



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODULO
ELECTRÓNICO QUE CONTROLE EL INGRESO DE
COMBUSTIBLE MEDIANTE INYECTORES,
IMPLEMENTADO EN UN MOTOR SUZUKI FORSA I”**

MARTÍNEZ GAVIDIA IGNACIO MARCELO

TESIS DE GRADO

**Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ignacio Marcelo Martínez Gavidia

AGRADECIMIENTO

En la vida momentos y cosas gratificantes, esta es una de ellas, agradezco a Dios por darme la vida y la capacidad para superar obstáculos, a mis padres y hermanas por apoyarme en todos mis estudios y por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser persona útil a la sociedad

Agradezco además a mi director de tesis Ing. Carlos Cabezas y a mi asesor el Ing. Celin Padilla por su ayuda al momento de plantear el ante proyecto de tesis y al momento de la ejecución de la misma, a mis profesores ya que aportaron con sus conocimientos y experiencias para formar un profesional de competencia y calidad y por ello no se les podrá olvidar ya que al final llegaron hacer un compañero y amigo más de nuestra vida.

Ignacio Marcelo Martínez Gavidia

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar mis padres por darme la vida y especialmente a mi Madre Mariana Gavidia, Mis hermanas y mi Sobrina Raquel Rosero. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar. También dedico este proyecto a mi novia, compañera inseparable de cada jornada. Ella representó gran esfuerzo y tensión en momentos de decline y cansancio. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

Ignacio Martínez Gavidia

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1 Sistemas de inyección.....	4
2.1 Reseña histórica de los sistemas de inyección electrónica.....	4
2.2 Misión del sistema de inyección.....	10
2.3 Componentes del sistema de inyección.....	11
2.3.1 Principales sensores.....	11
2.3.2 Actuadores.....	20
2.4 Clasificación del sistema de inyección.....	23
2.4.1 Por el número de inyectores.....	23
2.4.2 Por la ubicación del inyector.....	23
2.4.3 Por el sincronismo de la inyección.....	23
2.4.4 Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores.....	24
2.5 Graficas, ubicación, tipo y numero de cables de los sensores principales..	25
3. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS ADECUADOS QUE INCORPORA EL SISTEMA DE CONTROL DE INYECCIÓN	
3.1 Requerimientos del sistema a implementar, para reemplazar el Sistema a carburación.....	30
3.2 Características del sistema.....	30
3.3 Fase mecánica.....	31
3.3.1 Selección del múltiple de admisión.....	31
3.3.2 Selección del sistema de suministro de combustible.....	32
3.3.3 Selección del riel de inyectores.....	33
3.4 Fase eléctrica y electrónica.....	33
3.4.1 Selección del Microprocesador.....	33
3.4.2 Selección de sensores para instalación.....	33
3.4.3 Selección del tipo de actuadores.....	35
3.4.4 Diseño de circuito impreso y placa de control.....	36
3.5 Construcción del modulo electrónico del sistema de Inyección.....	38

4.	COMPROBACIÓN DEL SISTEMA ORIGINAL E IMPLEMENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL NUEVO SISTEMA	
4.1	Pruebas en el sistema original del Consumo de combustible.....	49
4.2	Instalación del sistema de inyección electrónica.....	51
4.2.1	Ubicación e instalación del colector de admisión.....	51
4.2.2	Ubicación e instalación del riel de inyectores.....	51
4.3	Instalación del sistema eléctrico Electrónico.....	53
4.3.1	Ubicación e instalación del modulo de control.....	54
4.3.2	Ubicación e instalación de los sensores.....	55
4.3.3	Ubicación e instalación de los sensores.....	56
5	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y COMPARACIONES DEL SISTEMA.	
5.1	Pruebas de Consumo de combustible.....	57
5.2	Pruebas de economía en el computador.....	57
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones.....	61
6.2	Recomendaciones.....	62
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
	BIBLIOGRAFÍA	
	LINKOGRAFÍA	
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
3.1	MEDICIONES DE VOLTAJES DEL SENSOR MAP	43
3.2	RANGOS DE TRABAJO DEL SENSOR MAP	43
3.3	RANGOS DE TRABAJO DEL SENSOR TPS	43
3.4	RANGOS DE TRABAJO DEL SENSOR O ₂	43
3.5	TRANSFORMACIÓN DE VOLTAJE A BYTES	44
3.6	TRANSFORMACIÓN DE REV/MIN A REV/SEG	45

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Sistema de inyección D-Jetronic.....	4
2.2	Sistema de inyección electrónica L-Jetronic.....	5
2.3	Sistema de inyección electrónica K-Jetronic.....	6
2.4	Sistema de inyección electrónica LH-jetronic.....	8
2.5	Sistema de inyección KE-Jetronic.....	9
2.6	Sistema de inyección Mono-Jetronic.....	10
2.7	Sensor WTS.....	12
2.8	Sensor IAT.....	12
2.9	Sensor CKP.....	14
2.10	Sensor TPS.....	15
2.11	Sensor de Oxígeno.....	16
2.12	Sensor de Pistoneo.....	18
2.13	Sensor CPM.....	29
2.14	Válvula IAC.....	20
2.15	Bomba de combustible.....	20
2.16	Electroválvulas o inyectores.....	21
2.17	Sensor TPS 3 cables.....	25
2.18	Sensor WTS 2 cables.....	26
2.19	Sensor e oxígeno, 3 cables.....	27
2.20	Sensor IAT, 3 cables.....	28
3.1	Múltiple de admisión.....	31
3.2	Estrangulador.....	31
3.3	Medidor con la bomba de combustible.....	32
3.4	Manguera de alta presión.....	32
3.5	Filtro de combustible.....	32
3.6	Riel de inyectores original.....	33
3.7	Riel de inyectores Modificada.....	33
3.8	Perforación para el sensor WTS en la admisión.....	34
3.9	Localización del TPS en el estrangulador.....	34
3.10	Perforación para el Sensor de oxígeno en el Escape.....	35
3.11	Localización del IAC en el Estrangulador.....	35
3.12	Diseño del Circuito de control.....	36
3.13	Proceso diseño del circuito.....	36
3.14	Proceso para la construcción de la placa.....	37
3.15	Placa con sus componentes.....	37
3.16	Esquema general del hardware de la placa.....	39
3.17	Circuito contador de revoluciones.....	40
3.18	PIC de control principal.....	46
3.19	Diagrama de flujo para primer PIC.....	47
3.20	Diagrama de flujo para interrupción.....	47
3.21	Secuencia de señales.....	48
3.22	Diagrama de flujo para segundo PIC.....	50

4.1	Carburador instalado con el estrangulador conectado.....	50
4.2	Programa MicroCode Studio - View – Serial communicator, generando datos del modulo electrónico con el sistema a carburador.....	50
4.3	Ingreso de aire en el cabezote.....	51
4.4	Múltiple de admisión.....	51
4.5	Múltiple de admisión puesto en cabezote.....	51
4.6	Oricios para los inyectores en el múltiple de admisión.....	52
4.7	Bocín insertado en el múltiple de admisión.....	52
4.8	Riel con los inyectores.....	52
4.9	Filtro de combustible bajo la central de freno.....	53
4.10	Comprobación del modulo electrónico con el microcode en la computadora	53
4.11	Proceso de soldadura del arnés de cables al puerto serial.....	54
4.12	Ubicación del sensor de oxígeno en el múltiple de escape.....	54
4.13	Ubicación del sensor Wts en el multiple de admisión y el trompo de temperatura.....	55
4.14	Bomba de combustible.....	56
5.1	Comprobación de los componentes del modulo electrónico con el software en la computadora.....	57
5.2	Programa MicroCode Studio - View – Serial communicator, generando datos del modulo electrónico.....	59

LISTA DE ABREVIACIONES

UCE	Unidad de control electrónico
CO	Monóxido de carbono
PMS	Punto muerto superior
UCE	Centralita de control
MAP	Sensor de presión absoluta
ECU	Unidad electrónica de control
CAN	Protocolo de comunicaciones
BUS	Transportación
CPU	Unidad central de procesamiento
HOST	Procesador anfitrión
MULTICAST	Recepción por multidifusión
WTS	Sensor de temperatura del refrigerante
CKP	Sensor de posición del cigüeñal
CMP	Sensor de posición del árbol de levas
IAC	Válvula de control de relantý
EGR	Válvula de recirculación
TPS	Sensor de posición del estrangulador
GND	Masa
IAT	Sensor de temperatura del aire admitido
PCB	Papel de transferencia térmica
NPN	Transistor tipo negativo positivo negativo
OSCI	Oscilador de 8 modos programador de 2 bits
OSC2	Oscilador de 8 modos programador de 2 bits
RA1	Líneas digitales programables individualmente
RA5	Líneas digitales programables individualmente
RE0	Convertidor de 10 bits, hasta 8 canales
RE2	Convertidor de 10 bits, hasta 8 canales
MCLR	Programación de entrada de bajo voltaje

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Diagrama del circuito electrónico
- ANEXO 2:** Simulación del circuito electrónico en el software ISIS Profesional
- -

RESUMEN

La tesis titulada “Diseño y Construcción de un Modulo Electrónico que Controle el Ingreso de Combustible Mediante Inyectores, Implementado en un Motor Suzuki Forsa I” Se realizo en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

El propósito de este proyecto es adaptar un sistema de inyección electrónica multipunto simultanea programable, construyendo un modulo electrónico permitiéndonos ajustar de mejor manera la mezcla aire combustible tendiendo a valores de estequiometria, es decir, con proporciones de 14,7 de aire a 1 de combustible, consiguiendo un lambda de valor 1.

Las técnicas aplicadas en la investigación fueron de recopilación de datos mediante equipos, en componentes de vehículos que dispongan sistema de inyección electrónica, los datos obtenidos fueron tratados con análisis estructural, realizando tablas y gráficos de funcionamiento de sensores desplegando un orden procedimental para el desarrollo del software que será implementado en microprocesadores.

La investigación proporciono como resultado, economía de combustible que sobrepasa en rendimiento a la hipótesis planteada en un comienzo del proyecto, reduciendo la cantidad de combustible ingresado al motor dosificando correctamente mediante electroválvulas a cada cilindro, reduciendo gases contaminantes de escape y teniendo mayor potencia.

Se puede concluir que con la implementación del nuevo sistema se redujo el consumo de combustible en carretera alrededor del 14% y en la ciudad el 11% teniendo un vehículo menos contaminante del medio ambiente.

Por tanto se recomienda seguir realizando pruebas en distintas carga del motor siguiendo depurando el software y conseguir un menor consumo de combustible, manteniendo o aumentando la potencia.

SUMMARY

The thesis “Desing and construction of an Electronic Module to Control de Fuel Input Through Injectors, Implemented in a Zusuki Forsa I Motor” was carried out at the Installations of the Automotive Engineering School. The purpose of this Project is adapting a programable simultaneous multipoint electronic injection system, constructing an electronic module to better adjust the fuel air mixture tending to stochiometry values, i.e. with proportions of 14,7 airs to 1 fuel, attaining a 1 value lambda. The techniques applied in the investigation consisted of the data collection through the equipment, in vehicle components with an electronic injection system; data obtained were theated with structural analysis, performing tables and graphs os sensor fuctioning displaying a procedure order for the software development to be implemented in the micro-processors. The investigation provvided as a resulta n economy of fuel which surpasses in yield the atated hypothesis at the Project beginning, reducing the fuel amount entering in to the motor correctly dosing through the electro-valves each cylinder, reducing contaminant exhaust gases and having a higher power. It can be concluded that wiht the implementation of the new system the fuel consumption in the road was reduced by 14% an 11% in the city wiht a vehicle which is less contaminant of the environment. Therefore, it is recommended to keep on testing in different motor charges, cleaning the software and attain a minor fuel consumption, maintaining or increasing the power.

CAPITULO I

1 GENERALIDADES.

1.1 Antecedentes.

Los primeros motores fueron provistos de un mezclador o carburador, elemento que era el encargado de realizar esta operación de la mejor manera, tratando de mantener una relación buena entre los dos elementos.

En los primeros motores se diseñaron carburadores muy simples que lograban con su constitución básica y elemental, mezclar al aire que aspira el combustible y con ello un funcionamiento racional del motor en el cual se los había incorporado, pero llegando a una relación aire combustible bastante empírica.

Con el pasar de los años, los motores requerían de mayor potencia y para ello se necesitaba de un mayor número de cilindros para lograrlo, así como de mejoras en su diseño inicial, lo cual requería paralelamente de un sistema de alimentación mejor diseñado. Estas mejoras en los diseños eran indispensables y se inicio una época de grandes mejoras, entre las cuales estaba justamente el sistema de alimentación del motor y de todas las pruebas se inicio en los años 70 con el sistema de Inyección Electrónica, ya que los sistemas mecánicos no dieron los resultados esperados.

En esta década se dieron resultados sorprendentes al utilizar a los semiconductores, como elementos de perfecto control y con ellos lograr controlar la relación aire - combustible de una manera muy exacta.

Los primeros sistemas adolecieron de ciertas dificultades, pero hoy en día son tan confiables, que se los ha llamado sistemas inteligentes de control, los cuales ya pueden auto adaptarse a las modificaciones de trabajo.

Todo sistema de inyección electrónica requiere de sensores, que detecten los valores de presión, posición, estado de mezcla, flujo, etc. Necesarios para medirse, y utilizar esta información para determinar a través de un modulo electrónico el tiempo de apertura de los inyectores, válvulas y con ello inyectar la cantidad exacta de combustible.

1.2. Justificación.

Los sistemas de carburación en los vehículos que por muchos años han circulado en nuestro país, hoy en día se manifiestan como caducos siendo sustituido por otros de inyección electrónica mismo que cuenta con ventajas, que comparadas con los de carburación resulta ser más eficiente por las características propias del mismo, tanto así que la industria automotriz en sus producción de fabricación, desarrolla e implementa en su línea productiva dicho sistema.

En el Ecuador los avances en el campo de desarrollo tecnológico y el diseño para la construcción de circuitos electrónicos implementados en motores a gasolina es limitado, por lo que creemos que se podría desarrollar un componente electrónico que nos ayude a suministrar combustible en el colector de admisión, e implementarlos en motores que en nuestro medio actual existen comúnmente

La utilización de carburadores, hace que en los colectores de admisión se producen mezclas estequiometrias relativamente ricas en combustible y desiguales para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada, la consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una descarga desigual de los cilindros.

Con la suspensión del carburador y dando forma a los conductos de admisión, se permitiría corrientes aerodinámicamente favorables, mejorando el llenado de los cilindros, con lo cual, favorecería el par motor, la potencia, consumo, comportamiento en marcha mínima.

Además al asignar una electroválvula o inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se conseguiría una mejor distribución de la mezcla. Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se conseguiría tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí. En la fase de calentamiento se realizarían los ajustes necesarios para una marcha redonda del motor y una buena admisión de gas sin tirones, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se conseguiría mediante la adaptación exacta del caudal de la electroválvula

Por todos los beneficios mencionados que brindaría la implementación de este sistema, se determina conveniente diseñar, construir y realizar un conjunto de pruebas con este modulo electrónico para comprobar las ventajas que tendría con respecto a la carburación.

1.3. Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

Desarrollar y construir un modulo electrónico de control de ingreso de combustible por medio de inyectores, a implementar en un motor a carburación.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Investigar el funcionamiento del sistema de inyección electrónica existente en nuestro medio
- Seleccionar elementos adecuados que incorporen el sistema de control de inyección
- Diseñar y construir el modulo electrónico
- Edificar el software para los microprocesadores 16F877a y 16F628a
- Implementar los elementos seleccionados y el modulo electrónico en el vehículo elegido.
- Comprobar el funcionamiento del modulo electrónico en el automóvil
- Establecer diferencias, en consumo de combustible del sistema original con respecto al sistema construido y diseñado

CAPITULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. Sistemas de inyección.

2.1.1. Reseña histórica de los sistemas de inyección.

HISTORIA DE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

N.A. Otto y J.J.E. Lenoir presentaron motores de combustión interna en la Feria Mundial de París de 1867. En 1875, Wilhelm Maybach de Deutz fue el primero en convertir un motor de gas para funcionar con gasolina. Este motor usaba un carburador con una mecha suspendida a través del flujo del aire entrante. Los extremos de la mecha estaban sumergidos en la gasolina recipiente debajo de la mecha. Al arrancar el motor, el aire entrante pasaba a través de la mecha, evaporaba la gasolina y llevaba los vapores del combustible dentro del motor para ser quemado¹

En 1912 Primeros ensayos de bombas de inyección de gasolina basada en las bombas de aceite de engrases, en 1932 se realizaron ensayos sistemáticos de inyección de gasolina para motores de aviación, para 1937 la aplicación en serie de la inyección de gasolina en motores de aviación, llegando a 1945 la primera aplicación en serie de la inyección de gasolina en vehículos a motor, en 1951 los sistemas de inyección de gasolina para pequeños motores de dos tiempos, para 1952 los sistemas de inyección de gasolina para motores de 4 tiempos para vehículos, en serie a partir de 1954, en 1967 primer sistema electrónico de inyección de gasolina D-Jetronic.

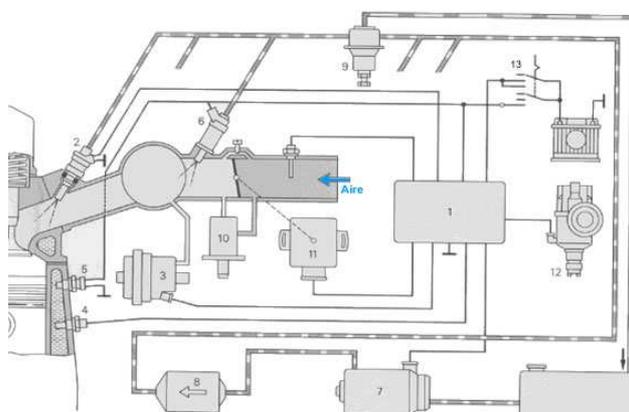


Figura 2.1: Sistema de inyección D-Jetronic

¹ www.moto-club.es/historia-de-la-inyeccion-de-combustible-vt53.html

El D-Jetronic supuso el primer sistema de inyección electrónico de combustible del fabricante Bosch. La inyección de combustible en se hace mediante unos inyectores electromagnéticos accionados directamente por la centralita o unidad de control (ECU) que es otra de las novedades de este sistema de inyección.

Esta se encargara de recibir señales de los distintos sensores y actuará sobre los inyectores mediante una solenoide en los mismos, los cuales abrirán dejando salir la gasolina pulverizada por la presión de suministro cercana a los 2 kg/cm² , el tiempo de apertura oscila entre 0.002 (s) a 0.01 (s).

El captador en el distribuidor de encendido, informa de cuando se produce un ciclo, para que las inyecciones se realicen cada vuelta, inyectándose en cada una la mitad de la gasolina necesaria en una explosión.²

En 1973 la Inyección electrónica de gasolina L-Jetronic

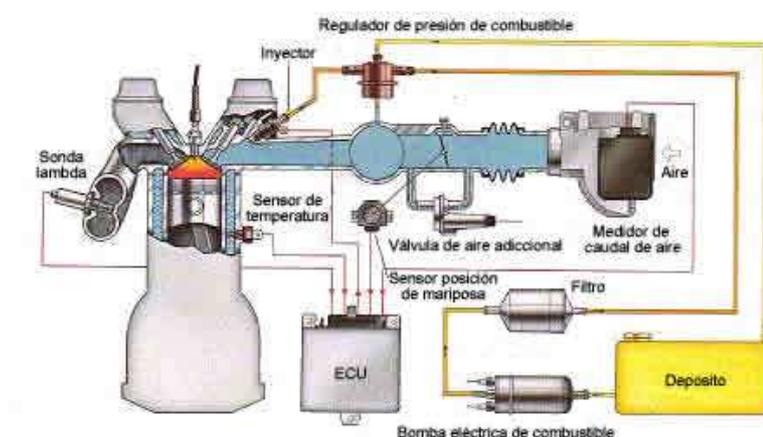


Figura 2.2: Sistema de inyección electrónica L-Jetronic

El sistema de admisión tiene por función hacer llegar a cada cilindro del motor el caudal de aire necesario a cada carrera del pistón. El medidor del caudal de aire registra la cantidad de aire que el motor aspira a través del sistema de admisión. Como todo el aire que aspira el motor ha de pasar por el medidor del caudal de aire, una compensación automática corrige las modificaciones del motor debidas al desgaste, depósitos de carbono en las cámaras de combustible y variaciones en el ajuste de las válvulas. El medidor del caudal de aire envía una señal eléctrica a la unidad de control; esta señal, combinada con una señal del régimen, determina el caudal de combustible necesario. La unidad de control puede variar esta cantidad en función de los estados de servicio del motor.

² www.mecanicavirtual.org/inyeccion_gasolina1.htm

Unidad de control electrónica (UCE).

Las señales que transmiten los sensores las recibe la unidad de control electrónica y son procesadas por sus circuitos electrónicos. La señal de salida de la UCE consiste en impulsos de mando a los inyectores. Estos impulsos determinan la cantidad de combustible que hay que inyectar al influir en la duración de la apertura de los inyectores a cada vuelta del cigüeñal. Los impulsos de mando son enviados simultáneamente de forma que todas los inyectores se abren y se cierran al mismo tiempo. El ciclo de inyección de los sistemas L-Jetronic y Motronic se ha concebido de forma que a cada vuelta del cigüeñal los inyectores se abren y se cierran una sola vez.

El sistema de alimentación suministra bajo presión el caudal de combustible necesario para el motor en cada estado de funcionamiento. Cada inyector está conectado eléctricamente en paralelo con la unidad de control que determina el tiempo de apertura de los inyectores y por consiguiente la cantidad de combustible inyectada en los cilindros.³

Inyección electrónica de gasolina K-Jetronic.

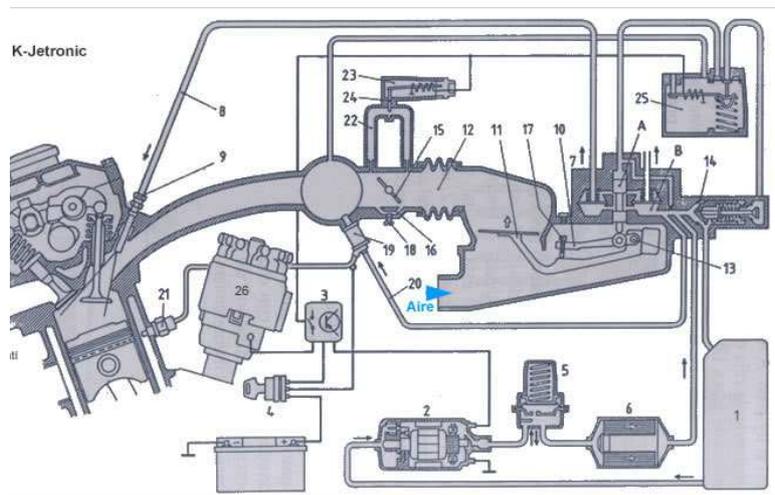


Figura 2.3: Sistema de inyección electrónica K-Jetronic

El sistema K-Jetronic de Bosch proporciona un caudal variable de carburante pilotado mecánicamente y en modo continuo. Este sistema realiza tres funciones fundamentales:

- Medir el volumen de aire aspirado por el motor, mediante un caudalímetro especial.

³ <http://html.rincondelvago.com/alimentacion-y-combustion-en-motores-alternativos.html>

- Alimentación de gasolina mediante una bomba eléctrica que envía la gasolina hacia un dosificador-distribuidor que proporciona combustible a los inyectores.
- Preparación de la mezcla: el volumen de aire aspirado por el motor en función de la posición de la válvula de mariposa constituye el principio de dosificación de carburante. El volumen de aire está determinado por el caudalímetro que actúa sobre el dosificador-distribuidor.

En 1976 sistemas de inyección de gasolina con regulación lambda, para 1979. El sistema digital de control del motor Motronic, sistema de inyección multipunto intermitente montado por Citroen y Peugeot.

La unidad de control gobierna inyección y encendido para un mejor aprovechamiento del motor en cualquier régimen de r.p.m. y en cualquier condición de carga.

La UCE elabora las señales de acuerdo a la información que recibe de:

- Batería
- Medición de aire aspirado por sensor de presión absoluta (MAP)
- Régimen de motor y PMS por captador inductivo
- Temperatura de agua por resistencia NTC
- Posición de la mariposa por potenciómetro
- Regulación de CO por potenciómetro
- Corrección avance del encendido por ajustador de octanos
- Calidad de la combustión por sonda Lambda calefactada

Al pisar el acelerador, desplazamos la mariposa y salimos del régimen de ralentí, dejando pasar más cantidad de aire a los cilindros y por lo tanto variando la depresión en el colector de admisión.

La UCE analiza las señales provenientes del sensor de presión absoluta y en función del régimen de revoluciones, de la temperatura de motor y de la temperatura de aire aspirado calcula el tiempo de inyección y el ángulo de avance idóneo para ese momento.⁴

En 1981 la Inyección electrónica de gasolina con medidor de caudal de aire por hilo caliente LH-Jetronic. En marcha normal al

⁴ www.mecanicavirtual.org/inyeccion_gasolina1.htm

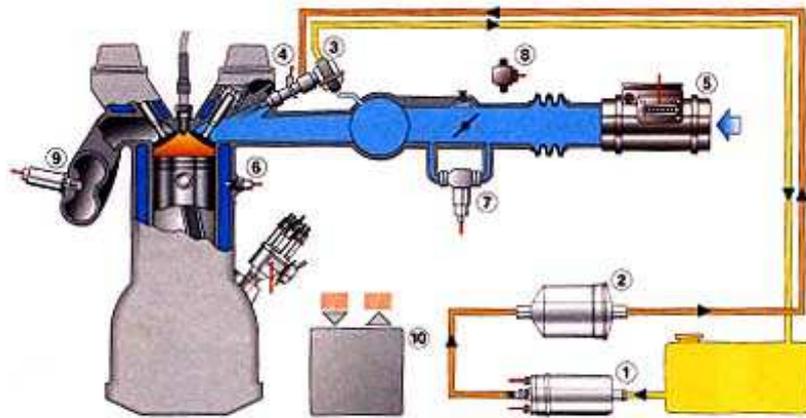


Figura 2.4: Sistema de inyección electrónica LH-jetronic

El LH-Jetronic es muy similar al L-Jetronic. La diferencia radica en el registro del caudal de aire aspirado por el motor, el cual tiene lugar en este caso por medio del medidor de masa de aire de hilo caliente. Este mide la masa de aire aspirada por el motor. Como consecuencia, el resultado de medición es independiente de la temperatura y la presión.

Para 1982 la inyección continua de gasolina con control electrónico KE-Jetronic

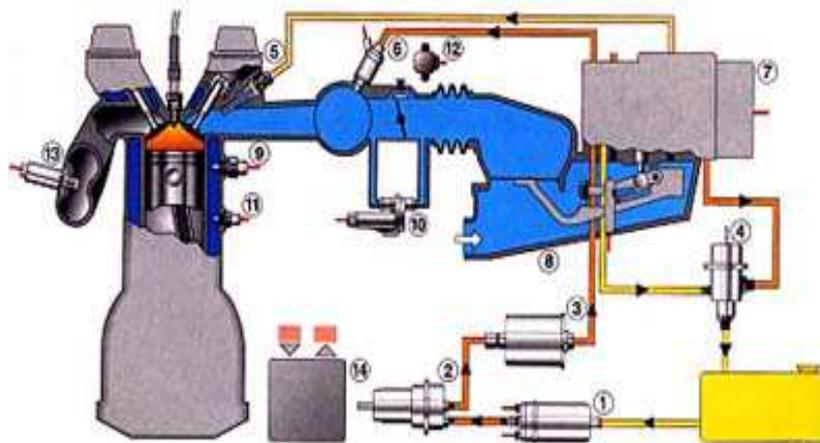


Figura 2.5: Sistema de inyección KE-Jetronic

Un sistema electrónico adicional registra un sinnúmero de magnitudes de medición en el motor y posibilita así la optimización del consumo de combustible a la calidad de los gases de escape.⁵

⁵ <http://html.rincondelvago.com/alimentacion-y-combustion-en-motores-alternativos.html>

En 1987 sistema centralizado de inyección Mono-Jetronic, inyección central controlado electrónicamente, en el cual la válvula de inyección electromagnética inyecta el combustible para todos los cilindros en un punto central sobre la mariposa.

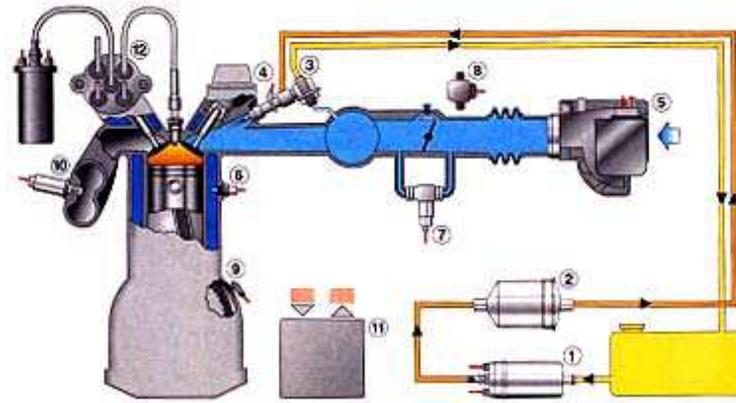


Figura 2.6: Sistema de inyección Mono-Jetronic

Para 1989 el control digital del motor con dispositivo de control de la presión del colector de admisión Motronic MP3, llegando a 1991 la gestión del motor mediante CAN, sistema de bus de alta velocidad para acoplar las diferentes centralitas.

CAN siendo un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs.

El protocolo de comunicaciones CAN proporciona los siguientes beneficios:

- Es un protocolo de comunicaciones normalizado, con lo que se simplifica y economiza la tarea de comunicar subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red común o bus.
- El procesador anfitrión delega la carga de comunicaciones a un periférico inteligente, por lo tanto el procesador anfitrión dispone de mayor tiempo para ejecutar sus propias tareas.
- Al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto, excepto en los enchufes.

CAN se basa en el modelo productor/consumidor, el cual es un concepto, o paradigma de comunicaciones de datos, que describe una relación entre un productor y uno

o más consumidores. CAN es un protocolo orientado a mensajes, es decir la información que se va a intercambiar se descompone en mensajes, a los cuales se les asigna un identificador y se encapsulan en tramas para su transmisión. Cada mensaje tiene un identificador único dentro de la red, con el cual los nodos deciden aceptar o no dicho mensaje. Dentro de sus principales características se encuentran:

- Prioridad de mensajes.
- Garantía de tiempos de latencia.
- Flexibilidad en la configuración.
- Recepción por multidifusión (multicast) con sincronización de tiempos.
- Sistema robusto en cuanto a consistencia de datos.
- Sistema multimaestro.
- Detección y señalización de errores.
- Retransmisión automática de tramas erróneas
- Distinción entre errores temporales y fallas permanentes de los nodos de la red, y .
- desconexión autónoma de nodos defectuosos.

CAN es un protocolo de comunicaciones serie que soporta control distribuido en tiempo real con un alto nivel de seguridad y multiplexación. El establecimiento de una red CAN para interconectar los dispositivos electrónicos internos de un vehículo tiene la finalidad de sustituir o eliminar el cableado. Las ECUs, sensores, sistemas antideslizantes, etc. se conectan mediante una red CAN a velocidades de transferencia de datos de hasta 1 Mbps.⁶

2.2 Misión del sistema de inyección.

El sistema de inyección controlada electrónicamente tiene la función de proveer de combustible a cada uno de los cilindros en tiempos exactos con una dosificación adecuada, tendiendo a alcanzar una mezcla estequiometría para alcanzar menor consumo de combustible, mejorando el rendimiento y por ende la potencia

Todo sistema de inyección electrónica requiere de sensores varios que detecten los valores importantes que deben ser medidos, para que con esta información se

⁶ <http://www.motorspain.com/17-10-2007/varios/mecanica/la-inyeccion-electronica-cumple-40-anos>

pueda determinar a través de un modulo electrónico el tiempo de actuación de los inyectores y con ello inyectar la cantidad exacta de combustible.

La implantación de la tecnología de microprocesadores en los equipos involucrados en las tareas de medida y protección, que se instalan para realizar la gestión y mantenimiento del servicio, se ha traducido en los últimos tiempos en una disminución de los requerimientos de potencia que deben dar los sensores de medida a dichos equipos.

2.3 Componentes del sistema de inyección.

2.3.1 Principales sensores

SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.

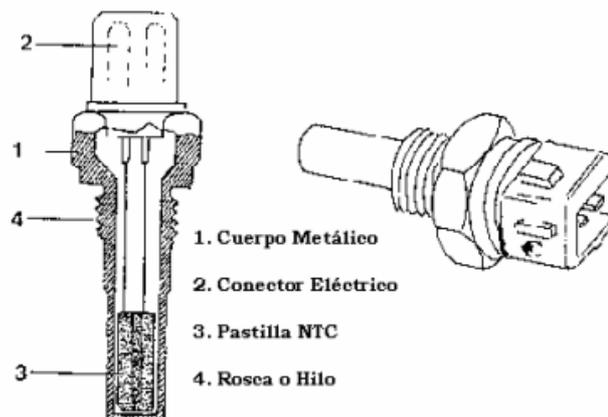


Figura 2.7: Sensor WTS

Como el motor de combustión interna no se mantiene en el mismo valor de temperatura desde el inicio de funcionamiento, ya que se incrementa, las condiciones de funcionamiento también variarán notablemente, especialmente cuando la temperatura es muy baja, debiendo vencer la resistencia de sus partes móviles; adicionalmente un buen porcentaje del combustible inyectado es desperdiciado en las paredes del múltiple de admisión, de los cilindros y debido a la mala combustión, por lo que requerimos inyectar una cantidad adicional de combustible en frío y reducir paulatinamente este caudal hasta llegar al ideal en la temperatura óptima de funcionamiento.

Esta señal informa al computador la temperatura del refrigerante del motor, para que este pueda enriquecer automáticamente la mezcla aire - combustible cuando el motor está frío y la empobrezca paulatinamente en el incremento de la temperatura,

hasta llegar a la temperatura ideal de trabajo, momento en el cual se mantiene la mezcla ideal.

Para ello se utiliza una resistencia NTC, que como su nombre lo indica, es una resistencia de coeficiente negativo de temperatura. Esto quiere decir que la resistencia del sensor irá disminuyendo con el incremento de la temperatura medida, o lo que es lo mismo, que su conductibilidad irá aumentando con el incremento de temperatura, ya que cuando está frío el sensor, su conductibilidad es mala y aumenta con el incremento de temperatura.

El sensor está encapsulado en un cuerpo de bronce, para que pueda resistir los agentes químicos del refrigerante y tenga además una buena conductibilidad térmica. Está localizado generalmente cerca del termostato del motor, lugar que adquiere el valor máximo de temperatura de trabajo y entrega rápidamente los cambios que se producen en el refrigerante. En su parte anterior tiene un conector con dos pines eléctricos, aislados del cuerpo metálico.⁷

SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE ASPIRADO.

Figura N° 3. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE ASPIRADO

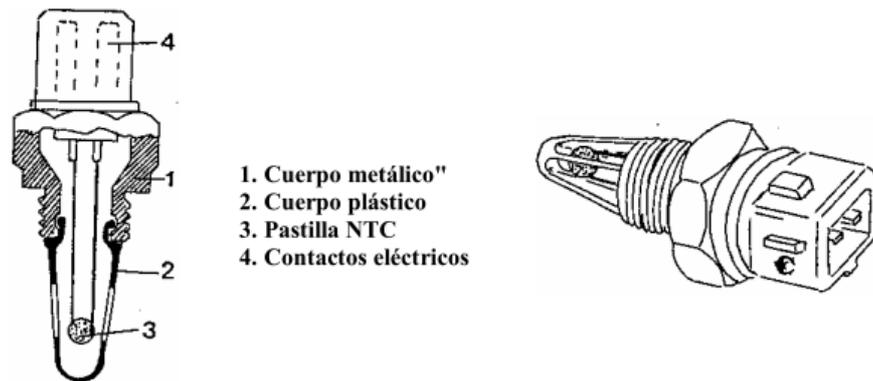


Figura 2.8: Sensor IAT

Al igual que el sensor de temperatura del refrigerante, el sensor de temperatura del aire que aspira el motor, es un parámetro muy importante de información que debe recibir el computador, información que generalmente se la toma conjuntamente con el caudal de aire ingresado. Estas dos informaciones le dan al

⁷ <http://html.rincondelvago.com/sensores-electricos.html>

Computador una idea exacta de la masa o densidad del aire que ingresa al motor y con ello se puede inyectar un caudal exacto de combustible, para que la mezcla esté en su medida ideal. Cuando el computador solamente recibe la cantidad de aire como información, las moléculas del mismo podrían estar muy condensadas, por lo tanto se tendrá un número mayor de moléculas de aire que se mezclen con la cantidad de moléculas del combustible inyectado; en cambio, si el aire está muy caliente, el número de moléculas será mucho menor en el mismo volumen aspirado, mezclándose con la misma cantidad de moléculas de combustible que se inyecta, empobreciéndose la mezcla que ingresa a los cilindros del motor.

Por estas razones, la información de la cantidad o volumen del aire aspirado, mas la temperatura del mismo, identifican exactamente a una masa o densidad, que significa una medición exacta de la cantidad de moléculas del aire.

El sensor de temperatura del aire está localizado convenientemente, de tal manera que el flujo de aire ingresado sea detectado rápidamente al chocar con él y pueda detectar rápidamente cualquier variación en la temperatura. Generalmente está localizado en el depurador, en el colector de admisión. Su estructura es similar a la del sensor de temperatura del refrigerante, pero el encapsulado es más fino, pudiendo ser plástico o la "pastilla" NTC está solamente protegida por un sencillo "enrejado", el cual permita al aire chocar directamente sobre el sensor.

La constitución del sensor, notando que los valores de medición son iguales o similares al anterior.⁸

⁸ <http://www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/sensores-electricos/>

SENSOR INDUCTIVO EN EL VOLANTE DEL CIGÜEÑAL.

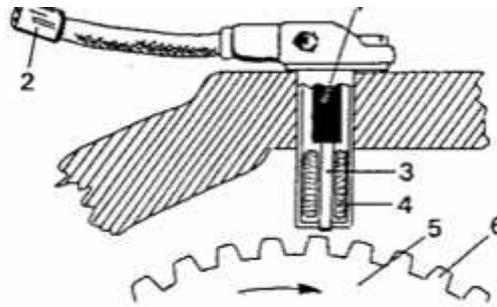


Figura 2.9: Sensor CKP

Como las señales de revoluciones del motor pueden adquirir errores, debido especialmente a la forma de actuar el módulo electrónico del caso anterior, quien recibe a su vez la señal de un generador de pulsos inductivo, de un generador efecto hall o de un sensor fotoeléctrico, en los sistemas precedentes se ha optado por tomar esta señal de un lugar más exacto.

Podemos entender este inconveniente, debido a que una parte mecánica es la encargada de mantener o alojar al sensor antes mencionado y como las partes mecánicas están expuestas a desgastes, falta de mantenimiento u otro tipo de daños, la señal que se envía al módulo de encendido sería también errada o no muy exacta.

Por estas razones se ha diseñado un sistema completamente electrónico, el cual se basa en la información generada por un sensor inductivo, el mismo que genera señales de corriente alterna, tantas veces como número de dientes (de la rueda fónica o piñón) pasen junto a él. Esta información es "traducida" por el computador, quien se encarga de adelantar o retardar el punto de encendido electrónicamente y envía una señal de comando al amplificador, que en este caso es el módulo de encendido. El módulo, a su vez, controla la formación y la interrupción del campo magnético de la bobina de encendido, sirviendo adicionalmente en los sistemas de Inyección como contador de revoluciones y con ello se modificará el caudal de entrega en los inyectores.⁹

⁹ <http://www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/sensores-electricos/>

SEÑAL DE LA POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓN.

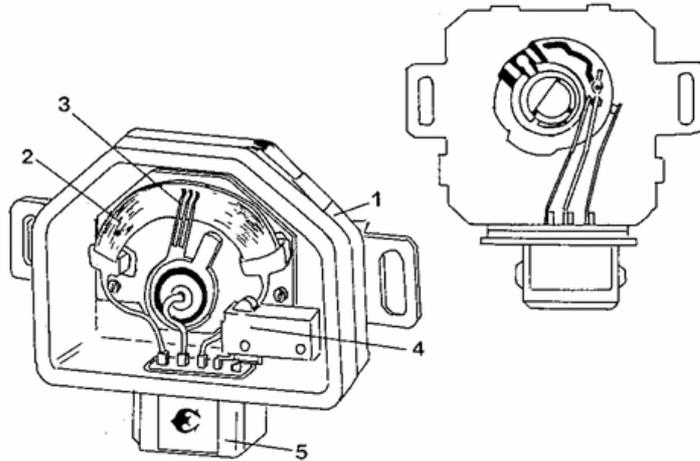


Figura 2.10: Sensor TPS

Esta señal se obtiene de un potenciómetro eléctrico, el cual está alojado en el cuerpo de la mariposa de aceleración y el cual recibe el movimiento de la aleta a través del mismo eje, de tal manera que la resistencia variable del potenciómetro esté relacionada de acuerdo a la posición en la cual se encuentre la mariposa.

A este potenciómetro se le alimenta con una tensión de referencia, la cual generalmente es de 5 voltios, provenientes de un regulador de voltaje del mismo computador. Cuando la mariposa de aceleración se encuentra en su posición de reposo, la cantidad de tensión que se envía como señal será de unas cuantas décimas de voltio y esta señal se irá incrementando paulatinamente, de acuerdo al incremento en el movimiento de la mariposa, hasta llegar al tope de la escala, la cual nos dará un valor cercano a los 5 voltios de la referencia.

Esta señal variable de tensión eléctrica se dirige de regreso al computador, el cual identifica esta tensión como una posición exacta de la mariposa de aceleración. Adicionalmente algunos sistemas tienen un interruptor que conecta dos contactos en la posición de reposo de la mariposa, los cuales pueden estar alojados en el mismo cuerpo del potenciómetro; este interruptor sirve como una señal adicional para que el computador determine la desaceleración del motor, lo cual sirve para que se

corte el envío de combustible hacia los inyectores en esta etapa, reduciendo enormemente el consumo de combustible del motor.¹⁰

Sensor de oxígeno.



Figura 2.11: Sensor de Oxígeno

En los primeros sistemas de Inyección, tanto mecánicos como electrónicos, se habían tomado como exactas las regulaciones de cada sistema, pero algunos factores pueden variar la calidad de la combustión, la cual no permite al motor entregar su mejor potencia y obligan adicionalmente a que esta mala combustión genere una emisión de gases contaminantes al ambiente.

Con estas malas experiencias, los sistemas fueron diseñándose de mejor manera, pero a pesar de ello la calidad de la combustión seguía dependiendo de otros factores, inclusive mecánicos, que afectaban en un buen porcentaje esta exactitud de los componentes electrónicos.

Es por eso que, con el descubrimiento del análisis de los gases de escape, se llegó a determinar la importancia y la relación de estos gases combustionados con la exactitud en el sistema de Inyección. Este elemento que analiza los gases de escape es el sensor de oxígeno, llamado también sonda lambda.

¹⁰ <http://www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/sensores-electricos/>

El sensor de oxígeno no es más que un sensor que detecta la presencia de mayor o menor cantidad de este gas en los gases de escape, de tal manera que cualquier variación en el número de moléculas calculadas como perfectas o tomadas como referenciales, será un indicador de mal funcionamiento y por lo tanto de falta o exceso de combustible en la combustión.

Este sensor trabaja como un "juez" del sistema, ya que todo el tiempo está revisando la calidad de la combustión, tomando como referencia al oxígeno que encuentra en los gases quemados, informando al computador, para que este último corrija la falta o el exceso de combustible inyectado, logrando la mezcla aire-combustible ideal. Este sensor está constituido de una cerámica porosa de bióxido de circonio y de dos contactores de platino, alojados dentro de un cuerpo metálico. El un contactor está conectado al cuerpo, mientras que el segundo es el contacto aislado, el cual entregará la señal de salida hacia el computador. El sensor está a su vez localizado convenientemente en la salida del múltiple de escape del motor, lugar en el cual puede medir la variación de la combustión del mismo. Entre los dos contactos se genera una tensión eléctrica de aproximadamente 1 voltio, cuando la cantidad de oxígeno es abundante, que significa que la combustión posee mucho combustible.

En cambio la generación de esta tensión eléctrica será menor si la cantidad de combustible inyectado es muy pobre. Por lo tanto durante el funcionamiento del motor se tendrán valores de generación entre décimas de voltio hasta aproximadamente 1 voltio, dependiendo de la presencia del oxígeno en los gases combustionados. Como el computador está recibiendo esta información permanentemente, puede en cuestión de milésimas de segundo modificar la cantidad de combustible que inyecta el sistema, permitiendo que el motor obtenga una gran exactitud en su combustión, que significa entonces una óptima potencia de entrega y una emisión mínima de gases contaminantes en el ambiente. En la figura 2.11 podemos apreciar la estructura de este sensor y su localización en el escape.¹¹

11

<http://www.pelicanparts.com/BMW/techarticles/E30&imgrefurl=http://www.nipponpower.com.mx/foro/showthread.php%3F21278-1&um=1&itbs=1>

SENSOR DE PISTONEO.

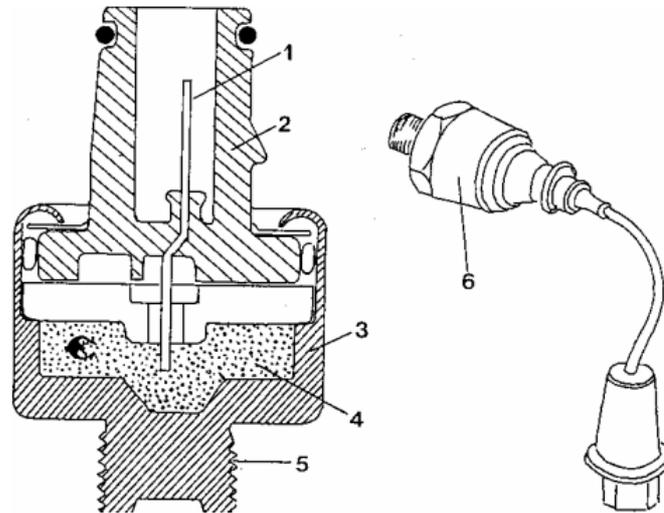


Figura 2.12: Sensor de Pistoneo

En las primeras versiones de Inyección electrónica, el sistema de encendido no formaba parte del primero, ya que se los consideraban como dos Sistemas separados, que en realidad así lo eran. Con las innovaciones y mejoras de los sistemas de Inyección se inició la relación entre la Inyección y el Sistema de encendido, ya que los datos de revoluciones, avance y retardo del punto de encendido eran parámetros muy importantes de tenerlos en cuenta para que se logre una combustión perfecta dentro del cilindro.

Por esto el computador de este sistema tiene la facultad de adelantar el punto de encendido para obtener la mayor potencia posible, pero al adelantar este punto, el motor empieza a pistonear, dañándose consecuentemente. Para contrarrestar este pistoneo, se debe corregir, retardando el punto de encendido. Justamente esta función de determinar un punto de encendido idóneo la debe cumplir el computador y el sensor que le informa es el sensor de pistoneo. Este sensor es diseñado de un material piezoeléctrico, alojado en un cuerpo metálico y localizado en la parte superior del bloque de cilindros, lugar n donde se obtiene el golpe del pistoneo. Este material tiene la característica de generar una tensión eléctrica con el golpe que detecta, señal que se dirige al computador, el cual corrige este punto retardándolo, hasta que no recibe señal, para luego adelantarlos nuevamente, y así sucesivamente, manteniendo con ello unas condiciones exactas de funcionamiento. Este sensor, por lo tanto, se ha instalado en los sistemas modernos de Inyección, sistemas que trabajan en conjunto con el Sistema de

Encendido y logran una perfecta definición de la combustión y con ello la mayor potencia del motor y con la menor contaminación de los gases de escape.

En algunos motores de doble fila de cilindros, como son por ejemplo los casos de motores en "V" o motores de pistones antagónicos u opuestos se instalan dos sensores, los cuales informan individualmente de cada lado del motor.

Sensor de posición de árbol de levas

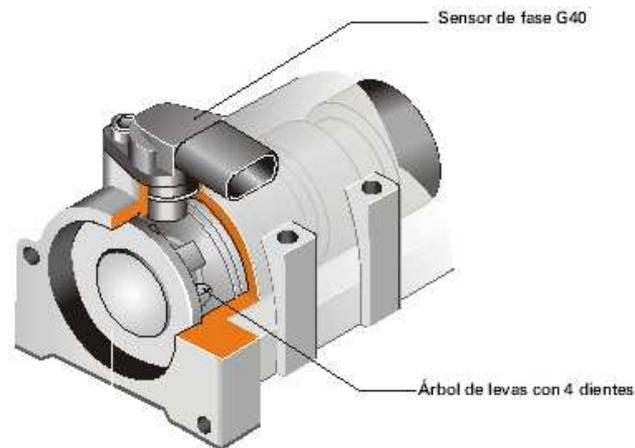


Figura 2.13: Sensor CPM

El sensor CMP es necesario en motores con inyección secuencial multipunto para identificar el cilindro número 1. Su información permite que el calculador defina un cilindro de referencia que servirá para respetar el orden de encendido e inyección

Según los montajes puede encontrarse:

- Del lado de distribución frente a la polea del árbol de levas.
- Fijado a la bomba de agua, frente al otro extremo del árbol de levas.
- Fijado en el tapa válvulas.

Con la ayuda de los 4 dientes es posible detectar el sincronismo del árbol de levas con relación al cigüeñal. La Unidad de Mando reconoce la fase del motor con menos de 400° de giro del cigüeñal durante la fase de arranque, haciendo con que el motor funcione rápidamente a través de la inyección precisa de combustible (en el cilindro en fase de admisión) y del encendido (en el cilindro en fase de compresión)¹²

¹² Copyright ©2000 - 2010, Jelsoft Enterprises Ltd

2.3.2 Actuadores.

Válvula IAC



Figura 2.14: Válvula IAC

La válvula IAC o de control de marcha mínima, sirve para, aumentar las rpm del motor durante el periodo de calentamiento y durante periodos de carga del motor. Es controlada por la unidad electrónica central (ECU) que utiliza esta válvula, siendo accionada eléctricamente, permitiendo el paso de aire adicional al que pasa por el estrangulador, este aire es cuantificado y consecuentemente la ECU energizara mas tiempo los inyectores, para entregar mas gasolina al motor.¹³



Figura 2.15: Bomba de combustible

¹³ [Snitz Forums 2000](#)

Los vehículos modernos con las nuevas generaciones de motores optimizados y exigentes necesitan sistemas de alimentación de combustible de alto rendimiento. Bosch desarrolla y suministra sistemas completos de alimentación de combustible de última generación a las ensambladoras de vehículos y al mercado de reposición de autopartes. Los componentes del sistema de inyección de gasolina Bosch son proyectados y fabricados buscando siempre el mejor desempeño del motor con el mínimo consumo de combustible, menos ruido y la menor emisión de gases contaminantes.¹⁴

Inyector



Figura 2.16: Electroválvulas o inyectores

Componente del sistema de inyección encargado de la inyección del combustible al interior del cilindro o al conducto de admisión del mismo o a la cámara de precombustión en el caso de los motores diesel.

El inyector es el encargado de pulverizar en forma de aerosol la gasolina procedente de la línea de presión dentro del conducto de admisión, es en esencia una refinada electroválvula capaz de abrirse y cerrarse muchos millones de veces sin escape de combustible y que reacciona muy rápidamente al pulso eléctrico que la acciona.

La función es la de producir la inyección de combustible líquido finamente pulverizado en el momento indicado y en la cantidad justa de acuerdo al régimen de funcionamiento del motor.

De acuerdo a la secuencia de encendido de un motor, el inyector, inyecta cierta cantidad de combustible a alta presión y finamente pulverizado en el ciclo de compresión del motor, el cual, al ponerse en contacto con el aire muy caliente, se mezcla y se enciende produciéndose la combustión.

¹⁴ <http://www.xgjets.com/catalog/index.php?cPath=1&language=es>

Válvula reguladora de presión

La unidad de control controla la presión en el “Rail” a través de la válvula reguladora. Cuando se activa la válvula reguladora de presión, el electroimán presiona el inducido contra el asiento estanco y la válvula cierra.

El lado de alta presión queda estanqueizado contra el lado de baja presión y aumenta la presión en el “Rail”.

En estado sin corriente, el electroimán no ejerce fuerza sobre el inducido. La válvula reguladora de presión abre, de forma que una parte del combustible del “Rail” retorna al depósito de combustible a través de una tubería colectiva. La presión en el “Rail” disminuye. Mediante la activación a intervalos de la “corriente de activación” (modulación de amplitud de impulsos) puede ajustarse variablemente la presión.

Unidad de control del tiempo de incandescencia

Para un buen arranque en frío y para mejorar la fase de calentamiento del motor que incide directamente en la reducción de los gases de escape, es responsable el control de tiempo de incandescencia. El tiempo de preincandescencia depende de la temperatura del líquido refrigerante. Las demás fases de incandescencia durante el arranque del motor o con el motor en marcha, son determinadas por una variedad de parámetros, entre otras cosas, por el caudal de inyección y por el número de revoluciones del motor.

Actuador de rotación

El control de rotación sirve para influir el movimiento de giro del aire aspirado. La rotación del aire se genera casi siempre mediante canales de entrada de forma espiral. La rotación del aire determina el mezclado del combustible y el aire en la cámara de combustión y tiene por tanto gran influencia sobre la calidad de la combustión. Por regla general se genera una fuerte rotación a un número de revoluciones bajo y una débil rotación a un número de revoluciones alto. La rotación puede regularse con la ayuda de un actuador de rotación (mueve una corredera) en el área de la válvula de actuación.

Actuador de retroalimentación de los gases de escape

En la retroalimentación de los gases de escape se conduce una parte de los gases de escape a la admisión del motor. Hasta un cierto grado, una parte de los gases residuales creciente puede repercutir positivamente sobre la transformación de energía, reduciendo

con ello la emisión de contaminantes. Dependiendo del punto de servicio, la masa aspirada de aire/gas se compone de gases de escape hasta un 40%.

Para la regulación en la unidad de control se mide la masa real de aire fresco y se compara con un valor teórico de masa de aire en cada punto de servicio. Con ayuda de la señal generada por la regulación, abre el actuador de retroalimentación de gases de escape, de forma que pasa gases de escape a través de la válvula EGR del colector de escape a la admisión del motor.¹⁵

2.4 Clasificación del sistema de inyección.

2.4.1 Por el número de inyectores

Monopunto: Existe un solo inyector en una posición similar a la que tendría un carburador. La principal diferencia con el carburador es la cantidad de combustible no depende de la depresión del colector.

Multipunto: Se dispone de un inyector para cada cilindro

2.4.2 Por la ubicación del inyector.

Directa en el cilindro: El inyector se encuentra en contacto con la cámara de combustión y lanza el combustible en el interior de ella. Este sistema aún se utiliza poco debido al poco tiempo disponible para realizarse la mezcla, así como por problemas tecnológicos del inyector (Altas presiones y temperaturas).

Indirecta en el colector de admisión: Los inyectores están ubicados muy cerca de la válvula de admisión, en el colector de admisión.

2.4.3 Por el sincronismo de la inyección.

Simultánea: Debe ser indirecta, y se basa en inyectar el combustible simultáneamente en todos los inyectores a una frecuencia que no coincide con la de apertura de la válvula de un determinado cilindro, de modo que el combustible inyectado se acumula en el colector de admisión, mientras la válvula de admisión permanece cerrada. Cuando se abre la válvula se produce la entrada de mezcla acumulada y de la nueva que se forma.

¹⁵ Jesús Álvarez Ferreira - 2004

Secuencial: la inyección se produce solo en el momento de apertura de la válvula de admisión, el inyector regula la cantidad de combustible por el tiempo que permanece abierto, y la frecuencia de apertura depende del régimen de giro del motor

2.4.4 Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores.

- **Mecánica:** Control y accionamiento mecánico de los inyectores
- **Mecánico – Electrónica:** Control electrónico y accionamiento mecánico de los inyectores.
- **Electrónica:** Control y accionamiento electrónico de los inyectores

Las configuraciones mas comunes que pueden ser encontradas en el mercado son las siguientes:

- Inyección directa, multipunto y secuencial
- Inyección indirecta, Multipunto y secuencial
- Inyección indirecta, multipunto y simultanea.
- Inyección indirecta, mono punto y continuada.

2.5 Graficas y características de los sensores principales.

Sensor de posición de la mariposa

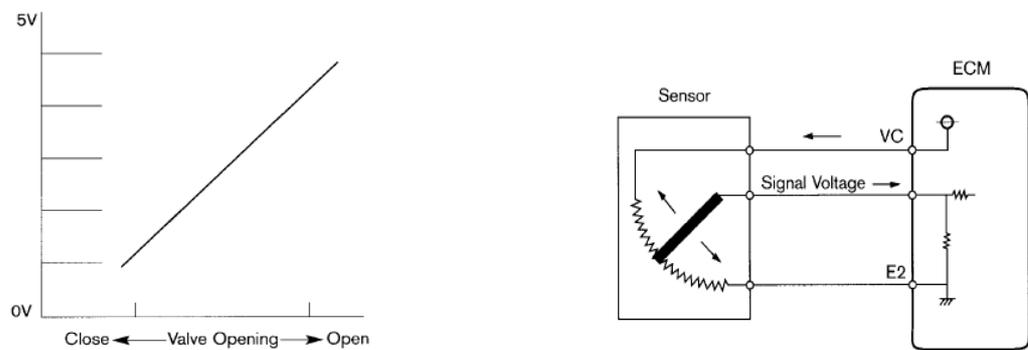


Figura 2.17: Sensor TPS 3 cables

Funcion

Determina la posición de la aleta de estrangulación.

Ubicacion

Solidario al eje de la mariposa

Tipo

Potenciómetro, Efecto Hall, Contactos

Números de cables

3 Cables

- Voltaje de referencia= 5voltios
- Voltaje de señal=0.4 a 4.9 voltios
- GND (Tierra)=0.08 voltios

4 Cables:

- Voltaje de referencia
- Voltaje de señal
- GND (Tierra)
- Swich ralenti = 0 a 5 voltios

Efecto Hall: 3 cables

Contactos:3 o mas

Sensor de temperatura de refrigerante.

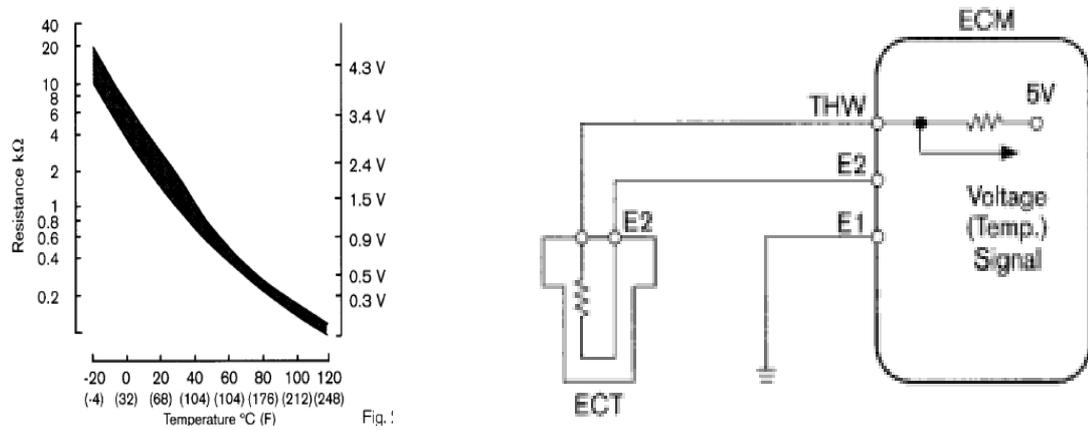


Figura 2.18: Sensor WTS 2 cables

Funcion

Determinar la temperatura a la que opera el motor.

Ubicacion

Culata en contacto con el refrigerante.

Tipo

Termistor NTC Resistencia varía de acuerdo a la temperatura

Numero de cables:

2CABLES:

- Voltaje de referencia=5v
- Voltaje de señal=4v a 4.5v

Sensor map

Sensor de presión absoluta de admisión

Funcion

Envía una señal de acuerdo a la presión absoluta del múltiple de admisión e informa de esta forma la carga a motor al Módulo de Control Electrónico del Motor, para:

- Establecer la dosificación de combustible
- Establecer el avance del encendido

Ubicación

Conectado a la cámara de aire del múltiple de admisión por medio de una manguera

Tipo

Por variación de tensión y por variación de frecuencia

Numero de cables

3 CABLES por variación de tensión

- Voltaje señal= 0.7 A 2.7 voltios
- Voltaje de referencia=5 voltios
- GND= 0 a 0.08 voltios

3 CABLES por variación de frecuencia

- Voltaje señal oxila = 90 y 160 hercios
- Voltaje de referencia=5 voltios
- GND= 0.08 voltios

Forma de onda

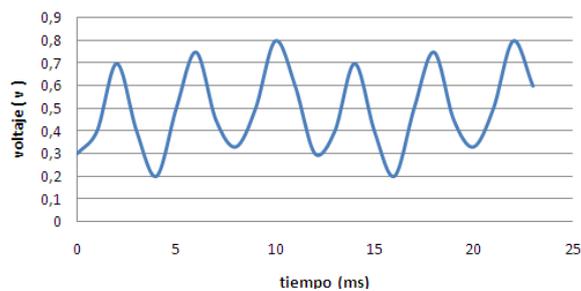


Figura 2.19: Sensor e oxígeno, 3 cables

Funcion

Mide la cantidad de combustible que esta quemando detectando si la mezcla esta pobre estando por debajo de 0,46 o rica por encima de este voltaje

Ubicacion

En el multiple de escape

Tipo

Generador de voltaje por debajo de 1 v

Numero de cables

1 Cable

- Señal 0 a 1 v

2 cables

- Señal 0 a 1v
- Tierra 0,07V

3 cables

- señal 0 a 1v
- positivo del calefactor 12v
- tierra del calefactor

4 cables

- señal 0 a 1v
- positivo del calefactor 12v
- tierra del calefactor
- señal 0 a 1v

Sensor IAT, ACT, MAT

Sensor de temperatura del aire admitido

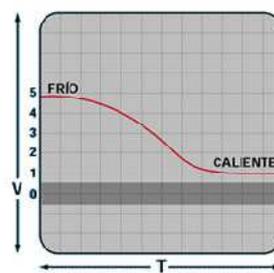


Figura 2.20: Sensor IAT, 3 cables

Funcion

Miden la temperatura del aire que pasa por el multiple de admisión, provocando una caída de voltaje de la Centralita para ajustar la mezcla de aire/combustible y la duración del pulso del inyector

Ubicacion

En el filtro de aire, en el conducto de admisión

Tipo

Termistor NTC

Numero de cables

2 Cables

- Voltaje de referencia = 5 voltios
- Voltaje de señal= 2.3 y 3 voltios con el motor normal de operación

CAPITULO III

DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS ADECUADOS QUE INCORPORA EL SISTEMA DE CONTROL DE INYECCIÓN

3.1 Requerimientos del sistema a implementar, para reemplazar el Sistema a carburación.

Para implementar el sistema de inyección se debe retirar el carburador básicamente siendo un dosificador de combustible mecánico con su funcionamiento de efectos ventury quedara obsoleto, para poder implementar y adaptador partes y piezas que nos permitan instalar en el múltiple de admisión como son: actuadores, estrangulador, y sensores para un funcionamiento apropiado del sistema

3.2 Características del sistema.

- Mantiene la estructura del múltiple de admisión original porque este tiene conductos de refrigeración de agua internos del múltiple al cabezote, razón para no variar los conductos y caudales de aire que debe ingresar al cilindro
- El modulo electrónico está construido y diseñado para poder observar valores de los sensores en la computadora y el circuito integrado puede ser reprogramado sin ser sacado del modulo
- La bomba de presión eléctrica sumergida en el tanque y el modulo electrónico están instalados con relés y fusibles para su protección
- Consta de un sonda landa para verificar como está trabajando el sistema, y corregir hasta con el $\pm 25\%$ de combustible suministrado en la marcha mínima ,para llegar a una relación estequiometria no teniendo mezcla en rica como pobre
- Este sistema dispone de una inyección indirecta, multipunto simultanea teniendo un inyector para cada uno de los cilindros
- Posee un estrangulador de un Matiz 1000 cm³ por la razón de tener casi el mismo cilindrage de un Suzuki forsa I que esta por el alrededor de 993 cm³

3.3 Fase mecánica.

3.3.1 Selección del múltiple de admisión.



Figura 3.1: Múltiple de admisión

Para el múltiple de admisión, se ha seleccionado el mismo mecanismo de carburación como muestra la figura 3.1 del propio vehículo, manteniendo la estructura de los conductos, sin variar áreas y por lo tanto caudales de aire

Para el acople de los inyectores al múltiple de admisión se proyecta realizar orificios de 14mm de diámetro para insertar bocines de 14 mm de diámetro interno y 18mm de diámetro externo, teniendo mayor sujeción y sellado para los inyectores



Figura 3.2: Estrangulador

El estrangulador fue seleccionado según las condiciones similares de cilindrada como muestra la figura 3.2 que requerimos, cumpliendo las necesidades que tenemos como del sensor TPS, expuesto en el eje de la mariposa midiendo el ángulo. También existe la

posibilidad de poner una válvula IAC para regular la cantidad de aire en marcha mínima, trabajo que también se puede realizar con un tornillo de regulación para abrir o cerrar la aleta controlando el caudal de aire.

3.3.2 Selección del sistema de suministro de combustible.



Figura 3.3: Medidor con la bomba de combustible

Para el suministro de combustible se selecciono una bomba de gasolina que sea sumergible en el tanque que nos pueda brindar una presión alrededor de 35 libras y con un filtro de malla de base para retener las impurezas de mayor porte.



Figura 3.4: Manguera de alta presión



Figura 3.5: Filtro de combustible.

La manguera como muestra la figura 3.4 de alta presión para transportar el combustible desde la bomba hasta el riel de inyectores y para purificar de mejor manera se coloca un filtro como muestra la figura 3.5 antes de llegar el conducto al riel de combustible.

¹⁶ <http://www.itacr.com/Soporte%20Carter.html>

3.3.3 Selección del riel de inyectores.

Para la selección del riel como se muestra en la figura 3.6, probamos los del corsa 1400 cc3s siendo el riel de inyectores originalmente compuesto de hierro para 4 cilindros con un espesor de 4 mm por lado, se pudo soldar con lo que puede soportar la presión de nos proporciona la bomba de combustible, así se propone cortar el riel para suprimir uno de los orificios de ingreso de combustible como muestra la figura 3.7, hacia los inyectores y posteriormente soldar a medida de los orificios construidos en el múltiple de admisión



Figura 3.6: Riel de inyectores original



Figura 3.7: Riel de inyectores Modificada

3.4 Fase eléctrica y electrónica.

3.4.1 Selección del Microprocesador.

El microprocesador escogido fue el 16f877a, adecuado para nuestro programa por tener varias entradas y salidas analógicas, digitales necesarias para nuestro circuito

Para el conteo de revoluciones se seleccionó el 16F628a, microprocesador que nos va a trabajar con los pulsos de la bobina teniendo un conteo exacto de las revoluciones y poder transmitir la información al programa principal

3.4.2 Selección de sensores para instalación.

Para los sensores escogimos los disponibles en nuestro mercado, como son los del corsa, adaptando los sensores en el múltiple de admisión y escape como son:

Sensor de temperatura del refrigerante,



Figura 3.8: Perforación para el sensor WTS en la admisión

El sensor de temperatura tiene como función revisar la temperatura del agua que recorre por conductos del motor existiendo un sistema de refrigeración pasando por el múltiple de admisión que refrigera el cabezote se puede instalar el sensor de temperatura en el múltiple de admisión, encontrándose al costado el trompo de temperatura para tener una lectura similar de la mostrada en el tablero de instrumentos

Sensor de posición del estrangulador



Figura 3.9: Localización del TPS en el estrangulador

El estrangulador siendo propio de un sistema a inyección electrónica, ya tiene incorporado en su estructura el sensor de posición de la mariposa

Sensor de oxígeno



Figura 3.10: Perforación para el Sensor de oxígeno en el Escape

El sensor de oxígeno necesario para poder censar como está la mezcla de combustible en el motor se le debe instalar en el múltiple de escape

3.4.3 Selección del tipo de actuadores.

La válvula IAC, esta no es controlada por el modulo electrónico caso contrario se controla con un testador de IACs para el control de cantidad de aire en marcha mínima o relanti como muestra la figura 3.11. Nuestro estrangulador tiene la opción de medir este flujo de aire insertándole este actuador en el espacio correspondiente como podemos mirar en la figura 3.11

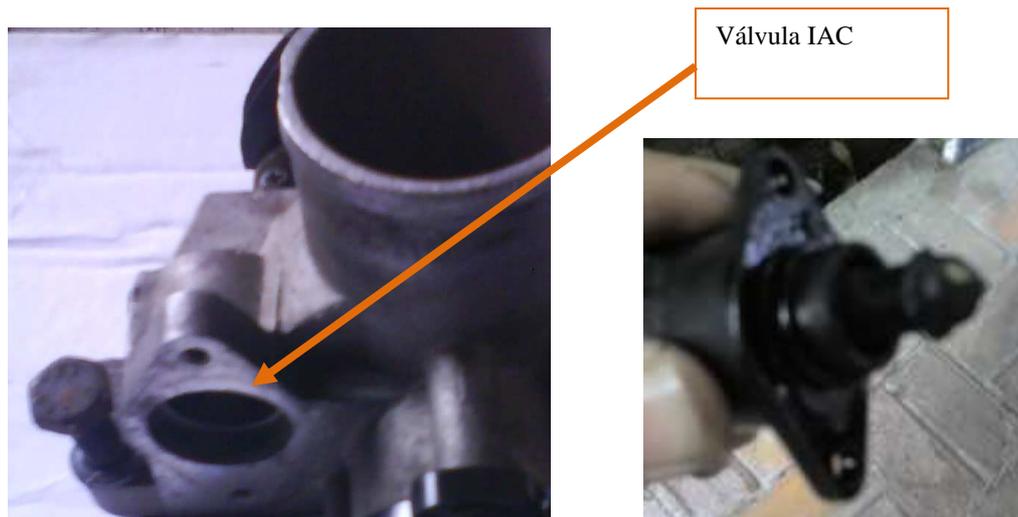


Figura 3.11: Localización del IAC en el Estrangulador

3.4.4 Diseño de circuito impreso y placa de control.

Para el diseño del circuito impreso que son dibujos de las pistas para los elementos que se lo realizo en el software EAGLE donde podemos insertar los Pics con los componentes necesarios para el buen funcionamiento del circuito como muestra la figura 3.12

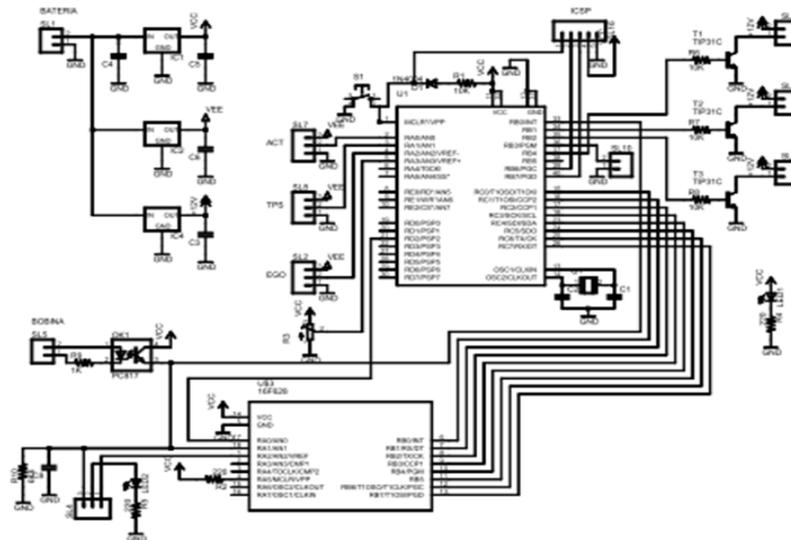


Figura 3.12: Diseño del Circuito de control

Una vez que se tiene el diseño de la placa como muestra la figura 3.12, se debe imprimir con una impresora laser en el papel de transferencia térmica (PCB)

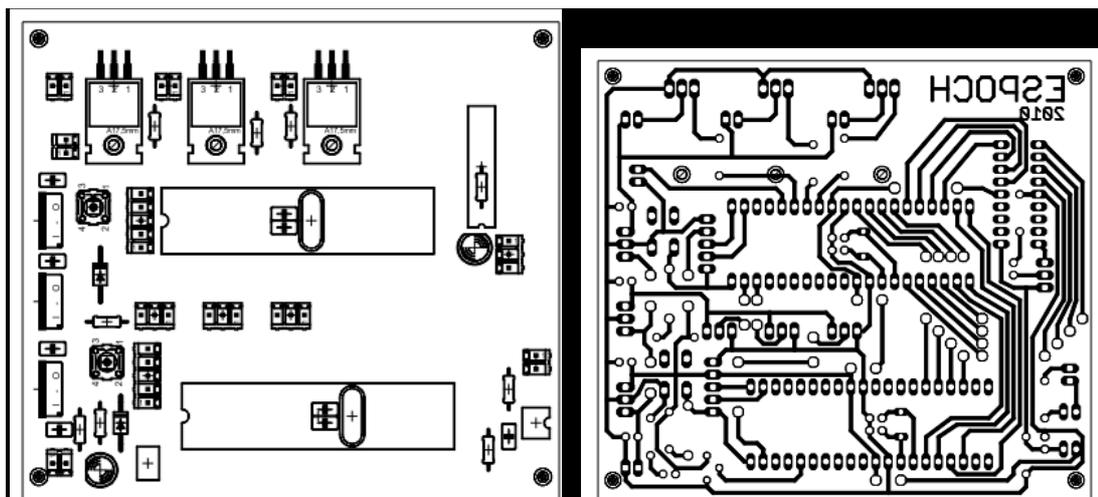


Figura 3.13: Proceso diseño del circuito

Una ves listo nuestra hoja con dicha impresión como muestra la figura 3.13, el siguiente paso es aplicar calor por el lado revés de la hoja y sobre las placas para lo cual utilizaremos la hoja de transferencia, el calor de la plancha hace que el toner se derrita, y junto al barniz

de la hoja se pegan en la lamina de cobre. Con la placa lista preparamos media tasa de agua tibia en un recipiente de plástico y colocamos poco a poco el cloruro férrico, estando la solución lista procedemos a introducir la placa de control, el tiempo de corrosión varia de 15 a 30 minutos, verificando con un palillo si el cobre no protegido a sido eliminado como muestra la figura 3.14



Figura 3.14: Proceso para la construcción de la placa

Posteriormente empezamos a colocar cada uno de los componentes comenzando a insertar los mas pequeños, soldados con cautín y estaño teniendo como resultado el modulo electrónico como muestra la figura 3.15

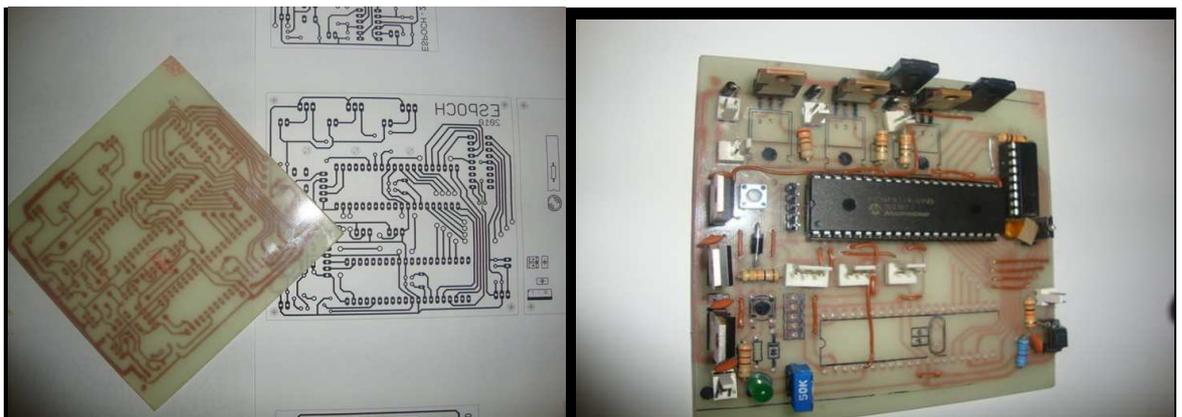


Figura 3.15: Placa de control con sus componentes

3.5 Construcción del módulo electrónico del sistema de Inyección.

Hardware

El esquema general se encuentra en la figura 3.16 Está dividido en 3 partes. La primera es la fuente de alimentación que entrega la energía suficiente para que funcione toda la placa de circuitos. La segunda. Es el circuito que cuenta las revoluciones y la tercera parte es el PIC para el control principal.

En la fuente de alimentación se usa cinco reguladores de voltaje, dos de ellos son del tipo 7805 que son reguladores a 5 voltios y a 1 amperio. El primero de estos reguladores entrega energía a los PIC, al control de transistores, al contador de revoluciones y al potenciómetro que sirve como referente de voltaje para el conversor analógico y digital.

El segundo regulador entrega energía a los sensores TPS y MAP. Se tiene un regulador de voltaje por separado para los PIC y otro para sensores por la demanda de corriente que estos requieren.

Del tercer al quinto regulador de voltaje es del tipo 7812, es un regulador a 12 voltios y 1 amperio. Estos entregan energía para el funcionamiento de cada una de las electroválvulas. Estas se controlan a través de una interfaz de potencia formada por tres transistores del tipo NPN TIP31 que son transistores para manejar relativas altas potencias. Estos están trabajando en corte y saturación trabajando como switchs y de esta forma controlan el encendido y pagado de las electroválvulas.

Cada uno de los reguladores tiene como fuente de energía a la batería de 12 voltios del vehículo, tienen conectados a su entrada y salida condensadores de 0,1 uF cerámicos para eliminar picos producidos por ruido eléctrico, tanto del vehículo como del funcionamiento de las electroválvulas en el circuito.

muestra un parpadeo con un periodo de 1 segundo que muestra el correcto funcionamiento del firmware del PIC.

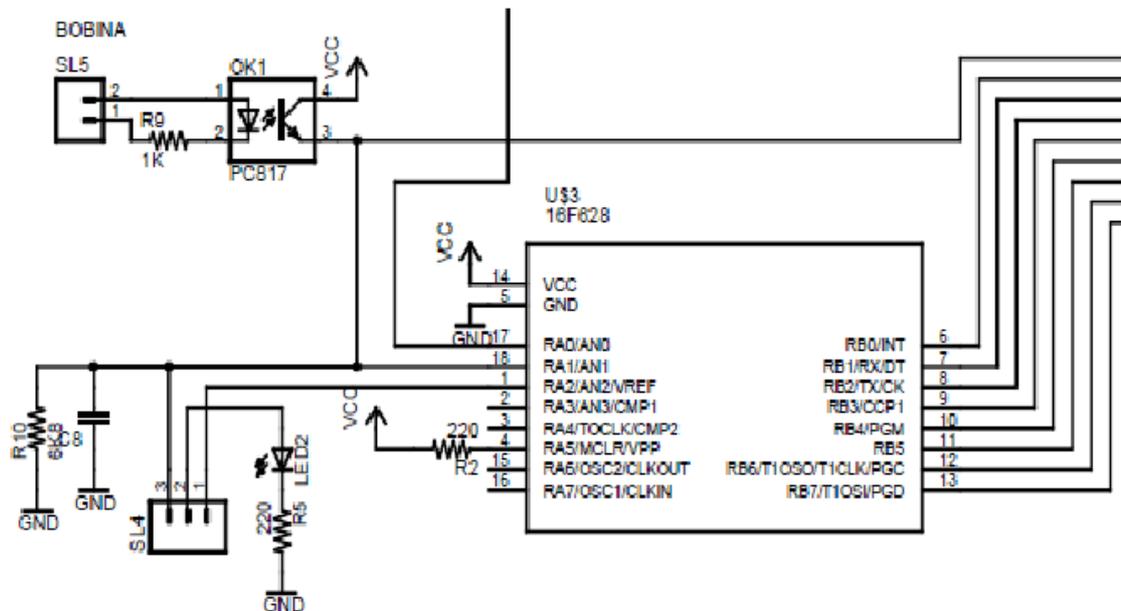


Figura 3.17: Circuito contador de revoluciones.

Este PIC tiene dos salidas, la primera es la salida de 1 byte a través del puerto B que entrega la información de las revoluciones por segundo que se obtiene de la bobina, la segunda salida indica cuando se ha contado hasta 10 segundos que servirá como bandera para el control del segundo PIC.

En la Figura 3.18 se muestra el circuito de control principal, donde se muestra un PIC del tipo 16F877A. Se ha elegido usar este PIC por su Converso Analógico Digital de 8 canales, de estos ocho canales se utilizan 3 de ellos. Se utiliza este recurso ya que las salidas de los sensores MAP y TPS tienen voltajes variables desde 0 a 5 voltios de corriente directa. El primer canal de conversión de es usado para el sensor MAP, sete sensor tiene un voltaje de salida de 0 a 5 voltios, por ello a su conector se tiene un voltaje de polarización de 5 voltios provisto por el regulador del tipo 7805. El segundo canal del conversor se destina para el sensor TPS, este sensor tiene un voltaje de variación de 0 a 5 voltios, al igual que el anterior, necesita una fuente de 5 voltios para poder funcionar, esta energía se entregada por el regulador 7805 antes descrito.

El tercer canal está destinado al sensor EGO, este sensor necesita un voltaje de polarización de 12 voltios, por ello este voltaje se toma directamente de la batería del vehículo. El voltaje de salida que entrega este sensor es desde 0 a 1 voltio.

Al pin RD2 llega una señal de un bit desde el PIC 16F628A que indica que ha transcurrido 10 segundos. Esta señal sirve para hacer las correcciones usando el sensor EGO en el programa del PIC. Se tiene una conexión llamada ICSP que sirve para poder hacer una programación en circuito. Esto es muy útil al momento de calibrar el programa del PIC ya que no es necesario retirar el PIC de la placa del circuito para reprogramarlo, sino, basta con utilizar el conector diseñado en el programador para reprogramar al PIC. Al pin RA3 se ha conectado un potenciómetro de donde se toma un voltaje de referencia para el conversor analógico digital que usará el programa del PIC para los voltajes del sensor EGO.

Una de las entradas importantes para el PIC es a través del pin RB0, sete pin tiene la capacidad de detectar pulsos con flancos de subida o bajada. El programa lee el estado de este pin y genera una interrupción para así controlar el tiempo de apertura las electroválvulas. La señal que entra al PIC llega desde optoacoplador, donde se tiene los pulsos de la bobina. Estos pulsos generarán las interrupciones necesarias para el programa.

Para la ejecución del programa al PIC se ha conectado un cristal de 4MHz que permite que cada una de las instrucciones del PIC se ejecuten en un tiempo de 1 μ s.

Las salidas del PIC controladas por el programa son RB1, RB2 y RB4. Cada una de estas controlan a cada uno de los transistores que a su vez controlarán las electroválvulas. Otra salida de este PIC es por el pin RB3, por donde se tiene los datos entregados por el programa con la información de los sensores. Esta conexión está dada por el estándar RS-232. Esta es una conexión serial y los datos pueden ser observados en el programa Hiper terminal del sistema operativo.

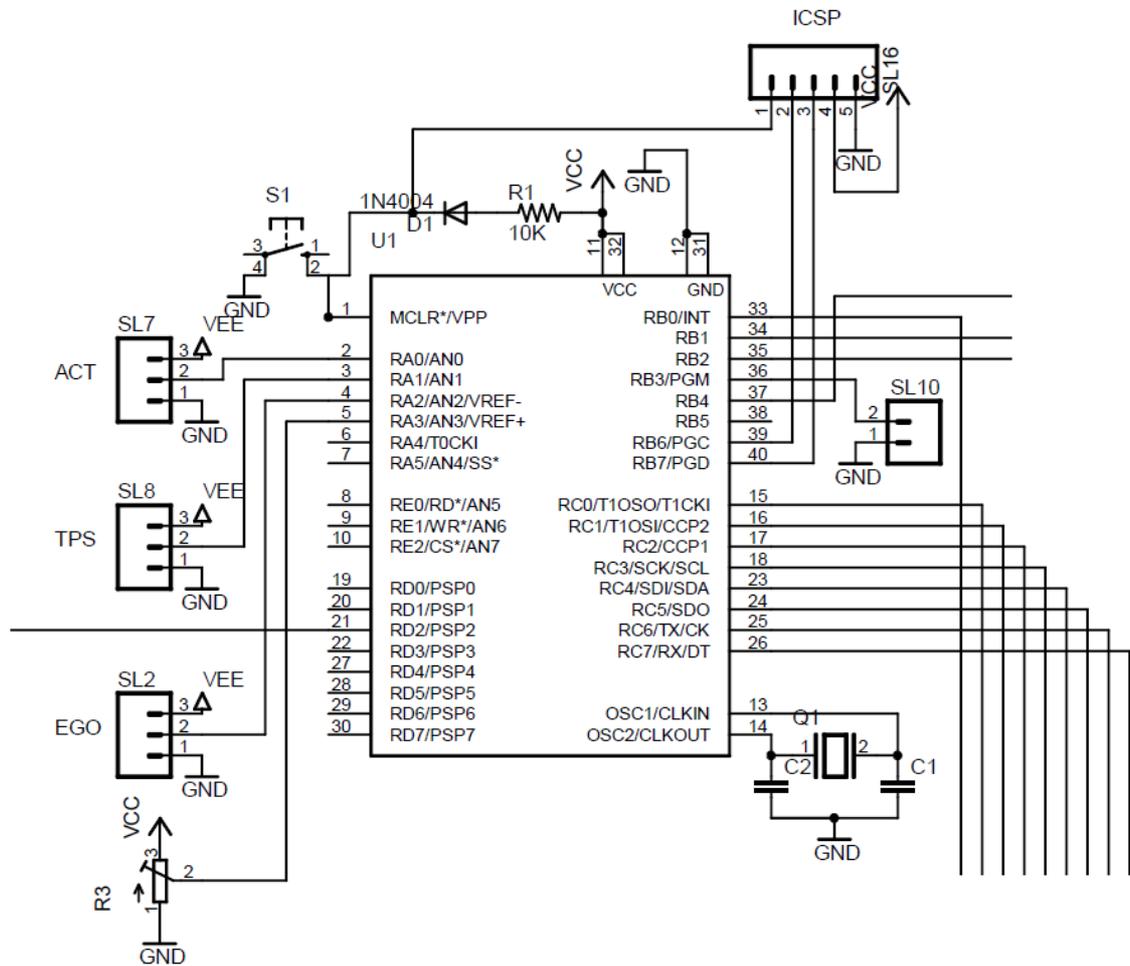


Figura3.18: PIC de control principal.

Software

Para el desarrollo del software se tomaron datos de los sensores ya en el circuito mostrando en la tabla 3.1 los siguientes valores que son resultados de mediciones de muestreo con un multímetro en distintas cargas del motor como tenemos intervalos de su normal desarrollo del motor que varía entre 0,9 a 2,15 v y a máxima carga 2,15 a 2,75 v como muestra la tabla 3.2

Tabla 3.1: MEDICIONES DE VOLTAJES DEL SENSOR MAP

Variables	Datos							
Apagado	2,81							
Aceleración máxima carga	2,45	2,5	2,4	2,65	2,74	2,74	2,75	2,72
Bajada Motor acelerado TPS 0~	0,4	0,35	0,55	0,38	0,52	0,38	0,42	0,5
Subida con carga TPS 90~	2,45	2,4	2,32	2,58	2,61	2,48	2,66	2,63
Ralanty TPS 0~	1,64	1,79	1,75	1,69	1,35	1,65	1,3	1,8
Normal funcionamiento TPS (0°→90~)	1,77	1,39	1,35	1,31	1,46	1,49	1,59	2,1

Tabla 3.2: RANGOS DE TRABAJO DEL SENSOR MAP

Variables	Intervalos
Apagado	3 - 2,75
Aceleracion maxima carga	2,75 - 2,15
Bajada Motor acelerado TPS 0~	0,2 - 0,9
Subida con carga TPS 90~	2,75 - 2,15
Relanty TPS 0~	0,9 - 2,15
Normal funcionamiento TPS (0°→90~)	0,9 - 2,15

Para el Tps tenemos voltajes del sensor de 0,74 como mínimo y 4,5 como máximo que son datos obtenidos desde la entrada de señal de voltaje del sensor al Pic como muestra la tabla 3.3

Tabla 3.3: RANGOS DE TRABAJO DEL SENSOR TPS

TPS	Datos
0%	0,74
25%	1,6 - 1,8
50%	2,1 - 2,3
100%	3,7 - 4,5

En la tabla 3.4 tenemos datos del sensor de oxígeno que varían de 0,32 como mínimo y 1,1 como máximo valores obtenidos desde el programa MicroCode Studio en la opción View – Serial communicator

Tabla 3.4: RANGOS DE TRABAJO DEL SENSOR O2

O2	Datos
Max	1,1
Min	0,32
Promedio	0,71

En La tabla 3.5 se muestra transformaciones de los diferentes voltajes analógicos provenientes de los distintos sensores siendo valores que son convertidos a bytes de 0 a 255 según corresponda pudiendo procesar la información de esta manera para el micro controlador, también tenemos la transformación de las revoluciones por minuto a revoluciones por segundo con las cuales se trabaja en el Pic como muestra la tabla 3.6

Tabla 3.5: TRANSFORMACIÓN DE VOLTAJE A BYTES

Bytes Programa	sensor oxigeno	Sensores TPS – MAP
0	0,00	0
10	0,04	0,2
20	0,08	0,4
31	0,12	0,6
41	0,16	0,8
51	0,20	1
61	0,24	1,2
71	0,28	1,4
82	0,32	1,6
92	0,36	1,8
102	0,40	2
112	0,44	2,2
122	0,48	2,4
133	0,52	2,6
143	0,56	2,8
153	0,60	3
163	0,64	3,2
173	0,68	3,4
184	0,72	3,6
194	0,76	3,8
204	0,80	4
214	0,84	4,2
224	0,88	4,4
235	0,92	4,6
245	0,96	4,8
255	1,00	5

Tabla 3.6: TRANSFORMACIÓN DE REV/MIN A REV/SEG

Rev/Min	Rev/Seg
200	3
400	7
600	10
800	13
1000	17
1200	20
1400	23
1600	27
1800	30
2000	33
2200	37
2400	40
2600	43
2800	47
3000	50
3200	53
3400	57
3600	60
3800	63
4000	67
4200	70
4400	73
4600	77
4800	80
5000	83
5200	87

El software utilizado para el desarrollo del programa es Micro Code con el compilador de PIC Basic. Para el control de los PIC se desarrolló un programa para cada uno de ellos. El primer programa se encarga de contar las revoluciones. Este programa está diseñado para el PIC 16F628A. Como entrada para el programa se tiene un tren de pulsos provenientes del emisor del fototransistor con un voltaje de 0 a 5 voltios que son suficientes para determinar señales para esta PIC. Para el conteo de los pulsos proveniente de la bobina es utilizó la instrucción

```
COUNT PortA.7,1000,revo
```

La sintaxis es sencilla, los pulsos que entren por el pin RA7 se contarán por el tiempo de 1 segundo y su valor se almacenará en la variable revo. Es importante que se

note que revo debe ser una variable del tipo word, lo que significa que está formada por dos bytes por ello se tomo solo el byte menos significativo de esta variable con la instrucción: `revo.byte0`, este valor se entrega al Puerto B para ser leído por el PIC principal.

En esta sección de código se cuenta 10 segundos para enviar este dato luego al PIC principal para que pueda hacer la rectificación de EGO.

A la salida de este PIC se tiene un pin donde indica el correcto funcionamiento del programa. Para el funcionamiento del PIC se utilizó el reloj RC interno.

El diagrama de flujo se lo puede ver en la figura 2.19

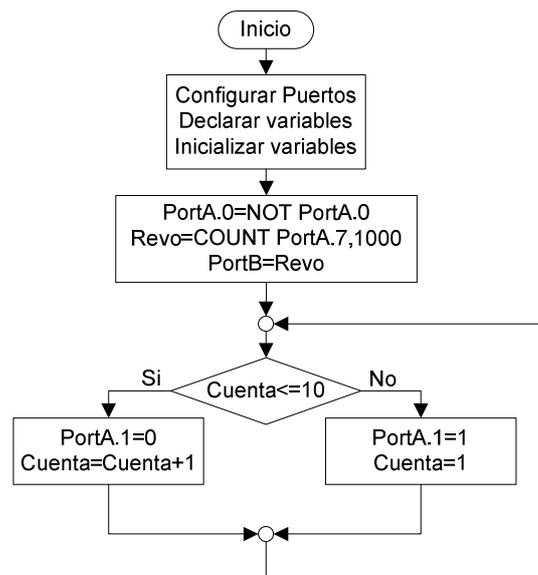


Figura 2.19. Diagrama de flujo para primer PIC.

El programa que controla el PIC principal inicia con la configuración de los puertos, declaración de variables e inicialización de las variables utilizadas. Luego se envía a través de la conexión serial las etiquetas MAP, TPS, OXI y REV. Cada una de estas representa los valores que se mostrarán de los sensores respectivos.

Luego se verifica el nivel lógico del pin PortD.2 y se asigna a la variable AJUST. El programa trabajará normalmente y cuando exista un pulso y en su flanco de subida se llamará a la subrutina CUENTA que se ejecuta cuando ocurre una interrupción ocasionada por la presencia de un pulso proveniente de la bobina. Esta subrutina en primer lugar desactiva las interrupciones, incrementa en contador, activa nuevamente las interrupciones

y regresa al punto desde donde saltó para atender la interrupción. El diagrama de flujo para esta subrutina se muestra en la figura 3.20.

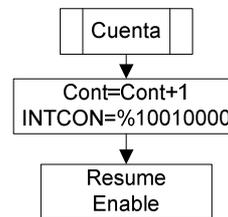


Figura 3.20. Diagrama de flujo para interrupción.

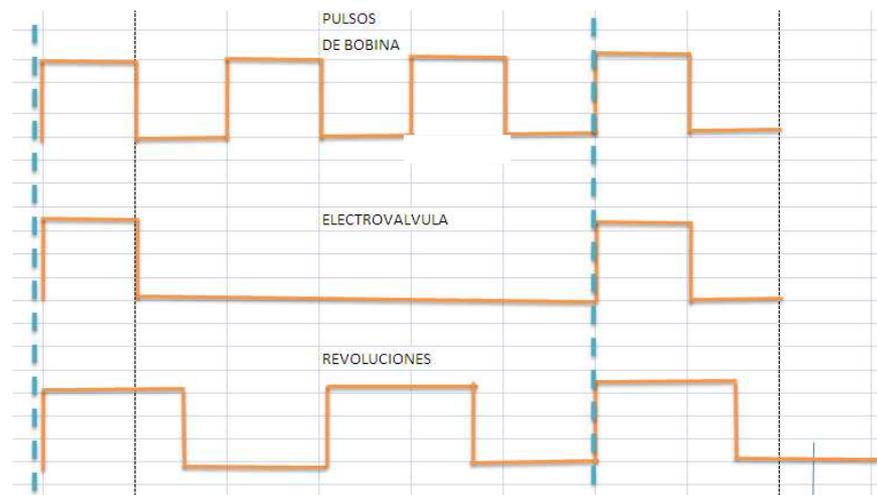


Figura 3.21 Secuencia de señales

El programa principal hay que tener en cuenta como muestra la figura 3.21 que 3 pulsos de bobina son 2 revoluciones debiendo existir un tiempo de apertura de la electroválvula que controla el segundo PIC teniendo como base el diagrama de flujo que se muestra en la figura 3.22. Este diagrama continua con la verificación del contador si llega a 4. En este caso si llega a 4 significa que se está en el pulso 4 de bobina y que se ha contado ya 3 pulsos, significa que en este instante se debe leer los sensores MAP, TPS y de revoluciones proveniente del primer PIC. Antes de esto es necesario configurar el conversor analógico a digital para que lea estos sensores.

Se verifica el estado del pin PortD.2 que muestra si ha transcurrido 10 segundos para leer el sensor de oxígeno y verificar el estado de la variable B si es mayor a 1000 se ajustará el valor de B en función de los datos de los sensores ACT y OXI.

Hecha esta corrección se accede a las condiciones que modifican A y luego se verifican las condiciones que definen el periodo de apertura de los inyectores. Para definir este periodo se asigna valores a la variable T que está en microsegundos.

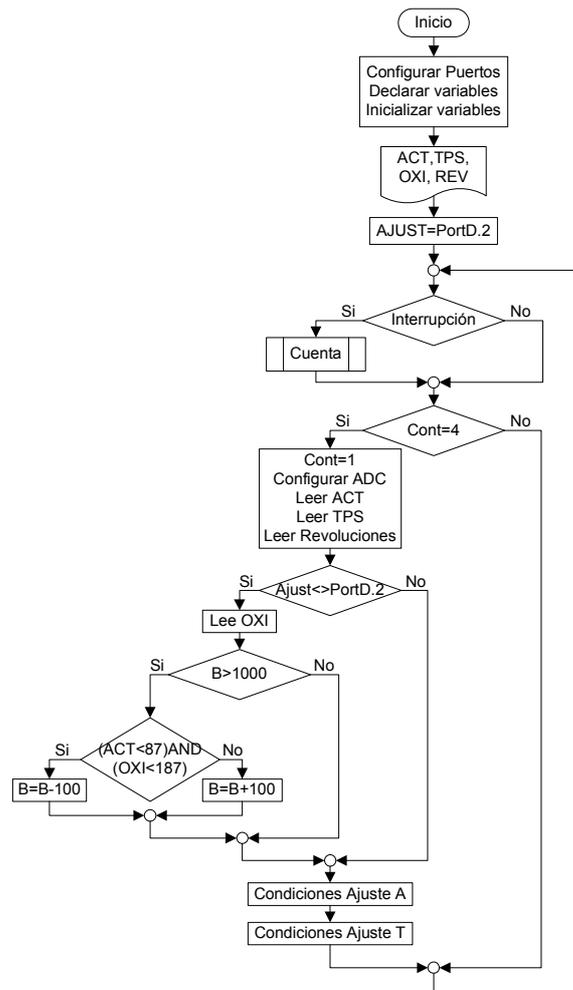


Figura 3.22. Diagrama de flujo para segundo PIC.

CAPITULO IV

COMPROBACIÓN DEL SISTEMA ORIGINAL E IMPLEMENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL NUEVO SISTEMA

4.1 Pruebas en el sistema original de Consumo de combustible.

El sistema original realizamos medidas de combustible para poder calcular el consumo de combustible de las siguientes formas:

- Consumo de combustible en la ciudad

Llenamos el tanque de combustible y anotamos el kilometraje del tablero que es 61210, posteriormente realizamos recorridos normales en la ciudad llegando a un Kilometraje de 61438, llenando de nuevo el tanque de combustible, Se observo 6.5 galones con este recorrido y realizamos los cálculos para ver el consumo de combustible en la ciudad, tenemos

Consumo de combustible= (Km Finales – Km iniciales)/ Nª de galones

Consumo de combustible= (61438 – 61210)Km/ 6.5 Gal

Consumo de combustible = 35 Km/galon

- Consumo de combustible en carretera

Llenamos el tanque de combustible y anotamos el kilometraje del tablero que es 61631 , posteriormente realizamos recorridos en carretera llegando a un Kilometraje de 62015, llenando de nuevo el tanque de combustible, observamos cuantos kilómetros se a recorrido y realizamos los cálculos para ver el consumo de combustible en carretera, según 8 galones tenemos

Consumo de combustible= (Km Finales – Km iniciales)/ Nª de galones

Consumo de combustible= (61631 – 62015)Km/ 8 Gal

Consumo de combustible = 48 Km/galón

- Para realizar la prueba cambiamos el estrangulador por el carburador en el múltiple de admisión, pudiéndose hacer este cambio por ser el múltiple modificado capaz de acoplar los dos distintos mecanismos en el mismo colector. Para tener los datos completos en el computador dados del modulo electrónico veden estar conectados los sensores Tps, Map, O2 y el motor encendido ejecutamos el ensayo

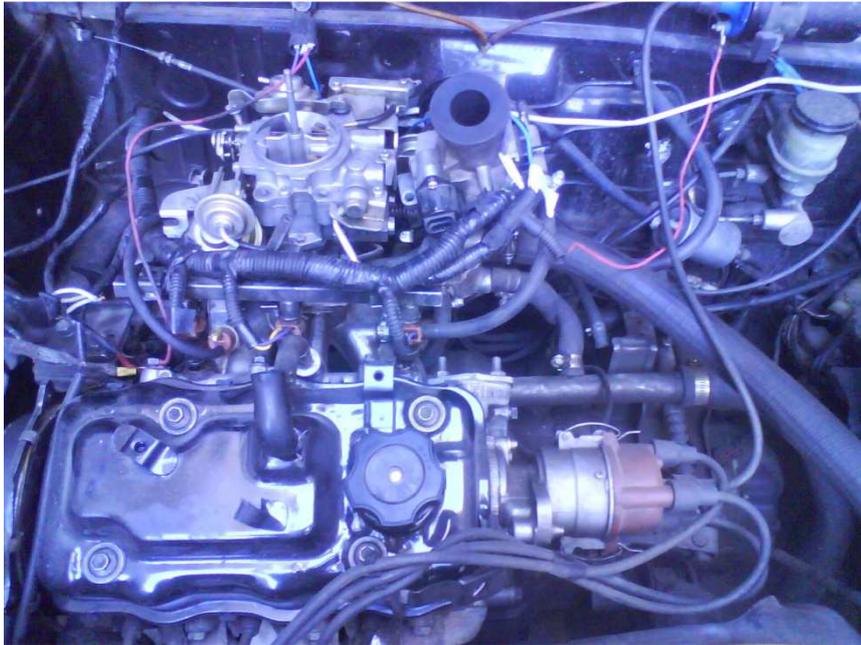


Figura 4.1: Carburador instalado con el estrangulador conectado

Realizamos toma de datos del programa MicroCode Studio en la opción View – Serial communicator para ver el funcionamiento de todos los sensores y saber cómo está la mezcla aire - combustible

```

Serial Communicator
File Edit View Help
Transmit
MOVE?CW Cin, R1
L?CALL DIV
MOVE?AB Bout
endif
endm
DIV_USED = 1
MOD?BCB macro Bin, Cin, Bout
Receive
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE SENSORES
MAP TPS_OXI REV
82 39 248 10
79 39 247 10
79 39 249 10
83 39 249 10
81 39 249 10
80 39 249 10
84 39 250 10
78 39 249 10
83 39 250 10
79 39 250 10
83 39 251 10
82 39 251 10
79 39 251 10
78 39 251 10
78 39 250 10
82 39 251 10
81 39 251 10
82 39 251 10
80 39 251 10
81 39 252 10
82 39 252 10
78 39 252 10

```

Connected... Bytes TX: 0 Bytes RX: 2791

Figura 4.2: Programa MicroCode Studio - View – Serial communicator, generando datos del modulo electrónico con el sistema a carburador

Con los resultados tenemos que las variaciones del sensor están entre 247 bytes (0,97v) y 252 bytes (1.1v) bytes demostrando de esta manera que la mezcla esta con exceso de combustible (mezcla rica)

4.2 Instalación del sistema de inyección electrónica.

4.2.1 Ubicación e instalación del colector de admisión.

La instalación del colector de admisión se lo realiza como el original, porque no se bario en su estructura normal. Lo se suprimido es la bomba mecánica de combustible que queda junto al colector de admisión remplazando una placa para tapar el orificio y evitar fugas de aceite



Figura 4.3: Ingreso de aire en el cabezote **Figura 4.4 :** Múltiple de admisión

Colocamos el múltiple de admisión con sus modificaciones como muestra la figura 4.4 en el cabezote como muestra la figura 4.3, posteriormente colocamos el estrangulador en la base de la admisión como muestra la figura 4.5

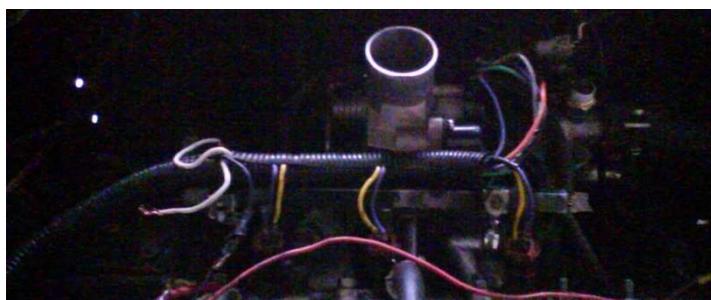


Figura 4.5: Múltiple de admisión puesto en cabezote

4.2.2 Ubicación e instalación del riel de inyectores.

El riel de inyección se lo coloca en la base del múltiple de admisión cerca de la junta con el cabezote donde se realizo agujeros y posteriormente se instalaron bocines como muestra la figura 4.7



Figura 4.6: Oricios para los inyectores en el múltiple de admisión



Figura 4.7: Bocín insertado en el múltiple de admisión

Para la sucesión de la riel de inyectores como muestra la figura 4.8 se la realiza con un perno sujeto a la base del estrangulador y los inyectores dentro de los bocines de bronce en el colector presionados contra el riel de inyectores



Figura 4.8 : Riel con los inyectores

Para la transportación de combustible se utilizo manguera de alta presión soportando hasta 200 lb de presión para transportar 35 lb



Figura 4.9: Filtro de combustible bajo la central de freno

El combustible desde un filtro como muestra la figura 4.9 que conecta a la bomba por una manguera de alta presión para eliminar la mayoría de impurezas para llegar al riel de inyectores. El riel soporta a los inyectores que surten de combustible a los cilindros en proporciones adecuadas en las diferentes cargas del motor

Para la ubicación la manguera de alta presión está siguiendo el recorrido del suministro de combustible del sistema a carburación para mayor fijación y fiabilidad. El filtro esta a 40 cm antes de llegar al riel bajo la central de freno, su ubicación facilita el cambio.

4.3 Instalación del sistema eléctrico Electrónico.



Figura 4.10 : Comprobación del modulo electrónico con el microcode en la computadora

Para el sistema eléctrico se realizaron varias pruebas con el modulo electrónico conectado al computador para comprobar su funcionamiento de cada uno de los componentes como son;

- Inyectores
- Sensor de temperatura de refrigerante
- Sensor de posición de la mariposa y
- Sensor de oxigeno
- Cableado de alimentación, tierras y señal de la bobina

Con todos estos elementos verificados y comprobados procedemos a organizar el arnés de cables con un puerto serial de 25 pines como muestra la figura 4.11 para facilitar la conexión del modulo electrónico con todos los cables que ingresen la placa de control

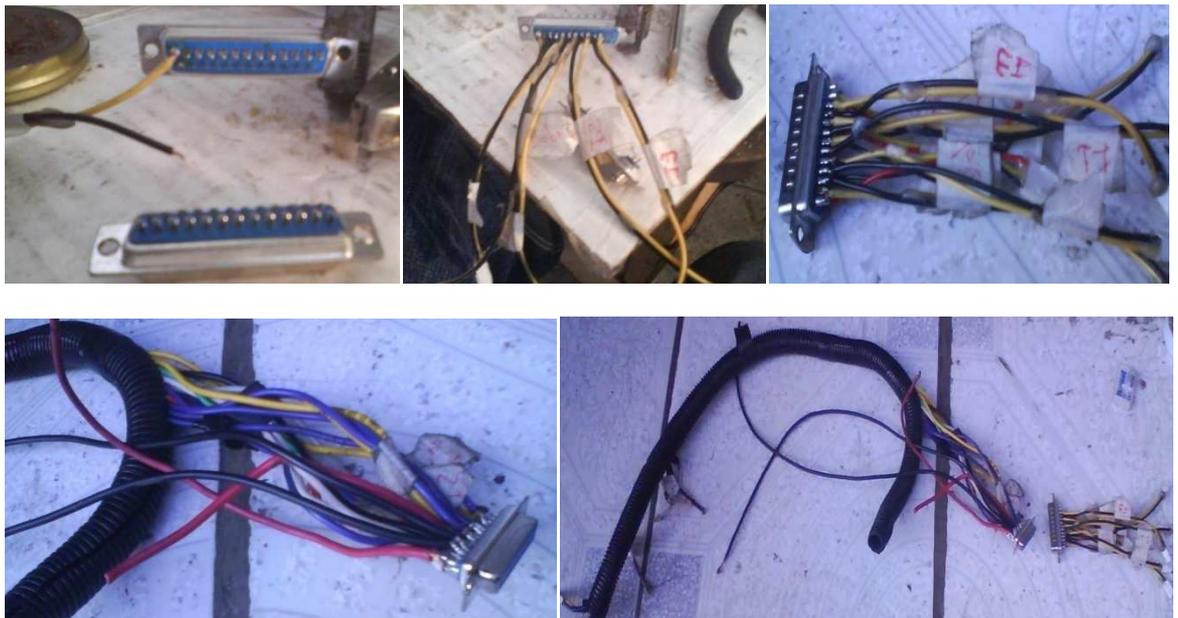


Figura 4.11: Proceso de soldadura del arnés de cables al puerto serial

4.3.1 Ubicación e instalación del modulo de control.

Para la ubicación del modulo de control se vio conveniente instalarle bajo la secreta del tablero del acompañante por el espacio disponible y la longitud de los cables es 80 cm siendo mínima desde los sensores al modulo de control electrónico

4.3.2 Ubicación e instalación de los sensores.

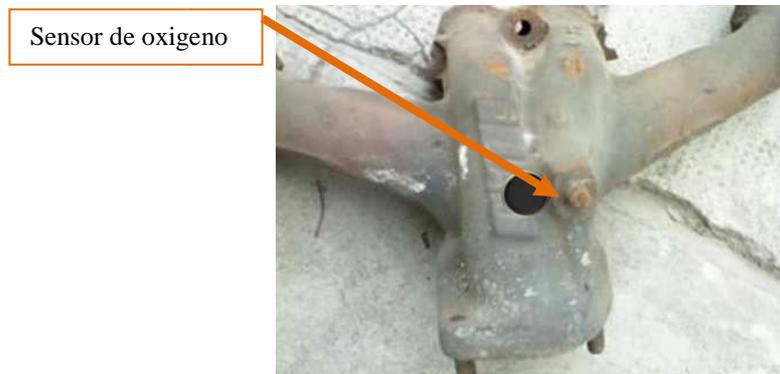


Figura 4.12 : Ubicación del sensor de oxígeno en el múltiple de escape

La sonda está instalada en el tubo de escape del vehículo como muestra la figura 4.12, en una posición donde se logra la temperatura ideal para su funcionamiento, en todos los regímenes de trabajo del motor. Un lado está permanentemente en contacto con los gases de escape y el otro con el aire exterior. Si la cantidad de oxígeno en los dos lados es distinta, se producirá una señal eléctrica (tensión) que será enviada a la unidad de mando del vehículo. Esta acorta o alarga el tiempo de inyección, optimizando de esta forma el rendimiento del motor y las emisiones de gases contaminantes. La sonda lambda es un componente de desgaste, el cual debiese ser revisado cada 30.000 Kms.

Sensor de temperatura



Figura 4.13: Ubicación del sensor Wts en el múltiple de admisión y el trompo de temperatura

4.3.3 Ubicación e instalación de la bomba



Figura 4.14: Bomba de combustible

El combustible es aspirado del tanque por una bomba eléctrica sumergida como muestra la figura 4.14, que lo suministra bajo presión a un tubo distribuidor donde se encuentran las válvulas de inyección. La bomba provee más combustible de lo necesario, a fin de mantener en el sistema una presión constante en todos los regímenes de funcionamiento.

El combustible excedente retorna al tanque, la bomba no presenta riesgos de explosión, ya que en su interior no hay ninguna mezcla en condiciones de combustión. La bomba, instalada dentro o fuera del tanque de combustible, debe ser probada y reemplazada si fuese necesario.

CAPITULO V

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y COMPARACIONES DEL SISTEMA.

5.1 Pruebas de funcionamiento del circuito electrónico.

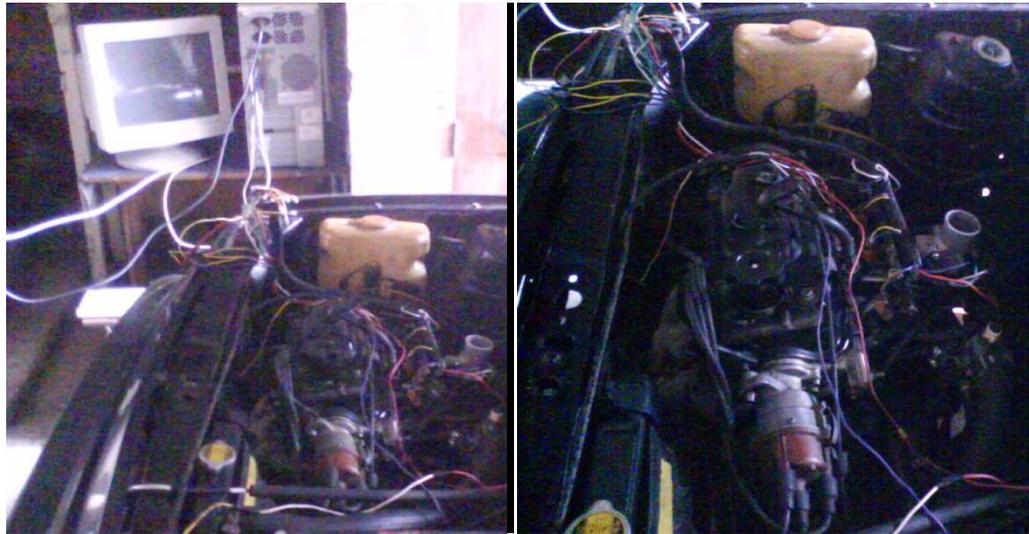


Figura 5.1: Comprobación de los componentes del modulo electrónico con el software en la computadora

Para la comprobación del circuito electrónico lo realizamos directamente en el automóvil instalado el modulo de control a cada sensor y conectado a la computadora para verificar datos de sensores cada cierto tiempo, datos proporcionados en 255 bits dándonos este como mayor voltaje y 0 bit como el mínimo

5.2 Pruebas en el sistema instalado y comparaciones con datos del sistema original.

5.2.1 Pruebas de Consumo de combustible.

En el sistema implementado realizamos medidas de combustible para poder calcular el consumo de combustible como en el sistema original:

- **Consumo de combustible en la ciudad**

Llenamos el tanque de combustible y anotamos el kilometraje del tablero que es 66540 , posteriormente realizamos recorridos normales en la ciudad llegando a un kilometraje de 66720, llenando de nuevo el tanque de combustible, observamos cuantos kilómetros se a recorrido y realizamos los cálculos para ver el consumo de combustible en la ciudad, con 4.6 galones tenemos

Consumo de combustible= (Km Finales – Km iniciales)/ N^a de galones

Consumo de combustible= (66720 – 66540)/Km 4.6 Gal

Consumo de combustible = 39 Km por galon

- **Consumo de combustible en carretera**

Llenamos el tanque de combustible y anotamos el kilometraje del tablero que es 82333 , posteriormente realizamos recorridos en carretera llegando a un Kilometraje de 23455, llenando de nuevo el tanque de combustible, observamos cuantos kilómetros se a recorrido y realizamos los cálculos para ver el consumo de combustible en carretera, tenemos

Consumo de combustible= (Km Finales – Km iniciales)/ N^a de galones

Consumo de combustible= (67667 – 67320)Km/ 6.3 Galones

Consumo de combustible = 55 Km/galón

5.2 Pruebas de economía en el computador

Para realizar esta prueba debe estar todos los sensor instalados, el estrangulador en el múltiple de admisión modificador, el motor en funcionamiento y el modulo electrónico conectado al computador

Realizamos toma de datos del programa MicroCode Studio en la obcion View – Serial communicator para capturar el funcionamiento de todos los sensores y especialmente los valores del O2 podemos para poder saber cómo está la mezcla aire - combustible

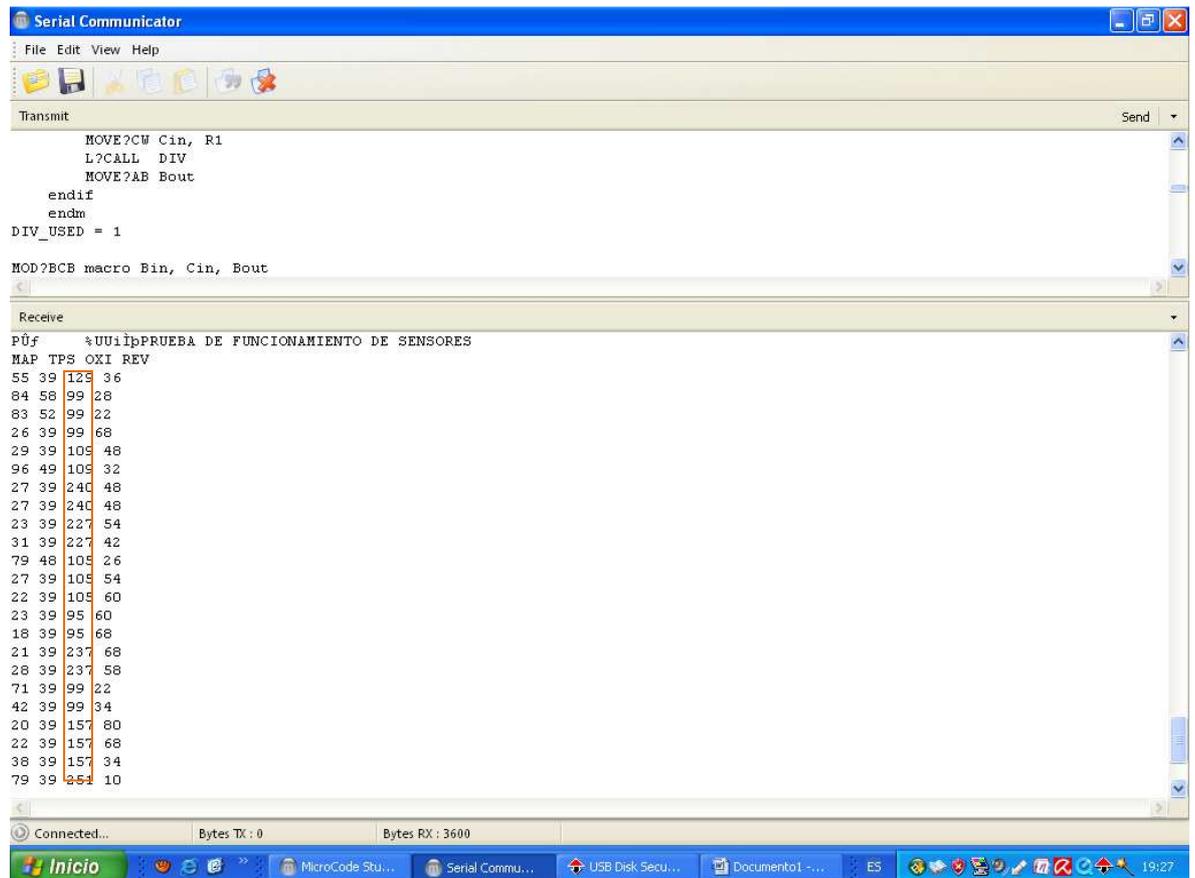


Figura 5.2: Programa MicroCode Studio - View – Serial communicator, generando datos del modulo electronico

Con los resultados tenemos que las variaciones del sensor están entre 95 bytes (0,38v) y 240 (0.9v) bytes demostrando de esta manera que el sensor esta oscilando correctamente y que la mezcla es ideal (estequiometrica)

Comparaciones

Kilometraje en carretera

km del sistema implementado - Km del sistema original= total

Total= (55 – 48)Km

Total= 7 Km

Total(%)= (7 x 100)/ 48

Total = 14,5 %

Con este resultado tenemos un ahorro de combustible del 14,5 %

Kilometraje en ciudad

km del sistema implementado - Km del sistema original= total

Total= (35 – 39) Km

Total= 4 Km

Total (%)= (4 x 100)/ 35

Total = 11,4 %

Con este resultado tenemos un ahorro de combustible del 11,4 %

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones

- Se Investigó el funcionamiento del sistema de inyección electrónica disponible en los vehículos de nuestro medio, como son los sensores que lo componen, su trabajo que lo realizan cada uno de ellos y sus beneficios que nos brindan
- Se selecciono elementos adecuados que incorporen el sistema de control de inyección en la parte mecánica como es el múltiple de admisión estrangulador entre otros y la parte electrónica como son sensores y actuadores.
- Se Diseño y construyo el modulo electrónico con los componentes necesarios para un buen funcionamiento
- Se edifico el software para el microprocesador 16F628a para contar las revoluciones, el 16F877a con valores de sensores y datos del otro Pic, para formar instrucciones y secuencias lógicas asi formando nuestro programa.
- Se implemento los elementos seleccionados en motor del vehículo como son sensores actuadores con la parte mecánica incluida, y la ubicación del modulo electrónico
- Se comprobó el funcionamiento del modulo electrónico en el automóvil con datos obtenidos de 0 a 252 de los sensores en la computadora
- Se Estableció diferencias, en consumo de combustible del sistema original con una reducción del 11,4% en recorridos en la ciudad y de un 14,5% en carretera con respecto al sistema diseñado y construido

6.2 Recomendaciones

- El modulo electrónico de control no debe estar en contacto con la humedad para que no exista deterioro
- La fiabilidad de funcionamiento correcto de nuestro sistema esta en el mantenimiento preventivo que se le debe dar a inyectores y demás componentes
- Para la implementación de un modulo electrónico en un motor que tenga los requerimientos necesarios como sensores, inyectores se debe tomar en cuenta el numero de cilindros y el caudal de combustible según su cilindraje. El numero de cilindros es necesario para poder reprogramar el micro procesador para su correcto funcionamiento
- En caso de requerimiento de uso de este modulo para un motor de competencia la programación debe tener un ancho de pulso del inyector mas largo con una dosificación de combustible tendiendo a rica, así se mejora el rendimiento por ende la potencia

Bibliografía

- OROSCO, Jose Luis. Diagnostico y servicio de inyección Electronica. Mexico: . Digital Comunicación, 2006
- CASTRO, Miguel. Manual del automóvil. España: Grupo editorial Ceac, 202
- VIÑAS, Salvador. Circuitos eléctricos del automóvil. España: Limusa, 2006
- ALONSO, Jose Manuel. Técnicas del automóvil. España: Paraninfo, 1998
- CROUSE, William. Equipo eléctrico y electrónico del automóvil. España: Ceac, 2001
- FREUND, Ken. Manual Haynes de Electricidad automotriz. Inglaterra: Haynes, 2000
- GIL, Hermogenes. Sistemas de Encendido. España: Ceac 2002

LINKOGRAFIA

www.moto-club.es/historia-de-la-inyeccion-de-combustible-vt53.html

www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/sensores-electricos

www.mecanicavirtual.org/inyeccion_gasolina1.htm

www.motorspain.com/17-10-2007/vari0s/mecanica/la-inyeccion-electronica-cumple-40-anos

www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/sensores-electricos

www.mecanicavirtual.org/inyeccion_gasolina1.htm

www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/sensores-electricos