3) Con el voltímetro medir el voltaje entre el pin del relé y tierra:

Voltaje: \_\_\_\_\_

4) Con el motor apagado el conector del ECM y del motor paso a paso desconectados comprobar continuidad del circuito a tierra entre el pin 4 y tierra:

Hay continuidad?: \_\_\_\_\_

### 4. Cuestionario:

- Que tipo de actuador es la válvula de control de velocidad de ralentí?
- Que funciones realiza la válvula ISC en el motor?

**5. Conclusiones y Recomendaciones:**

**6. Bibliografía**

							
<b>CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ</b> <b>LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA III</b>							
PRACTICA N° 11							
					CÓDIGOS DE FALLA		

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**1. Objetivos:**

- Identificar le circuito eléctrico de autodiagnóstico
- Generar códigos de falla de los diferentes sensores
- Leer los códigos de falla de los diferentes sensores

## **2. Marco Teórico**

Cuando el ECM detecta alguna irregularidad, memorizará el código de falla y enviará una señal al borne de salida del autodiagnóstico. Los resultados del diagnóstico pueden ser leídos con la luz del check engine o el escáner.

Los códigos de falla permanecerán en el ECM mientras se mantenga la potencia de la batería, pero se borrarán al desconectar el borne de la batería o el conector del ECM.

## **3. Procedimiento:**

- 1)** Antes de encender el motor revisar que los niveles de combustible, refrigerante y lubricante sean los correctos.
- 2)** Encender el motor y dejar que alcance su temperatura normal de funcionamiento.
- 3)** Con el motor encendido, poner el interruptor del sensor CKP en la posición OFF.
- 4)** Una vez que el motor se apaga, realizar la prueba de código de falla, con el siguiente procedimiento:

- a. Con la llave en contacto, conectar el terminal de auto diagnostico a tierra de 3 a 5 segundos.
- b. Los destellos de la luz de Check Engine serán de acuerdo a la figura 1.

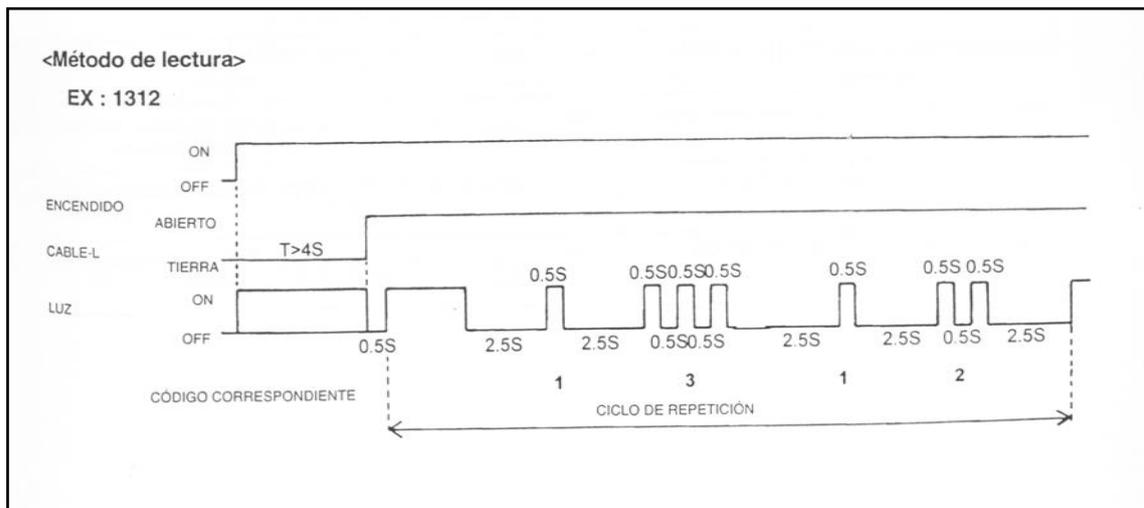


Figura 1. Ejemplo de método de lectura

- c. En caso de no existir falla aparecerá el código "4444" caso contrario aparecerá el código existente.

#### 4. Cuestionario:

- Cuando el voltaje de la batería es bajo se puede leer los códigos de falla?
- Que métodos se utiliza para borrar los códigos de falla almacenados en la memoria del ECM?
- Que significa el código “333”

## **5. Conclusiones y Recomendaciones:**

## **6. Bibliografía**

#### 4.16 MANTENIMIENTO

Para el mantenimiento del motor se recomienda seguir los puntos detallados en la tabla IV.10

Tabla IV.10 Cuadro de control para mantenimiento

Nº	DESCRIPCIÓN	Km. x1000	1	15	30	45	60	75	90	105	120
		Meses	1	12	24	36	48	60	72	84	96
Mantenimiento del sistema de control del motor											
1	Aceite del motor y filtro		R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	Correa de transmisión			I	I	I	R	I	I	I	R
3	Juego de válvulas				I		I		I		I
4	Filtro de combustible						R				R
5	Conductos de combustible y conexiones			I	I	I	I	I	I	I	I
6	Correa de distribución								R		
7	Mangueras de ventilación de vacío del cárter				I		I		I		I
8	Filtro de aire			I	R	I	R	I	R	I	R
9	Bujías				R		R		R		R
10	Sistema de refrigeración		I	I	I	I	I	I	I	I	I
11	Refrigerante del motor			I	I	R	I	I	R	I	I

## **CONCLUSIONES**

- Se analizo los principios de operación y funcionamiento del sistema de inyección electrónica del motor Hyundai 1.5 L.
- Se instalaron instrumentos de verificación para diagnosticar en forma técnica el estado de los sistemas de inyección de combustible.
- Se determinaron los parámetros de operación del sistema de control electrónico, alimentación, subsistema de aire y autodiagnóstico.
- Se realizo la instalación eléctrica y electrónica del sistema de inyección electrónica de gasolina del motor Hyundai 1.5 L.
- Se construyo el módulo de entrenamiento para el motor Hyundai 1.5
- El sistema de inyección es secuencial de uno en uno.

- El momento de la inyección y el encendido son controlados por los sensores CMP y CKP.
- Muchas veces las fallas en el sistema de inyección electrónica se deben a que hay un mal contacto en los conectores.
- Cuando existe una falla en el sensor de posición del cigüeñal o en su conector el motor no se encenderá.
- En el subsistema de aire las entradas adicionales que no son captadas por el sensor MAF interfieren en el correcto funcionamiento del motor.
- Genera códigos de falla de 4 dígitos en el auto diagnóstico y de 2 dígitos en el escáner.
- Se generó un programa de entrenamiento mediante guías de laboratorio.

## **RECOMENDACIONES**

- Verificar los niveles de combustible, lubricante y refrigerante antes de iniciar las prácticas.
- Usar los instrumentos y herramientas adecuadas para el desarrollo de las prácticas.
- Consultar al instructor sobre las dudas que se tengan.
- Antes de realizar el autodiagnóstico verificar que el voltaje de la batería sea el correcto.

- Para borrar los códigos de falla el motor debe estar apagado.
- No desconectar la batería antes de haber leído los códigos de falla.
- Evitar trabajar en un ambiente cerrado.
- Usar equipo de protección y observar las normas de seguridad industrial.

# **ANEXOS**