



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

ESPE – LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE
PRUEBAS PARA COMPROBACIÓN Y VERIFICACIÓN
DE COMPUTADORES AUTOMOTRICES CON
INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA”**

**REALIZADO POR:
FERNANDO EDUARDO GUERRERO PERALVO**

LATACUNGA – ECUADOR

DICIEMBRE - 2006

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el señor: **Fernando Eduardo Guerrero Peralvo**, bajo nuestra dirección y codirección.

ING. GERMÁN ERAZO
DIRECTOR DE TESIS

ING. GALO AVILA
CODIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo y sacrificio esta reflejado en este trabajo, que dedico a mis padres Ernesto y Tarcila junto con mis hermanos Santiago y Belén quienes me han brindado su cariño, bondad y apoyo incondicional para alcanzar mis metas demostradas en este documento.

Fernando

AGRADECIMIENTO

A Dios por la sabiduría entregada, a mis padres Ernesto y Tarcila junto con mis hermanos Santiago y Belén, los mismos que me brindaron su apoyo y confianza en todo momento para alcanzar mis metas deseadas.

A mis profesores Ing. Germán Erazo e Ing. Galo Avila por su valiosa ayuda y tiempo prestado en la realización de este proyecto.

A todos y cada uno de los docentes universitarios por compartir y enseñar conocimientos aplicables para mi formación profesional y personal.

Fernando

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
CERTIFICACION.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE.....	v
INTRODUCCION.....	ix

I.- ELEMENTOS ELÈCTRICOS Y ELECTRÓNICOS UTILIZADOS EN COMPUTADORAS AUTOMOTRICES

1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. GENERALIDADES.....	1
1.3. INTRODUCCION A LOS ELEMENTOS ELECTRICOS – ELECTRONICOS.....	2
1.4. ELEMENTOS PASIVOS.....	3
1.4.1. RESISTENCIAS.....	3
1.4.2. TERMISTORES.....	4
1.4.3. CAPACITORES.....	7
1.4.3.1. CAPACITORES DE CERAMICA.....	7
1.4.3.2. SELECCIÓN DE CAPACITORES.....	8
1.4.3.3. CAPACITORES PARA CIRCUITOS INTEGRADOS.....	10
1.4.4. INDUCTORES.....	10
1.4.4.1. INDUCTORES PARA APLICACIONES EN C. INTEGRADOS.....	11
1.4.5. TRANSFORMADORES.....	12
1.4.5.1. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	13
1.4.6. RELES.....	15
1.5. ELEMENTOS ACTIVOS.....	17
1.5.1. DIODOS DE UNION PN.....	17
1.5.1.1. TIPOS DE DIODOS.....	18

1.5.2. RECTIFICADORES.....	19
1.5.3. TRANSISTORES.....	20
1.5.3.1. CARACTERISTICAS DEL TRANSISTOR REAL.....	20
1.5.3.2. TIPOS DE TRANSISTORES DE POTENCIA.....	20
1.5.4. CIRCUITOS INTEGRADOS.....	22
1.5.4.1. FAMILIAS BIPOLARES.....	23
1.5.4.2. FAMILIAS MOS.....	23
1.5.4.3. ELABORACION DE LAS TABLETAS.....	24
1.5.4.4. FABRICACION DE CIRCUITOS BIPOLARES.....	24
1.5.4.5. LOGICA TRANSISTOR – TRANSISTOR.....	25
1.5.4.6. CIRCUITOS INTEGRADOS HÍBRIDOS.....	26
1.5.4.7. MÉTODOS DE INTERCONEXIÓN.....	27
1.6. GENERADORES DE ONDAS.....	28
1.6.1. OSCILADORES.....	28
1.6.1.1. TIPOS DE OSCILADORES.....	28
1.6.1.2. ESTABILIDAD DE LOS OSCILADORES.....	29
1.6.2. GENERADORES DE ONDAS CUADRADAS.....	30
1.6.3. GENERADORES DE PULSOS.....	31
1.7. FUENTES DE ALIMENTACION.....	31
1.7.1. REGULADORES DE VOLTAJE EN SERIE.....	31
1.7.2. REGULADORES DE VOLTAJE CONMUTATIVO.....	33
1.7.3. PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITO.....	33
1.7.4. REGULADORES DE CIRCUITOS INTEGRADOS.....	33
1.7.5. REGULADORES DE CORRIENTE.....	34
1.7.6. FUENTE DE CORRIENTE CONTROLADA POR VOLTAJE.....	35
1.8. FUNCIONES DIGITALES.....	35
1.8.1. TEMPORIZADOR.....	35
1.8.2. MEDICIONES ANALOGICAS.....	36
1.8.3. MEDICIONES DIGITALES.....	37
1.8.4. MEDICIONES DIGITALES DIRECTAS.....	38
1.8.5. CONTEO DE PULSOS.....	40

II.- PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE OPERACIÓN DE COMPUTADORES AUTOMOTRICES EN SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

2.1. INTRODUCCION AL SISTEMA DE INYECCION DE GASOLINA.....	41
2.1.1. CLASIFICACION GENERAL.....	41
2.1.2. CLASIFICACION ESPECIFICA.....	43
2.1.3. SEÑALES BASES.....	44
2.2. COMPUTADORES AUTOMOTRICES.....	45
2.3. SISTEMAS DE ABORDO.....	47
2.3.1. OBD I.....	47
2.3.2. OBD II.....	48
2.3.3. OBD III.....	56
2.4. MEMORIAS.....	58
2.4.1. INTRODUCCION.....	58
2.4.2. CARACTERISTICAS MEMORIAS DE SEMICONDUCTORES.....	59
2.5. TIPOS DE MEMORIA.....	59
2.5.1. SEGÚN LA ALIMENTACION.....	59
2.5.2. SEGÚN LA ACCION QUE SE PUEDE EJECUTAR.....	59
2.5.3. POR LA FORMA DE ACCEDER A LA INFORMACION.....	60
2.6. MEMORIA ROM.....	60
2.6.1. TIPOS DE ROM.....	61
2.7. MEMORIA RAM.....	63
2.7.1. TIPOS DE RAM.....	64

III.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA COMPROBACIÓN Y VERIFICACIÓN DE COMPUTADORAS AUTOMOTRICES CON INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA

3.1. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.....	65
3.2. SEÑALES A PROBAR.....	66
3.3. PARAMETROS CONSIDERADOS DE LA CONSTRUCCION DEL BANCO.....	70
3.4. DISEÑO DE LA TARJETA	80
3.5. MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DE ELEMENTOS ELECTRICOS – ELECTRONICOS.....	83
3.6. CONEXIONES AL TABLERO DE INSTRUMENTACION.....	88
3.7. ANALISIS DE LA UCE.....	90

IV.- PROCEDIMIENTOS, FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS DEL EQUIPO

4.1. PROCEDIMIENTOS.....	92
4.2. FUNCIONAMIENTO.....	93
4.3. PRUEBAS.....	100
CONCLUSIONES.....	106
RECOMENDACIONES.....	107
BIBLIOGRAFIA.....	108

INTRODUCCIÓN

Considerando el adelanto y desarrollo de la tecnología automotriz se ha visto la necesidad de crear este proyecto, con la finalidad de asesorar tanto teórico y práctico a los técnicos automotrices enrolados en este campo.

En la actualidad las grandes marcas fabricantes de automóviles implementan sistemas de inyección electrónica con el propósito de tener un mejor y eficaz desempeño de sus motores, facilitando de esta manera al usuario tener las mejores alternativas que los fabricantes junto con la tecnología brindan, siendo por ejemplo optimizar un bajo consumo de combustible, bajos índices de contaminación, confort de manejo, etc.

Es por eso que este proyecto se encuentra dividido en 4 capítulos siendo cada uno de ellos importantes al momento de iniciar con el desarrollo del mismo.

Así en el Capítulo I constan los elementos eléctricos – electrónicos utilizados en las computadoras automotrices UCE, los mismos que detallan su funcionamiento y aplicación.

En el Capítulo II ya nos adentramos en los sistemas y componentes que intervienen en la inyección electrónica de gasolina.

Posteriormente en el Capítulo III se encuentran todos los elementos tomados en cuenta como referencia para el diseño y construcción del banco de pruebas, incluyendo sus características y señales a probar.

Por último en el capítulo IV están los procedimientos, funcionamiento y pruebas del equipo para que el operario empiece con el diagnóstico y reparación de las ECM siendo el objetivo principal del proyecto.

I.- ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS UTILIZADOS EN COMPUTADORAS AUTOMOTRICES

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo ha sido realizado con la finalidad de ayudar al estudiante y profesionales automotrices tanto en la parte teórica y práctica interesados en el área de computadores automotrices.

Tomando en cuenta satisfacer las necesidades de una comprobación y verificación de computadores automotrices a inyección electrónica de combustible en un tiempo mínimo y con resultados precisos, se ha creado este banco de pruebas.

El mismo que dispondrá con todos los accesorios y elementos necesarios para simular los sensores y actuadores, encargados a la vez de poner en funcionamiento a la UCE.

Una de las cualidades más importantes que debe poseer un técnico en Mecánica Automotriz es su creatividad considerando los adelantos tecnológicos que surgen cada año, permitiendo optimizar comprobaciones y reparaciones de computadores automotrices de tecnología EEC-IV.

1.2. GENERALIDADES

Un vehículo a inyección electrónica de gasolina está constituido por varios sistemas electrónicos, uno de ellos es la UCE la cual trabaja en equipo con sensores para poner en marcha a los actuadores; siendo todos estos componentes parte fundamental para el desempeño del vehículo.

En la actualidad muchos son los vehículos que poseen éstos sistemas electrónicos, los mismos que para su comunicación entre sí requieren de datos, señales y valores.

En el motor hay una serie de sensores que son los encargados como su nombre lo indica censa todos los parámetros y condiciones de funcionamiento que va desde la temperatura hasta flujos de aire.

Todos estos sensores se alimentan por señales de voltaje dados por elementos eléctricos regidos a diferentes parámetros de funcionamiento, para así originar voltajes de referencia hacia la computadora.

En la computadora todos estos voltajes son interpretados por medio de circuitos integrados y demás elementos dando lugar al funcionamiento de los actuadores que una vez activados el vehículo demostrará su correcto funcionamiento en diferentes condiciones de manejo, brindando al usuario beneficios importantes que van desde ahorro de combustible hasta los más bajos índices de contaminación.

1.3. INTRODUCCIÓN A LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS – ELECTRÓNICOS

En el presente capítulo se realiza un estudio de los diferentes elementos pasivos y activos que intervienen en la conformación de los controladores electrónicos diseñados para los sistemas de inyección electrónica con tecnología EEC-IV, que hoy en día ayuda al diagnóstico y reparación de los controladores mencionados.

1.4. ELEMENTOS PASIVOS

1.4.1. RESISTENCIAS

“Los componentes electrónicos de mayor uso son los resistores, cuyo volumen de ventas va de la mano con las fortunas generadas en la industria de los circuitos integrados. El ingeniero de diseño que se enfrenta con la elección de un resistor debe considerar muchos factores: precio, disponibilidad, tolerancia, disipación de potencia, estabilidad, confiabilidad, respuesta de frecuencia, coeficiente térmico, coeficiente de voltaje, tamaño y empaque, por mencionar algunos. Pero además de estos factores es necesario considerar los materiales y la construcción de los diversos tipos.

La mayor parte de los resistores discretos quedan comprendidos en algunas de las siguientes categorías:

Resistores de alambre enrollado

Resistores de alambre arrollado se clasifican en tres categorías:

1. De uso general, de bajo costo.
2. De potencia de hilo arrollado.
3. De precisión de hilo arrollado.”¹

Estas dos últimas clases de resistores se emplean siempre que es posible tolerar su elevado costo, gran tamaño y deficiente respuesta de frecuencia, en aras de sus sobresalientes exactitud, estabilidad, factor de ruido, coeficiente térmico y coeficiente de voltaje. Los resistores de alambre arrollado de precisión tienen envoltentes (envases) de gran tamaño envolvente para mantener bajo el aumento de la temperatura interna, lo que a su vez minimiza los cambios en la resistencia. Aun

¹ Belove C; Enciclopedia de la Electrónica; Grupo Editorial OCEANO, Barcelona, 1990.

cuando es posible emplear configuraciones de baja inductancia, como los arrollamientos de Ayrton-Perry, la inductancia y la capacitancia distribuida suelen limitar su utilización al intervalo de las audiofrecuencias. Todos los resistores de alambre arrollado están limitados en cuanto a valores de alta resistencia por el pequeño diámetro del alambre y las grandes longitudes que podrían requerirse. Excepto para los tipos de uso general, la tolerancia en el momento de la adquisición suele variar del 0.01 al 1%, aunque se anuncian valores hasta del 0.002%.

Algunos de los fabricantes más importantes en Estados Unidos, son TRW, Dale Electronics, RCL y Ohmite.

Tabla I.1 Códigos de color de los resistores

Color	1ª banda ^a , primera cifra significativa	2ª banda, segunda cifra significativa	3ª banda, factor de multiplicación	4ª banda ^b , tolerancia (%)	5ª banda ^b , proporción de fallos (%/1 000 h)
Negro	0	0	1	—	—
Café	1	1	10	—	1
Rojo	2	2	10 ²	—	0.1
Naranja	3	3	10 ³	—	0.01
Amarillo	4	4	10 ⁴	—	0.001
Verde	5	5	10 ⁵	—	—
Azul	6	6	10 ⁶	—	—
Violeta	7	7	10 ⁷	—	—
Gris	8	8	10 ⁸	—	—
Blanco	9	9	10 ⁹	—	—
Plateado	—	—	0.01	10	—
Dorado	—	—	0.1	5	—
Ninguno	—	—	—	20	—

^a La primera banda es la más cercana a un extremo del resistor. Una primera banda más ancha que las demás indica resistor de alambre arrollado.
^b Ciertas piezas para uso militar.

1.4.2. TERMISTORES

Los termistores son resistores sensibles a la temperatura; es decir, resistores con coeficiente térmico inusualmente grande. La resistencia puede cambiar en dos órdenes de magnitud entre 0 y 100 °C, o hasta siete órdenes de magnitud desde -100 hasta 400 °C. Esto hace de los termistores unos detectores de temperatura.

Tabla I.2 Materiales resistivos para circuitos integrados

Material	Resistividad ρ (Ω -cm) o resistividad laminar R (Ω /cuad)	Comentarios
Sustrato	$\rho = 0.1-100$	Casi nunca se emplea
Capa epitaxial	$\rho = 0.1-50$	Algunas veces se emplea para resistores de alto valor y alto voltaje
Difusión de la base	$R = 100-300$	El más empleado; intervalo práctico de resistencia de 20 Ω a 100 k Ω ; ancho mínimo de 5 μ m
Difusión del emisor	$R = 1-5$	Empleado para resistores de bajo valor
Regiones de implantación de iones	$R = 10^3-10^4$	Empleado para resistores de elevado valor
Capa de polisilicio	$R = 10-200$	
Metalización de aluminio	$R = 0.1-0.05$	Por lo general, se le considera un conductor, aunque la caída de IR (voltaje) debe considerarse en los diseños de I ² L
Nicromo y tantalio	$R = 1-1\ 000$	Resistores de alta calidad, pero requieren etapas extra de procesamiento

Los termistores más comunes con coeficiente térmico negativo (NTC, del inglés negative temperature coefficient) se elaboran de materiales cerámicos, como los óxidos de manganeso, cromo, níquel, cobalto, hierro, cobre y uranio. Con la adición de pequeñas cantidades de ciertos metales, estos compuestos se convierten en semiconductores (tipo p o tipo n) que experimentan un decremento en la resistencia a medida que se activan térmicamente portadores extra.

Los termistores con forma de disco se elaboran de la misma forma que los capacitores cerámicos de disco. Las materias primas se pulverizan finamente, y después este polvo se prensa en discos, que se calientan para eliminar el adhesivo orgánico, y luego se sintetizan a elevadas temperaturas. Se aplica pintura de plata, se fijan las puntas de contacto y se proporciona aislamiento. Entre otras formas se incluyen cuentas o perlas (que se elaboran aplicando una gota de suspensión sobre dos alambres conductores), varillas extruidas y arandelas en un amplio intervalo de tamaños. Para un corto tiempo de respuestas se requiere una pequeña masa térmica, y es posible producir cuentas aisladoras tan pequeñas como de 100 μ m de diámetro, con tiempos de respuesta de una fracción de segundo en aire tranquilo, o de algunos milisegundos en una inmersión líquida. El material del termistor suele encapsularse en un

recubrimiento epóxico de conformación, pero también se emplean empaques de vidrio para sondas, y pueden conseguirse con facilidad montajes sensores especiales.

Características

Los valores paramétricos e la resistencia se refieren a la resistencia a una temperatura ambiente de 25 °C bajo condiciones de disipación de potencia despreciable en el termistor. Si la disipación de potencia es suficientemente alta para incrementar la temperatura inicial del termistor inclusive en una pequeña cantidad, la resistencia cambia. Entonces, la relación entre el voltaje aplicado y la corriente es altamente no lineal. Para un termistor dado, estas curvas dependen de la temperatura ambiente.

Los fabricantes especifican la resistencia sin disipación a 25 °C. El intervalo acostumbrado es de 10 Ω a 1 M Ω , con una tolerancia del 10 al 20%. La tolerancia de la resistencia puede traducirse en una tolerancia de temperatura mediante una curva de resistencia. Para indicar la variación de la resistencia con la temperatura, es posible que se proporcione el coeficiente térmico (3 a 6% / °C), o bien el valor β (2 000 a 5 000/K). Con frecuencia se especifica la relación de resistencias a 25 °C y a 125 °C (típicamente, de 5 a 50). La disipación máxima de potencia varía de 10 mW a 2 W, con un factor de disipación térmica (inversa de la resistencia térmica) de 0.1 a 25 mW/°C. Las constantes temporales térmicas varían de 0.5 a 150 s, dependiendo del tamaño y empaque.

Una aplicación importante de los termistores es como patrones de temperatura. La calibración, referida a las normas de la National Bureau of Standards, puede efectuarse a 0.0015 °C. La estabilidad se encuentra dentro de 0.005 °C por año. Además de este empleo, los termistores se utilizan para compensación en circuitos activos, regulación de voltaje y

corriente, retrasos de tiempo, detección y control, protección contra sobre tensiones y eliminación de chispas.

1.4.3. CAPACITORES

“Los capacitores son uno de los componentes electrónicos de mayor uso, y sus ventas se han incrementado de forma continua, hasta el punto de que sólo en Estados Unidos el mercado supera los mil millones de dólares y los seis mil millones de unidades. La tasa de crecimiento (las ventas de unidades se han duplicado en los últimos diez años) se debe al desarrollo explosivo de las industrias de las computadoras y de los circuitos integrados, así como al creciente empleo de la electrónica en nuevas aplicaciones tales como automóviles y aparatos para el hogar. En Estados Unidos, aproximadamente el 50% de los capacitores vendidos tienen muchas capas de cerámica, mientras que en Japón y Europa occidental dominan los capacitores electrolíticos y los capacitores de película de plástico, respectivamente.

Los recientes desarrollos tecnológicos dan testimonio de la vitalidad de la industria de los capacitores, y señalan una evolución continua de líneas de productos en los próximos años.”²

1.4.3.1. CAPACITORES DE CERÁMICA

Aproximadamente las tres cuartas partes de los capacitores vendidos en los Estados Unidos son de cerámica. Este extenso uso se debe a su bajo costo, reducido tamaño, amplio intervalo de valor de capacitancia y aplicabilidad general en la electrónica. Los capacitores de cerámica son particularmente idóneos para aplicaciones de filtrado, derivación y acoplamiento de circuitos

² Usategui A; **Diseño y Aplicaciones Microcontroladores PIC**; Ediciones McGraw-Hill, Madrid, 1997, 221 págs.

híbridos integrados, en las que es posible tolerar considerables cambios en la capacitancia.

Los capacitores de cerámica se elaboran en forma de disco, como capacitores de capas múltiples o monolíticos, o en forma tubular. El material dieléctrico es principalmente titanato de bario, titanato de calcio o dióxido de titanio con pequeñas cantidades de otros aditivos para obtener las características deseadas. En los capacitores de clase 1 se emplea titanato de calcio, y éstos se caracterizan por una baja constante dieléctrica (de 6 a 500), buen control de tolerancias, excelente estabilidad, excelentes características de envejecimiento, baja disipación y comportamiento de la capacitancia en función de la temperatura bien controlado. Los capacitores de clase II tienen constantes dieléctricas mucho mayores (de 200 hasta más de 10 000) y, por ello, mucho mayor eficiencia volumétrica. Sin embargo, sus características eléctricas son inferiores.

1.4.3.2. SELECCIÓN DE CAPACITORES

El criterio más importante en la elección de capacitores para aplicaciones particulares es el rendimiento, pero también es necesario considerar su disponibilidad y precio. “Disponibilidad bajo pedido” suele significar grandes demoras, cantidades limitadas, inexistencia de una segunda fuente y precios elevados.

Las características generales de rendimiento son difíciles de especificar debido a los continuos cambios en las líneas de productos como respuesta a las mejoras tecnológicas y a los cambios en los mercados. También existe una amplia superposición en las especificaciones entre las diversas familias

de capacitores. Por estas razones, algunas veces es difícil la elección de capacitores.

En los tamaños de intervalo mediano existen varias familias entre las cuales es posible elegir. Sin embargo, factores como corriente de pico, CA ondulatoria y requerimientos de polarización o no polarización pueden limitar la elección.

No suele disponerse de grandes valores de capacitancia en los voltajes nominales más elevados, y voltajes elevados pueden implicar grandes dimensiones o empaques diferentes. El voltaje nominal no necesariamente se correlaciona con el voltaje real de disrupción. Valores pequeños de capacitancia requieren áreas de electrodos pequeñas y, por tanto, poco prácticas, a menos que se utilicen múltiples capas de dieléctrico, pero el fabricante puede especificar el mismo voltaje de trabajo que el de otros capacitores en la misma línea de productos.

Por otra parte, debe hacerse hincapié en que la confiabilidad de un capacitor aumenta a medida que se reduce el voltaje.

Se muestra el intervalo útil de frecuencias de familias de capacitores. La frecuencia superior está limitada por la frecuencia de autorresonancia (que depende parcialmente de la longitud de la punta), la resistencia equivalente en serie y la disminución en el valor del capacitor.

Se muestran variaciones de la capacitancia con la temperatura. Esos valores son sólo representativos, ya que dependen de la magnitud de la capacitancia, voltaje nominal, tipo de electrolito o impregnante, etc.

Se presenta la variación del factor de disipación con la temperatura. De nuevo, los valores son representativos para efectos de comparación solamente.

1.4.3.3. CAPACITORES PARA CIRCUITOS INTEGRADOS

En los circuitos integrados monolíticos de silicio se emplean tres tipos de capacitores:

1. Los elaborados con una capa altamente difundida, una capa de dióxido de silicio y un electrodo de aluminio.
2. Aquellos en los que se emplea una unión *pn* con polarización inversa.
3. Los que se fundamentan en la capacitancia parásita y en la capacitancia de entrada a la compuerta de los transistores a base de semiconductores de metal y óxido (MOS, del inglés metal oxide semiconductor). Este tipo se utiliza en memorias de semiconductor y en lógica dinámica.
4. Se muestra un corte transversal de un capacitor de óxido. La difusión del emisor tipo n forma una placa del capacitor y la metalización de aluminio forma la otra.

1.4.4. INDUCTORES

De forma general, la inductancia puede definirse como la propiedad de un elemento de un circuito mediante la cual es posible almacenar energía en un campo magnético. Sin embargo, sólo tiene importancia en un circuito eléctrico cuando la corriente cambia con respecto al tiempo. Cuando la corriente aumenta o disminuye, el efecto que se opone a este cambio se denomina inductancia (L) o auto inductancia (L_a). Por consiguiente, la inductancia es provocada por un campo magnético

cambiante, producido por una corriente cambiante. La inductancia en henrys (H) por vuelta de la bobina, puede expresarse como:

$$\boxed{\frac{L_s}{N} = \frac{d\phi}{di}} \quad \text{Ec. 1.1}$$

Donde ϕ = flujo magnético, webers

i = Corriente. Ampers

N = Número de vueltas.

En general, los componentes inductivos son únicos en comparación con los resistores y los capacitores, que existen en el mercado como productos estándares, ya que aquellos suelen diseñarse para una aplicación específica. Sin embargo, recientemente ha aparecido en el mercado una amplia variedad de inductores como productos estándares debido a la tendencia a la miniaturización. Los inductores con bajos valores de inducción suelen estar devanados en formas no inductivas (núcleos de aire o fenólicos); los de valores medios, en núcleos de hierro pulverizado; y los de elevados valores, en núcleos de ferrita.

1.4.4.1. INDUCTORES PARA APLICACIONES EN CIRCUITOS INTEGRADOS

La exactitud de fabricación de los componentes integrados es del orden del 10%. Sin embargo, es posible mantener relaciones entre diversos componentes hasta el 3% aproximadamente. Por ejemplo, si deben elaborarse dos resistores y la relación de resistencia debe ser 4:1, esta relación puede obtenerse con un 3% de exactitud, aun cuando puede haber errores del 10% en el valor de las resistencias mismas.

La fabricación de inductores integrados no ha sido satisfactoria. Una de las limitaciones de la tecnología de los circuitos integrados es la carencia de inductores integrados, por consiguiente, siempre que es posible se evitan. En muchos casos es posible eliminar la necesidad de elementos inductivos mediante el empleo de una técnica conocida como síntesis RC. Si se requieren inductores con Q mayor de 5 μH , se utilizan inductores discretos y se conectan de manera externa con la pastilla de silicio. El tamaño físico de estos inductores suele ser mucho mayor que el de la pastilla.

1.4.5. TRANSFORMADORES

“Un transformador es un dispositivo que transfiere energía de un circuito a otro mediante inducción electromagnética. La inductancia mutua, previamente mencionada, describe el principio básico implicado; es decir, los circuitos mantienen su acoplamiento de tal modo que cualquier cambio de corriente en la primera bobina, o bobina primaria, provoca un cambio de flujo que induce un voltaje en la segunda bobina, o bobina secundaria. Cuando se conecta una carga a la segunda bobina, este voltaje del secundario provoca una corriente de carga, o corriente secundaria, que a su vez crea un contraflujo que provoca el incremento de la corriente de la primera bobina en un intento de proporcionar más flujo. Esta acción, denominada acción de transformador, provoca el paso de energía del primario al secundario a través del medio del campo magnético cambiante. Es posible utilizar un núcleo ferro magnético para obtener un acoplamiento más estrecho.”³

³ Demsey A; *Electrónica Digital Básica*; Ediciones Alfa omega, México, 1992, 280 págs.

1.4.5.1. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Los transformadores electrónicos de potencia suelen operar a una sola frecuencia. Por lo general, las frecuencias son 50, 60 o 400 Hz. En Europa, 50 Hz es lo común; 400 Hz es la frecuencia de alimentación de mayor empleo en aeronáutica.

Sin embargo, los futuros transformadores aeronáuticos operarán a mayores frecuencias a fin de reducir peso y tamaño. Las consideraciones para el diseño de transformadores de potencia están controladas por:

Eficiencia

Ésta es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada. El factor de calidad de los transformadores de potencia está en función de las pérdidas del núcleo y de las pérdidas óhmicas (por efecto Joule o en el cobre):

$$\% Ef = \frac{P_o}{P_i} (100) \quad \text{Ec. 1.2}$$

Las eficiencias típicas varían del 70 al 98%. Los grandes transformadores suelen tener eficiencias superiores.

Factor de potencia

El factor de potencia reviste particular interés en grandes transformadores, en los que se consume una gran cantidad de potencia. El factor de potencia es sencillamente el coseno del ángulo de fase o la razón de la potencia verdadera o potencia real disipada (watts), entre la potencia aparente (volt-amperes):

Factor de potencia (PF) = $\cos \theta =$

$$\boxed{= \frac{\text{potencia disipada} \left(\frac{W}{VA} \right)}{\text{potencia aparente} \left(\frac{VA}{VA} \right)}} \quad \text{Ec. 1.3}$$

Incremento de temperatura

Ésta es una especificación importante, ya que estipula la temperatura de operación del dispositivo. Las pérdidas de potencia provocan aumento de temperatura.

Regulación del voltaje

Esta regulación se define como el cambio en magnitud del voltaje secundario a medida que la corriente cambia desde carga cero hasta carga total, mientras se mantiene fijo el voltaje primario. Por consiguiente, cuando la carga es cambiante, se espera que el voltaje a través de la carga permanezca dentro de ciertos límites, y la regulación se convierte en un factor importante en el diseño.

Desfase

Este es un factor importante en el diseño de transformadores de referencia. El desfase permisible para condiciones específicas se establece en muchas especificaciones. Es una función de la resistencia de CD del devanado primario, la inductancia de fuga, y la impedancia del generador de activación. Por lo general, es deseable un desfase mínimo.

Corriente de irrupción

Ésta es una función de la conmutación o el valor del voltaje. Pueden producirse corrientes pico varias veces mayores que la corriente normal de excitación. Esta corriente suele tener naturaleza transitoria y dura sólo unos cuantos ciclos de la

frecuencia de potencia. Después se estabiliza en la corriente normal de excitación.

Inductancia de fuga

Como ya se ha dicho, la inductancia de fuga no representa una pérdida de potencia. Consta de líneas de fuerza magnética que no cortan o acoplan ninguna vuelta del devanado, por lo que no producen un voltaje utilizable. La inductancia de fuga afecta la regulación de voltaje. Mientras mayor sea dicha inductancia, más deficiente será la regulación.

1.4.6. RELÉS

“Los relés electromagnéticos juegan un rol muy importante en muchos circuitos eléctricos y electrónicos del automóvil. Estudiaremos las principales características del relé electromagnético, y demostraremos algunas aplicaciones de los relés en circuitos automotores. Al usar relés, es posible llevar a cabo un número ilimitado de funciones de conmutación.

Una de las funciones más comunes del relé consiste en conmutar ON y OFF altas corrientes, por medio de una corriente de activación mucho más pequeña.

El uso del relé es una verdadera obligación cuando deben controlarse altas corrientes desde una ubicación distante. En este caso el relé puede ser controlado por interruptores de baja potencia y por cables delgados.”⁴

⁴ Guerrero A; Fundamentos de Electrotecnia; Ediciones McGraw-Hill, Madrid, 1996.

Los relés de armadura pivotada tienen su armadura (elemento móvil el relé) acanelada o abisagrada. La Figura muestra la construcción de un relé simple de armadura pivotada SPDT (unipolar de dos vías).

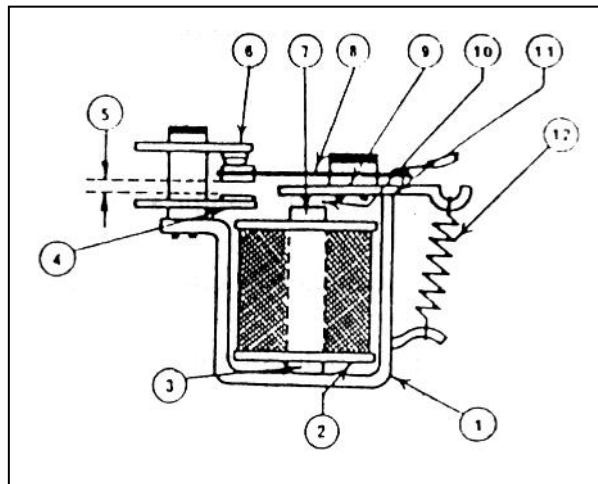


Figura 1.1 Estructura de un Relé

1 Estructura del circuito magnético, 2 devanado de bobina, 3 núcleo de bobina, 4 contacto fijo N/O, 5 entrehierro de los contactos, 6 contacto fijo N/C, 7 lado del polo de núcleo, 9 armadura, 10 entrehierro armadura, 11 bisagra, 12 resorte de retorno

Los relés de lengüeta están contruidos a partir de interruptores de laminillas magnéticas. Los relés de lengüeta usan interruptores metálicos flexibles encerrados en cápsulas de vidrio y movidos por magnetismo como elementos de contacto.

Se muestra un relé de lengüeta básico. Cuando las lengüetas están expuestas a un campo magnético generado por un electroimán o un imán permanente, adoptan polaridades magnéticas opuestas y se atraen entre sí. Esto cierra las puntas de las lengüetas, que son los contactos del relé, y que están alineadas y se superponen con un pequeño entrehierro entre sí.

La corriente que circula a través de la bobina produce un campo magnético que causa que los contactos de lengüeta se cierren debido a

la atracción magnética, generada por un campo magnético producido en el extremo de cada lengüeta. Dicho campo magnético es de signo opuesto en cada una de las dos lengüetas, por lo que las puntas de las lengüetas se atraen entre sí y establecen contacto.

Las especificaciones técnicas de los relés contienen información acerca de la tensión operativa nominal del relé, su capacidad máxima de portador de corriente, su tensión de disparo y su tensión de reposo.

La tensión de disparo (o de activación) es la tensión mínima para la cual la armadura se asienta contra el núcleo de la bobina.

La tensión de reposo (desaccionamiento o paso - vuelta - al reposo) es la tensión máxima para la cual el relé retorna a su posición liberada o de reposo.

La tensión de disparo típica de un relé de 12 V es de aproximadamente 7 a 9 voltios. La tensión, de reposo¹ es de aproximadamente 2 a 4 voltios.

Cuando el relé es energizado, la distancia entre la bobina electromagnética y la armadura pivotada disminuye, y causa que el campo magnético sea mucho más intenso. Por eso se requiere una tensión menor para jalar de la armadura pivotada y evitar su liberación.

1.5. ELEMENTOS ACTIVOS

1.5.1. DIODOS DE UNIÓN PN

La columna vertebral de la mayor parte de los dispositivos semiconductores, que amplifican, conmutan o emiten radiación, es la unión pn. Esta unión, que se forma colocando un semiconductor tipo p adyacente a un semiconductor tipo n, tiene la propiedad de impedir el

flujo de corriente en una dirección, al tiempo que permite su paso en la otra dirección. Aunque es posible utilizar materiales diferentes para los semiconductores tipo p y tipo n, formando de este modo una heterounión, la mayor parte de las uniones pn se forman del mismo material, por ejemplo, silicio o germanio.

El funcionamiento físico de una unión pn puede visualizarse si se recuerda que el material tipo n tiene portadores de carga que en su mayor parte son electrones (con carga negativa) y que el material tipo p tiene portadores de carga que en su mayor parte son huecos (con carga positiva). Por consiguiente, si en la unión se aplica una polarización, de modo que el lado p sea positivo y el n sea negativo, los electrones serán atraídos por el material n hacia el lado positivo de la fuente, y los huecos serán atraídos por la terminal negativa. Así, la corriente fluirá de un lado a otro de la unión.

1.5.1.1. TIPOS DE DIODOS

Diodos Varactor

Mientras que en algunas aplicaciones la capacitancia de la unión pn es una amenaza, es una característica útil para aplicaciones en las que se requiere capacitancia controlada por voltaje. Para tales aplicaciones es aconsejable que la capacitancia varíe más rápidamente que el $V^{-1/2}$ que se obtiene con uniones abruptas. Es posible lograr una variación más rápida con el voltaje mediante el empleo de una unión hiperabrupta. Con este dispositivo, construido con técnicas epitaxiales controladas, es posible producir varactores cuya capacitancia varía como $(V_0 - V)^{-2}$

Diodos pin

Un diodo pin se construye con una capa de alta resistividad (silicio intrínseco) colocada entre el material p y el material n. Tales

diodos se caracterizan por una capacitancia relativamente constante de la capa de agotamiento.

Diodos Zener.

Estos diodos constituyen una clase de dispositivos de unión pn con un voltaje de disrupción especificado; se pretende que operen a ese voltaje como fijadores del nivel de tensión. En realidad, el mecanismo de disrupción es más a menudo en avalancha que el de Zener, pero a dichos dispositivos se aplica el nombre genérico de diodos Zener aun cuando esta designación no precisa la causa física de la disrupción.

Los diodos Zener se aplican como reguladores de voltaje o como referencias de voltaje. El voltaje de disrupción es un parámetro de especificación, como lo es la resistencia dinámica del dispositivo.

1.5.2. RECTIFICADORES

Los rectificadores son diodos capaces de manejar niveles de corriente superiores a 1 A. Mientras que los primeros rectificadores se fabricaban con óxido de cobre o selenio, casi todos los rectificadores modernos son semiconductores, y en la actualidad el rectificador de potencia predominante es la unión pn de silicio. El rectificador difiere de los diodos de baja potencia principalmente en el tamaño y en los métodos de fabricación. Los rectificadores generan cantidades sustanciales de calor que es necesario eliminar del semiconductor y su encapsulamiento o empaque.

1.5.3. TRANSISTORES

Es la acción de amplificación de corriente y flujo de portadores, en los artículos dedicados a los diodos de unión pn se observó que cuando un diodo está polarizado en sentido directo conduce corriente.

Cuando la unión directamente polarizada se coloca cerca (en una vecindad de micrones) de una unión con polarización inversa, es posible obtener un dispositivo con tres terminales, denominado transistor.

1.5.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL TRANSISTOR REAL

Las características del transistor ideal cambian significativamente durante la operación del transistor real.

Los fenómenos físicos responsables de los cambios son:

1. La caída del voltaje resistivo a través del colector cuando fluye la corriente.
2. El estrechamiento de la región efectiva de la base a medida que la región de agotamiento del colector penetra en la región de la base.
3. La caída de voltaje resistivo lateralmente a través de la base, que provoca que la corriente inyectada del emisor se acumule hacia el borde del emisor.

1.5.3.2. TIPOS DE TRANSISTORES DE POTENCIA

La construcción de los transistores varía con la edad del tipo de dispositivo y con las aplicaciones que se pretende dar al dispositivo.

De difusión única

Probablemente la construcción más simple es la del transistor de difusión única, que se fabrica mediante la difusión simultánea de los impurificadores del emisor y del colector dentro de una rebanada delgada de material base. Este proceso está limitado a los dispositivos de bajo voltaje, ya que la región de agotamiento de base-colector se extiende dentro de la región de la base. La gruesa región de la base que se requiere para fabricar este transistor da por resultado una ganancia de corriente relativamente baja en esta estructura. La gruesa región de la base combinada con la ausencia de un campo de deriva (o campo interno) en la región de la base uniformemente impurificada también hace que esta estructura sea algo más lenta.

De triple difusión

Para dispositivos de mayor voltaje, como material inicial se emplea material tipo n (v) de alta resistividad. Con él se forma la región del colector masivo, que soporta el voltaje de la unión base-colector. Después el colector de baja resistencia n+ se difunde dentro del material, con la superficie superior protegida. Después de la difusión se realiza una difusión de base p+ en la superficie superior y una difusión de emisor n+. La región de agotamiento asociada con la unión base-colector con polarización inversa se encuentra principalmente en la región y. De este modo la región de la base puede estrecharse mucho más que en el transistor de difusión única. La base más delgada combinada con el campo de deriva asociado con la base difundida hace que el dispositivo de triple difusión sea más rápido que el de difusión única.

Transistores de efecto de campo con compuerta aislada

Los transistores que prevalecen en las aplicaciones actuales son los pertenecientes a la variedad de compuerta aislada, esencialmente debido a que son los más fáciles de fabricar y aplicar en circuitos integrados. En un dispositivo con compuerta aislada se coloca una capa metálica en la parte superior de un aislante que se encuentra sobre la superficie de un semiconductor. Un voltaje aplicado entre el metal y el semiconductor establece un campo eléctrico a través del aislante y dentro del semiconductor. El campo eléctrico en la superficie del semiconductor atrae y repele huecos y electrones; el portador atraído depende de la polaridad del campo. Por ejemplo, si se aplica un voltaje positivo al metal, serán atraídos electrones a la superficie del semiconductor y los huecos serán repelidos. Si el semiconductor es tipo p, un pequeño voltaje positivo repelerá los huecos de la superficie del semiconductor, y el campo eléctrico será determinado por los átomos impurificadores aceptores ionizados.

Transistor de efecto de campo de unión (JFET)

Un transistor de efecto de campo de unión (JFET, de junction field effect transistor) es semejante a un MOSFET, excepto en que la compuerta es sustituida por una unión pn y el dispositivo opera a través del agotamiento de un canal ya existente.

1.5.4. CIRCUITOS INTEGRADOS

En la actualidad esa industria es capaz de producir, con dimensiones inferiores a los micrómetros, tiempos de propagación de menos de nanosegundos, disipaciones de compuerta de picowatts, y cientos de miles de componentes en una pastilla. El progreso efervescente y continuo es inevitable, debido a que ya existen mercados en los sectores

militar, industrial y público, para circuitos incluso más complejos. Los circuitos integrados pueden dividirse convenientemente en dos tipos: bipolares y MOS. Las familias bipolares incluyen los TTL, ECL e I²L. El análisis de las familias MOS se restringe a los PMOS, NMOS y CMOS. En términos generales, los circuitos bipolares tienen mayor disipación de potencia y mayor velocidad de conmutación.

1.5.4.1. FAMILIAS BIPOLARES

Una de las primeras familias lógicas en el mercado fue la TTL, y durante mucho tiempo fue el caballo de batalla de la industria. Su fácil disponibilidad en un amplio intervalo de circuitos SSI y MSI la hizo la elección del diseñador. Evidentemente, se considera una ventaja para cualquier familia ser compatible con la TTL; es decir, operar con una sola fuente de 5 V y a los mismos niveles lógicos. Modificaciones a la compuerta lógica fundamental han dado mayor flexibilidad adicional a la TTL, y el desarrollo de un Schottky de baja potencia la ha hecho viable como tecnología LSI.

1.5.4.2. FAMILIA MOS

Los circuitos MOS se producen desde mediados de la década de 1960. Los primeros circuitos LSI fueron pastillas para calculadoras en las que se empleaba un proceso de PMOS con compuertas metálicas. Aunque el rendimiento de los PMOS es intrínsecamente inferior al de los NMOS debido a que sus portadores mayoritarios (huecos) poseen menor movilidad, los PMOS se utilizaron inicialmente porque no era posible fabricar productos NMOS estables de alta calidad. Esta se convirtió en la tecnología LSI más económica. Sin embargo, se considera obsoleta y no es un serio rival para los diseños VLSI. En los circuitos LSI y en los primeros circuitos VLSI, la tecnología

dominante es la NMOS. El diseño creativo de circuitos y el avance en las técnicas de fabricación han dado por resultado mejoras continuas en cuanto a velocidad, densidad y rentabilidad. Parece que la familia NMOS con carga de agotamiento y compuertas de silicio o siliciuro continuará siendo ampliamente usada en el futuro previsible.

1.5.4.3. ELABORACIÓN DE LAS TABLETAS

Los lingotes se cortan en tabletas con el filo interno de una hoja dentada en forma de disco con filos de diamante. A continuación las tabletas se esmerilan, graban y pulen. Una cara es pulida hasta darle un acabado de espejo, mientras que la otra se hace áspera a fin de que actúe como sumidero para los precipitados y las imperfecciones del cristal. El borde puede redondearse a fin de minimizar la astilladura y facilitar su manejo en el equipo de procesamiento automático.

1.5.4.4. FABRICACIÓN DE CIRCUITOS BIPOLARES

La fabricación de un circuito integrado bipolar típico empieza con una tableta tipo p orientada en la dirección $\langle 111 \rangle$, impurificada con boro, con resistividad de entre 5 y $20\Omega\text{-cm}$. La primera etapa es la oxidación.

Tabla I.3 Número de máscaras (incluyendo la protección contra rayaduras) requeridas para diferentes tecnologías

Tecnología	Máscaras
PMOS (semiconductor de metal y óxido de canal p), compuerta de aluminio	5
NMOS (MOS de canal n), compuerta de aluminio cargas de agotamiento	7
CMOS (MOS complementario)	7
SOS (silicio sobre zafiro), compuerta de silicio implantación iónica	7-9
TTL (lógica transistor-transistor), ordinario	7
TTL de Schottky	8-9
I ² L (lógica integrada de inyección)	5-10
ECL (lógica acoplada por emisor)	7-8
Lineal bipolar	7

1.5.4.5. LÓGICA TRANSISTOR-TRANSISTOR

Una compuerta ordinaria de lógica transistor-transistor (TEL) se fabrica con un proceso. Se muestra una representación esquemática de una compuerta NAND de dos entradas.

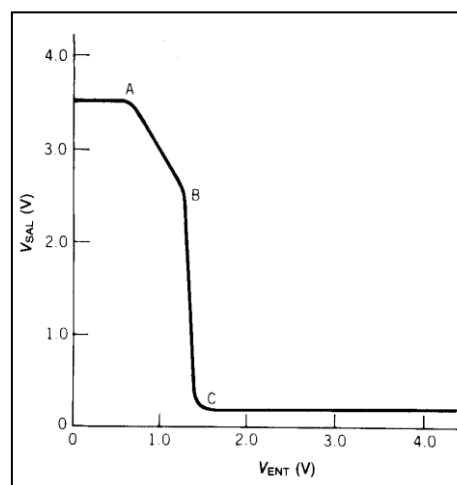


Figura 1.2 Gráfico comparativo lógica transistor

1.5.4.6. CIRCUITOS INTEGRADOS HÍBRIDOS: .

DE PELÍCULA GRUESA Y DE PELÍCULA DELGADA

En la industria de la microelectrónica no existe una definición generalmente aceptada para los circuitos híbridos. Se tiende a clasificarlos por diseño, fabricación y materiales, por función, o basándose en su empleo. El rasgo común en todas las definiciones es la miniaturización de la manufactura del circuito electrónico por otros medios diferentes a la ubicación de todas las funciones en un solo circuito integrado semiconductor monolítico.

Un ejemplo típico de esto es la sustitución de un tablero de circuitos impresos que tiene piezas discretas por un circuito híbrido, en el que se emplea uno de los diversos métodos de encapsulado que se describirán más adelante. La reducción del tamaño empleando técnicas híbridas de construcción varía desde aproximadamente 5:1 hasta 20:1.

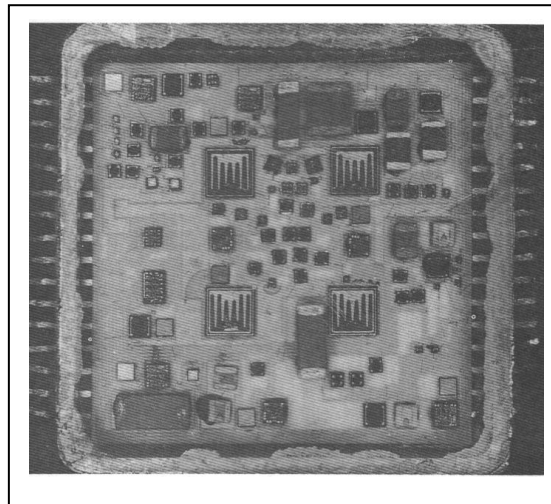


Figura 1.3 Construcción híbrida de película delgada

En la figura 1.3 observamos a cuatro grandes transistores de potencia interdigitados. El híbrido es un cuadrado que mide 1 pulg por lado y contiene 9 circuitos integrados, 25 transistores, 6

diodos, 18 capacitores. 53 resistores y 634 empalmes con alambre.

1.5.4.7. MÉTODOS DE INTERCONEXIÓN

Una vez que sobre el sustrato se han colocado las pastillas de los elementos circuitales, las conexiones eléctricas deben efectuarse por lo general de las pastillas a la metalización del sustrato. La mayoría de los diseñadores de híbridos intentan efectuar tantas conexiones eléctricas de éstas como sea posible durante el montaje de los elementos de la pastilla. Evidentemente, con el empleo de técnicas como las de pastillas reversibles (o invertidas), pastillas de amortiguación o dispositivos semiconductores por conexionado con vigas conductoras es posible elaborar un híbrido completo sin operaciones adicionales de interconexión.

La energía para efectuar las interconexiones con alambre proviene de una combinación de factores como la presión y el calor, la resistencia mecánica del silicio establece el límite superior para la presión; ya que ésta no basta para formar la unión, es necesario agregar calor. Este puede obtenerse calentando todo el híbrido, calentando la herramienta de empalme, o empleando energía ultrasónica. Los empalmadores de mayor uso en la actualidad para la construcción de híbridos son los termosónicos, en los que se combina la presión, una etapa de calentamiento para el híbrido y una herramienta de empalme ultrasónico. El empalmador termosónico se emplea para el alambre de oro, que es el material predominante para empalmes de alambre en híbridos, debido a que los parámetros de empalme para el alambre de oro no son tan críticos como los

del aluminio. Los empalmadores ultrasónicos se emplean para empalmar alambre de aluminio.

Para hacer empalmes fiables con alambres es necesario contar con una superficie limpia. Recientemente se ha demostrado que es efectiva una limpieza a base de plasma suave con argón o una mezcla de oxígeno y argón antes de la operación de empalme.

1.6. GENERADORES DE ONDAS

1.6.1. OSCILADORES

Los osciladores son circuitos cuya salida es una señal periódica. La salida de un oscilador puede ser una señal sinusoidal o no sinusoidal, por ejemplo, una onda cuadrada o triangular. En esta sección se analizan diversos tipos de osciladores sinusoidales y no sinusoidales.

1.6.1.1. TIPOS DE OSCILADORES

Osciladores sinusoidales

“Varias configuraciones de circuitos producen salidas sinusoidales incluso sin la excitación por una señal de entrada.

También pueden ocurrir oscilaciones en un sistema de retroalimentación negativa. Cuando se conectan varias etapas de amplificación formando una retroalimentación negativa, los efectos reactivos en torno al ciclo pueden generar un desfase extra de 180° , lo que transforma la retroalimentación negativa en positiva y puede provocar oscilación. Se utilizan circuitos compensadores para evitar estas oscilaciones.

En este caso, la amplitud de la oscilación de salida aumentará al principio. El aumento de amplitud está limitado por la no linealidad del dispositivo activo asociado con el amplificador A. La oscilación puede ser iniciada por un voltaje transitorio que se genera al activar la fuente de energía o bien por la presencia de ruido. Aquí se describen algunos circuitos osciladores sinusoidales.

Osciladores no sinusoidales

La salida de un oscilador no sinusoidal puede ser una onda de forma cuadrada, de pulso, triangular o en diente de sierra. Esta onda de forma puede ser generada por amplificadores operacionales, comparadores, integradores, diferenciadores y los circuitos asociados. El límite superior de velocidad utilizable es determinado por el tiempo de respuesta de los dispositivos activos que se utilizan en el circuito.

Oscilador de defasamiento

Un oscilador, en términos generales, requiere retroalimentación positiva en la cual la señal de salida es enviada de regreso en fase para mantener la entrada.

La etapa de emisor común proporciona una inversión de fase de 180° entre la señal de entrada en su base y la señal de salida en su colector. La red de defasamiento RC de tres etapas proporciona un defasamiento extra de 180° , que cumple la condición de ángulo de fase para la oscilación.

1.6.1.2. ESTABILIDAD DE LOS OSCILADORES

Un oscilador se considera estable si su amplitud y su frecuencia de oscilación se mantienen constantes durante la operación.

Cuando aumenta la amplitud de la señal de salida, el dispositivo activo reduce la ganancia al valor que se requiera. Para que haya buena estabilidad, el cambio en la ganancia con la amplitud del voltaje de salida debe ser grande, y un aumento en la amplitud debe provocar que disminuya la ganancia. Esto es, $\Delta A/\Delta V_o$ debe ser un número negativo grande para que un oscilador sea estable.”⁵

1.6.2. GENERADORES DE ONDAS CUADRADAS

Este circuito se conoce asimismo como multivibrador estable o autónomo debido a que tiene dos estados cuasiestables.

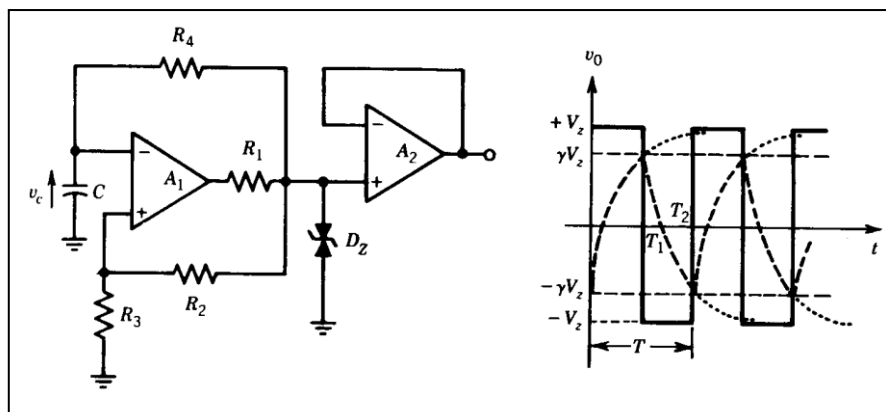


Figura 1.4 Generador de ondas cuadradas
Diagrama circuital / onda de forma de salida

Es decir, la salida V_o permanece en un estado un tiempo T_1 y después cambia abruptamente al segundo estado por un tiempo T_2 . En consecuencia, el período de la onda cuadrada es $T = T_1 + T_2$.

⁵ Usategui A; Microcontroladores PIC; Tercera Edición, Ediciones McGraw-Hill, Madrid, 2003, 357 págs

1.6.3. GENERADORES DE PULSOS

Las ondas de forma de pulsos suelen utilizarse en aplicaciones de cronometraje y muestreo. En la figura 1.4 a la de onda cuadrada el resistor R_4 del ciclo de retroalimentación negativa de la figura (izq) se sustituye por una red de diodos de resistencia.

Cuando la salida es positiva, D_1 conduce y el capacitor C se carga a través de R_{41} ., cuando la salida es negativa D_2 conduce y el capacitor C se encarga de R_{42} . Si $R_{41} < R_{42}$, entonces $T_1 < T_2$. De esta forma se obtienen pulsos en dirección positiva. Si se invierten los diodos o si $R_{42} < R_{41}$, entonces se obtienen pulsos en dirección negativa.

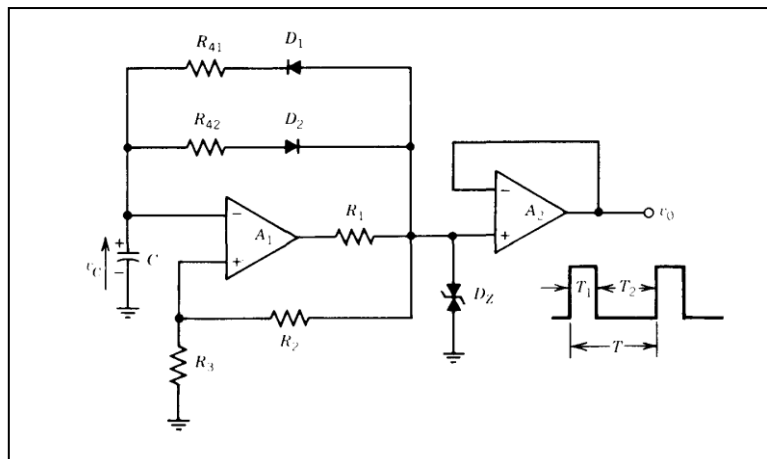


Figura 1.5 Generador de pulsos

1.7. FUENTES DE ALIMENTACIÓN

1.7.1. REGULADORES DE VOLTAJE EN SERIE

En general, un regulador de voltaje consta de un amplificador operacional, referencias de voltaje (p. ej. diodos Zener) y un elemento de paso en serie. El circuito de la figura 1.6 es un típico regulador de voltaje en serie, en el cual el elemento de paso en serie (el transistor Q)

actúa como un resistor variable. En este caso el elemento de paso en serie disipa el voltaje excedente ($V_{ent} - V_{sal}$).

En muchos casos en que se requiere alta potencia (gran diferencia de voltajes de entrada y salida, corrientes de carga o ambas cosas), puede utilizarse un transistor externo de paso en serie.

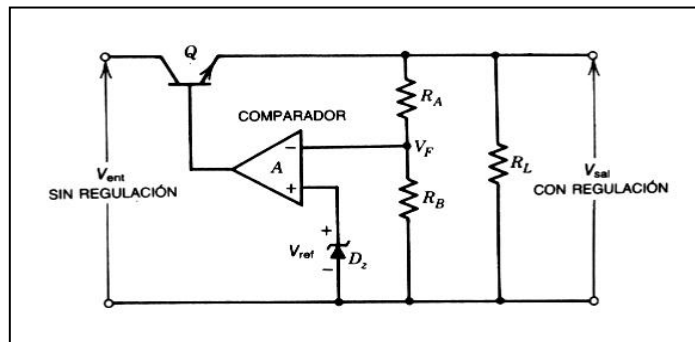


Figura 1.6 Regulador de voltaje con elemento de paso en serie

La referencia de voltaje se deduce del diodo Zener D_z .

Cuando:

$$V_F = \frac{R_A}{R_A + R_B} \cdot V_{sal} \quad \text{Ec. 1.4}$$

Es menor que V_{ref} , el amplificador operacional activa Q hasta que se obtiene un voltaje en V_F igual a V_{ref} . Si el voltaje en V_F es mayor que V_{ref} , entonces el voltaje de entrada V_F inversor activará el transistor Q para obtener un voltaje más bajo en la salida. Se obtiene un equilibrio cuando $V_F = V_{ref}$. En este punto serán iguales las entradas inversora y no inversora. La salida deseada será entonces:

$$V_{sal} = \left(1 + \frac{R_B}{R_A}\right) \cdot V_{ref} \quad \text{Ec. 1.5}$$

Evidentemente, la salida será determinada por la relación $R_B : R_A$.

Los reguladores de paso en serie tienen una eficiencia inherentemente baja. Esto se debe a la potencia disipada (desperdiciada) por el transistor Q de paso en serie.

1.7.2. REGULADORES DE VOLTAJE CONMUTATIVO

En los reguladores de tipo conmutativo se usa un interruptor de alta frecuencia para activar y desactivar el transistor de paso en serie. Cuanta más alta sea la frecuencia tanto más pequeños serán los componentes para una capacidad de potencia de salida especificada. Los principales inconvenientes del regulador de tipo conmutativo son el uso de un gran número de componentes externos y de un inductor. Sin embargo, este elemento inductivo puede hacerse pequeño si en el diseño se utilizan altas frecuencias.

1.7.3. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO

En muchos reguladores de voltaje, se agrega un segundo transistor para fines de limitación de corriente. La configuración base-emisor de Q2 quedará polarizada en sentido directo a un nivel particular de I_L debido al resistor externo detector de corriente R_{se} . Cuando esto ocurre, el colector de Q2 disipa la mayor parte de la corriente disponible del comparador de amp op (también llamado amplificador de error), cuya salida es una fuente de corriente. Esto, a su vez, tenderá a cortar la etapa de salida y limitará la corriente de salida.

1.7.4. REGULADORES DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Muchas clases de reguladores de voltaje de circuitos integrados (CI) están disponibles comercialmente. Existe el tipo de voltaje fijo, como los National LM320 y LM340, Fairchild μ A7800 y Lambda 1400. Otra clase es el tipo de voltaje ajustable, como el Fairchild μ A723 y los National

Motorola LM105, MC1569. Además, hay dispositivos de doble seguimiento que proporcionan ambos voltajes regulados positivo y negativo que puedan ser variados (ajustados) para obtener la salida deseada.

1.7.5. REGULADORES DE CORRIENTE

En la figura 1.7 se muestra un circuito regulador de corriente en el que se utiliza un amp op como elemento de control. El circuito es semejante al del regulador de voltaje básico. Realmente, con un valor fijo de R_L no hay diferencia. En lo que difieren principalmente es que en un regulador de corriente lo que se mantiene constante es más bien la corriente y no el voltaje.

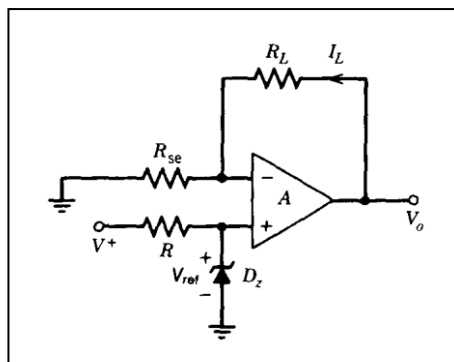


Figura 1.7 Circuito Regulador

Por ejemplo, si V_{ref} y R_{se} son fijos, la corriente que pasa por R_L (resistencia de carga) y por R_{se} (resistencia de detección) permanece constante y está dada por:

$$I_L = \frac{V_{ref}}{R_{sc}} \quad \text{Ec. 1.6}$$

La expresión se cumple independientemente del valor de R_L , puesto que el amp op es ideal. De esta forma se logra la regulación de la corriente en la carga.

1.7.6 FUENTE DE CORRIENTE CONTROLADA POR VOLTAJE (VCCS)

Algunas veces es útil la capacidad de convertir una señal de voltaje en una corriente proporcional de salida. Esto puede lograrse reemplazando V_{ref} por un voltaje variable. Como se ve en la ecuación anterior, la sensibilidad de la conversión de voltaje a corriente es inversamente proporcional a la resistencia de detección R_{se} . Por consiguiente, cuando se requiere una alta exactitud de corriente de carga, esta resistencia debe ser de un tipo de precisión.

Se muestran circuitos convertidores de voltaje a corriente básicos con carga flotante (es decir, ninguna terminal de la carga está a tierra). En la misma se indica la corriente que circula por la carga en cada circuito.

1.8. FUNCIONES DIGITALES

Ya se analizaron algunos dispositivos de lógica, tales como las compuertas y multivibradores biestables, que suelen describirse como circuitos integrados a pequeña escala (SSI). En este capítulo se presentan circuitos que constan de interconexiones de varias compuertas, multivibradores biestables o ambos, que constituyen dispositivos de integración a mediana escala (MSI) comúnmente usados como bloques fundamentales de los sistemas digitales. Entre éstos se incluyen los contadores, cronómetros, codificadores, decodificadores y la unidad lógica y aritmética. Se presentan ejemplos para indicar la diversidad de dispositivos disponibles, dándose algunas aplicaciones que ilustran la forma en que el uso de estos dispositivos reduce el costo total del paquete del sistema.

1.8.1. TEMPORIZADOR

Un cronómetro o circuito de sincronización es un dispositivo diseñado principalmente para generar retardos ajustables de tiempo

(temporizadores). El más común es el multivibrador monoestable. En su forma usual, el multivibrador monoestable (o univibrador, de un disparo, como a menudo se llama) produce como respuesta a un cambio en el nivel de voltaje en su entrada, un pulso de voltaje de duración ajustable. El pulso puede ser en sentido positivo o negativo según el circuito, y en un conjunto de condiciones dadas tiene amplitud constante. La duración del pulso se establece típicamente por medio de la elección apropiada de los valores de un resistor y un capacitor. Se dispone de varios tipos de cronómetros (temporizadores) en forma de circuito integrado.

Cuando el cronómetro se encuentra en el estado normal, el enganchador R-S está en el estado 0, y la salida resultante HIGH en Q retiene el transistor T, en saturación, lo cual impide, a su vez, que el capacitor externo C se cargue. En esta condición la salida del cronómetro en la punta de contacto es LOW, puesto que se conecta a Q a través del inversor, que es compatible con TTL cuando la pastilla se polariza con $V_{cc} = 5\text{ V}$. Las salidas de ambos comparadores 1 y 2 son LOW porque sus entradas de inversión son más positivas que las de no inversión. Un pulso en sentido negativo en que tenga la amplitud suficiente para activar la punta de contacto 2 desde V_{cc} hasta menos de $V/3$ conmutará el comparador 2, colocando el enganchador en el estado 1.

1.8.2. MEDICIONES ANALÓGICAS

“Pese a que los sistemas de control y microprocesadores digitales han hecho avances en los sistemas de control angulares, los ángulos todavía se deben medir. Los sincronizadores, resolvedores y potenciómetros de inducción siguen siendo algunos de los transductores angulares más exactos.

1.8.3. MEDICIONES DIGITALES

Se aplican dos métodos básicos para obtener mediciones digitales de la posición o el ángulo de un sistema:

- Primer método.- En este método interviene la conversión de un transductor analógico básico en un sistema de medición digital, mediante el uso de un convertidor de analógico a digital y agregando al transductor la lógica de control asociada necesaria.
- Segundo método.- Es el uso de un transductor digital que proporciona salidas digitales en forma directa.

Si una medición de salida analógica de una sola señal es lineal, se puede emplear un convertidor de analógico a digital para producir la salida digital deseada. La salida digital consta de N líneas resultantes de la línea de entrada analógica única. Se analizan los convertidores de analógico a digital.

Si la medición analógica no es lineal o si varias señales codifican la salida analógica (p. ej., un sincronizador de tres polos o un resolovedor de cuatro polos), debe emplearse un convertidor digital especializado. Un ejemplo común es el convertidor de sincro a digital que se analizó. Las tres salidas del sincro de CA moduladas en amplitud son procesadas electrónicamente por el convertidor de sincro a digital para producir una salida digital de N bits. Con TEL (lógica transistor-transistor), los niveles de voltaje típicos son 0 (= 0 a 0.4 V) y 1 (= 2.4 a 5.5 V). En este caso las entradas son tres señales de CA y un voltaje de CA de referencia, y las salidas son N líneas digitales. La exactitud global de este sistema debe ser menor que la exactitud básica del transductor analógico, que determina el número requerido de bits N de la salida digital. Si se

proporcionan más bits se dará mayor resolución (con mayor complejidad y costo), pero no mayor exactitud.

Para un sincronizador exacto a 6 arc-min, la resolución máxima que se necesita es:

$$\begin{aligned} \text{Resolución} &= \frac{\text{medición exacta más pequeña}}{\text{intervalo máximo}} = \\ &= \frac{6 \text{ min}}{360^\circ \times 60 \text{ min}^\circ} = \frac{1}{3\,600} \end{aligned} \quad \text{Ec. 1.7}$$

El número de bits correspondiente de resolución N que se necesita es:

$$\begin{aligned} \text{Resolución} &= \frac{1}{2^N} \quad \text{o bien } 2^N = 3\,600 \quad \text{o} \\ N &= \frac{\log 3\,600}{\log 2} = 11.8 \cong 12 \end{aligned} \quad \text{Ec. 1.8}$$

Por tanto, 12 bits es la resolución digital más grande que se requiere para lograr la exactitud analógica. Sin embargo, los inevitables errores de conversión reducirán la exactitud final. Diez bits podría ser una resolución fácilmente obtenible. Los convertidores más habituales de sincro a digital tienen resolución de 10, 12, 14 y 16 bits para una entrada de 360°.

Cualquiera de los métodos analógicos que se analizaron para la medición de la posición o el ángulo de un sistema puede adaptarse para producir un resultado digital mediante el uso de los procedimientos que se acaban de analizar.

1.8.4. MEDICIONES DIGITALES DIRECTAS

Los transductores de medición del ángulo y la posición, que producen N salidas digitales en forma directa, a menudo se denominan

codificadores. El más común es el codificador digital del ángulo del eje. A menudo se aplican otros métodos de detección, tales como la detección magnética, los contactos eléctricos de frotamiento con escobillas o cualquier otro esquema de conmutación que se ajuste a los requisitos físicos. Los codificadores fotoeléctricos del ángulo del eje son comunes, debido a que los discos con código pueden producirse de manera rápida, exacta y económica por métodos fotográficos.

El codificador fotoeléctrico del ángulo del eje opera como se indica a continuación. El disco rotatorio contiene N pistas concéntricas. Frente a cada pista, por un lado hay un dispositivo fotosensible, que suele ser un fotodiodo o un fototransistor. En el otro lado del disco, una fuente de luz única ilumina las N pistas con un haz de luz estrecho y colimado.

Siempre que una pista dada está despejada, se ilumina el fotodiodo o fototransistor correspondiente, y cuando la pista está opaca no hay iluminación. Este encubrimiento de la luz permite una acción de conmutación digital. Se deberá tener cuidado de asegurarse de que un fotoelemento específico reciba luz de una y sólo una pista. Los patrones de opacidad de cada pista siguen los patrones binarios de la tabla de verdad del código específico que se codificará. En el código Gray o código binario reflejado solamente cambia un bit a la vez entre estados sucesivos, mientras que en el código binario directo todos los bits cambian cuando la cuenta pasa del máximo a cero, y diversas combinaciones de bits cambian en cuentas intermedias. Así, el dispositivo de código Gray está sujeto a menos errores. Se muestran los patrones de la tabla de verdad del código binario directo de 3 bits y del código Gray de 3 bits, respectivamente.

1.8.5. CONTEO DE PULSOS

En un sistema de medición con conteo de pulsos, un patrón de una sola pista capaz de producir una acción de conmutación se fija a un disco o a un elemento lineal parecido a una regla. Esto corresponde a la pista más rápidamente alternante. Las otras pistas no se utilizan. A medida que la pista de conmutación se desplaza respecto al elemento de conmutación, este último produce un patrón digital 101010... Cada transición corresponde a medio periodo del patrón de la pista de conmutación. Si el patrón es un 1 óptico, con bandas alternativamente opacas y claras espaciadas 1 mm, ocurre una transición de pulso (de 1 a 0 o de 0 a 1) por cada desplazamiento de 1 mm de la pista óptica. Si se cuentan los pulsos y se conoce de antemano la dirección de movimiento, es posible determinar el desplazamiento total del elemento en movimiento. Obsérvese que este esquema de conteo de pulsos por sí solo, no puede determinar la dirección de movimiento. Si se utilizan dos pistas, con el código 00, 01, 11, 10, 00, 01, 11, 10, 00 es posible determinar la posición y la dirección, ya que la secuencia de conmutación de los bits es diferente en la rotación hacia adelante y hacia atrás. Por ejemplo, considérese el código 11. Si el código siguiente es 10, ha ocurrido una rotación hacia adelante, mientras que si el código siguiente es 01, ha ocurrido una rotación hacia atrás. Este es un código Gray de dos bits.”⁶

⁶ Tavernier C; **Microcontroladores de 4 y 8 Bits**; Editorial Paraninfo, Madrid, 1995, 234 págs.

II.- PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE OPERACIÓN DE COMPUTADORES AUTOMOTRICES EN SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

2.1. INTRODUCCION AL SISTEMA DE INYECCION DE GASOLINA

“Para el estudio de los diferentes sistemas de inyección que podemos encontrar en los motores del automóvil, revisaremos adicionalmente la clasificación en función de la señal base, por ser el componente que genera la principal información de la configuración del sistema.

2.1.1. CLASIFICACIÓN GENERAL

a.- Por la ubicación del inyector.

1. Directa en el cilindro.- este sistema no se utiliza actualmente debido a los efectos de disolución del aceite de engrase, producido por el impacto de gasolina finamente pulverizada en los cilindros durante la carrera de admisión que es apenas de 2 psi, pero Mitsubishi se encuentra desarrollando un sistema mecánico de gasolina denominado GDI.
2. Indirecta.-en el colector de admisión tras de la cabeza de la válvula, este sistema es el más utilizado actualmente en todos los motores de inyección.

b.- Por el número de inyectores.

Existen sistemas con inyector único (Monopunto o TBI trottle body injection)

Sistemas con inyector en cada cilindro (Multipunto)

c.- Por la manera de determinar la señal base

Según la forma de determinar los parámetros base de medición de la cantidad de aire, son volumétricos, máscicos y de depresión (VAF, MAF y MAP respectivamente)

En sistemas por depresión, que son de tipo mecánico están los de balanza hidráulica, que distingue el caudal de aire. Dentro de la variedad de balanza hidráulica hay que distinguir entre los sistemas con módulo electrónico y los sistemas mecánicos (K – KE-Jetronic)

d.- Por el tiempo en que permanecen abiertos los inyectores.

Según el tiempo en que son activados los inyectores encontramos sistemas de inyección continua (mecánicos).

1.-Inyección Semisecuencial o Sincronizada por pulso.- los inyectores de combustible son activados por pulsos en relación con el tiempo de las válvulas (relación 360° del árbol de levas / número de cilindros * 2).

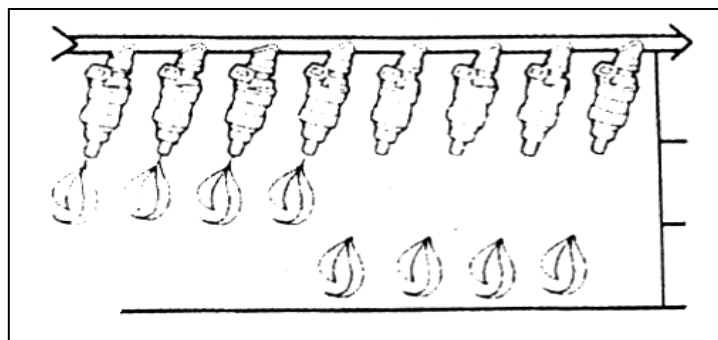


Figura 2.1 Inyección semisecuencial

2.- Inyección Simultánea.- todos los inyectores de combustible inyectan combustible en forma simultánea por cada vuelta del cigüeñal.

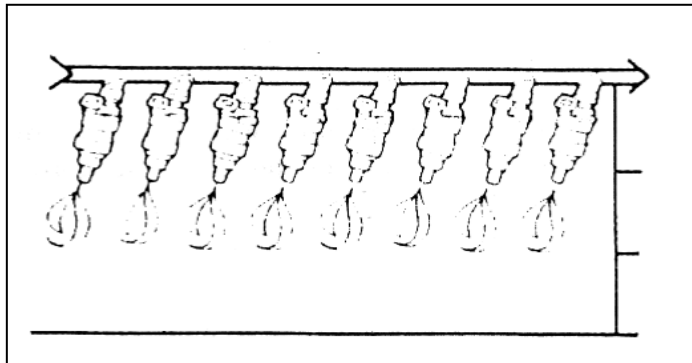


Figura 2.2 Inyección simultánea

3.- Inyección Secuencial.- los inyectores son activados y desactivados por pulso, uno a la vez en el mismo orden de encendido (relación entre árbol de levas / número de cilindros).

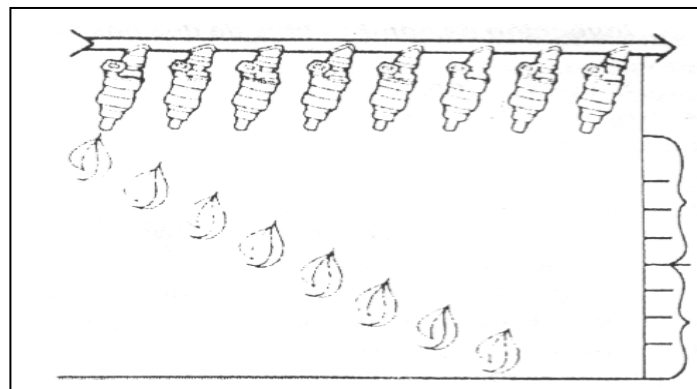


Figura 2.3 Inyección secuencial

2.1.2. CLASIFICACION ESPECÍFICA

- a.- **Sistemas Mecánicos.-** entre las instalaciones mecánicas de inyección, el sistema más conocido es el K- Jetronic, que trabaja sin accionamiento y en forma continua.

- b.- **Sistemas Electrónicos.-** los sistemas controlados electrónicamente disponen de PCM – ECU, son el L-Jetronic, D- Jetronic, LH Jetronic, Motronic. Por medio del control electrónico del sistema, el combustible es inyectado en el múltiple de admisión a través de los inyectores electromagnéticos.

c.- **Sistemas Mixtos.**- disponen de un control mecánico y electrónico (KE-Jetronic), si se avería el control electrónico, funciona como un sistema mecánico.

2.1.3. SEÑALES BASES

Se denomina como señal base la forma en como se mide la cantidad de aire que ingresa al motor y puede ser por: MAF – Flujo másico, MAP de acuerdo a la presión en el múltiple de admisión, VAF flujo volumétrico.

- Señal Base D- Jetronic.- la señal base en este sistema se produce por el captador de depresión o sensor MAP el cual traduce estados de depresión del conducto de admisión a señales eléctricas que manda a la UCE.
- Señal Base TBI- Monojetronic.- la señal base de este sistema es mandada por el caudalímetro, que como ya se explicó anteriormente puede ser de hilo caliente AFM, aleta sonda VAF o MAP depresión. Sin embargo el componente característico del sistema es la UNIDAD CENTRAL DE INYECCION.
- Señal Base L- Jetronic.- el elemento que manda la señal base a la UCE es la sonda volumétrica de aire, también llamada a veces medidor del caudal de aire. Su función es medir la cantidad de aire aspirado por el motor, lo cual determina su estado de carga. La medición del caudal de aire determina la cantidad de tiempo que los inyectores deben permanecer abiertos y por lo tanto, entre ambas funciones se encuentra la dosificación de la mezcla conseguida con este equipo.
- Señal Base LH- Jetronic.- la señal base en este sistema la da el caudalímetro de hilo caliente el cual es de platino y tiene la gran ventaja de no ejercer resistencia al aire aspirado por lo que supera en funcionamiento a los caudalímetros de plato sonda y aleta sonda. Este hilo trabaja como una resistencia la cual se enfría con la cantidad de aire que es aspirado, enviando valores de voltaje a la UCE.

- Señal Base Motronic.- la señal base en este sistema la manda el caudalímetro de aleta sonda que es exactamente igual al utilizado en el sistema L- Jetronic, Lh- Jetronic, D- Jetronic. La principal diferencia es que se controla tanto la inyección como el encendido.
- Señal Base K- Jetronic.- en este sistema por ser mecánico no tenemos un dispositivo que mande una señal base, pero tenemos un elemento que vendría a ser el principal, este es el plato sonda, ya que mecánicamente mide la cantidad de aire entrante para de ésta forma controlar el paso de combustible hacia los inyectores.
- Señal Base Mixto KE- Jetronic.- el elemento que manda la señal base a la UCE es la sonda volumétrica de aire también llamada medidor del caudal de aire. Su función es medir la cantidad de aire aspirado por el motor, lo cual determina su estado de carga. La medición del caudal de aire determina la cantidad de tiempo que los inyectores deben permanecer abiertos y por lo tanto, entre ambas funciones se encuentra la dosificación de la mezcla conseguida con este equipo.”⁷

2.2. COMPUTADORES AUTOMOTRICES

La unidad de control electrónico (ECU) recibe las señales de entrada de varios sensores para determinar cuanto tiempo deben permanecer abiertos los inyectores.

Hay unidades electrónicas que no poseen elementos a los cuales se debe prestar servicio y otras sí, por lo tanto una falla de la unidad normalmente hace que el automóvil no arranque y es necesario el cambio de la misma. Las fallas de la UCE son consecuencia de picos de voltaje, incrementos de voltaje y pueden ser provocados cuando se desconecta la batería con las luces encendidas o cuando el automóvil se arranca empujando.

⁷ Martí A; Encendido Electrónico; Ediciones Marcombo S. A, Barcelona, 1991, 101 págs.

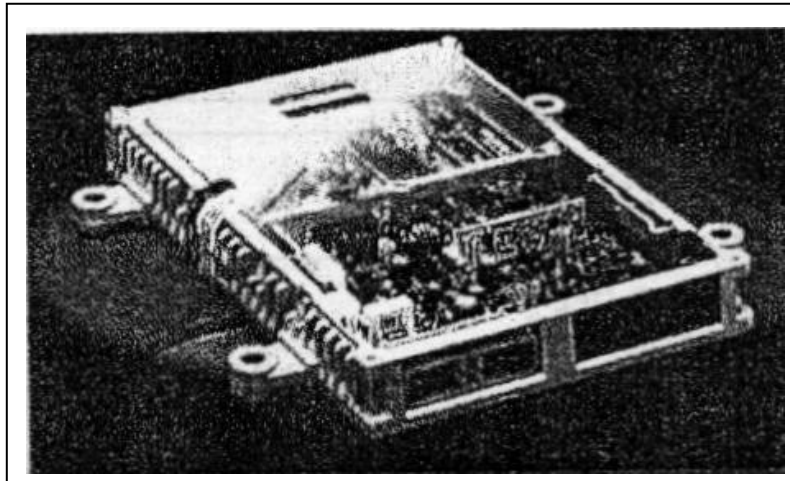


Figura 2.4 UCE

“A continuación se va a describir los diferentes sensores que utiliza el sistema de inyección a gasolina, de un modo técnico y práctico, para ello utilizaremos una nomenclatura que es la que se usa en el mercado automotriz para su descripción:

- Sensor de flujo volumétrico de aire VAF
- Sensor de presión absoluta del múltiple MAP
- Sensor de posición del ángulo del cigüeñal CAS – CKP
- Sensor de presión barométrica BARO
- Sensor de temperatura del agua WTS – ECT – CTS
- Sensor de temperatura del aire IAT – MAT – ATS – IAT
- Sensor de Oxígeno EGO – HEGO
- Sensor de velocidad del vehículo VSS
- Posición del árbol de levas CMP – CKP
- Velocidad del motor ESS
- Temperatura aire transmisión ATF
- Sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS
- Sensor Octano
- Sensores de nivel de aceite y refrigerante
- Sensor de golpeteo KS
- Sensor velocidad del vehículo”⁸

⁸ Erazo G; Apuntes de Inyección Electrónica de Gasolina, ESPE-L, 2006.

2.3. SISTEMAS DE ABORDO

2.3.1. OBD I

“El sistema OBDI comenzó a funcionar en California con el modelo del año 1988. Los estándares federales del OBDI fueron requeridos en 1994 y monitoreaban los siguientes sistemas:

- Medición de combustibles
- Recirculación de gases de escape (EGR)
- Emisiones adicionales, relacionadas a componentes eléctricos

Características para su funcionamiento

1. A los vehículos se les exigió la presencia de una lámpara indicadora de fallas para dar aviso al conductor de la misma. Esta lámpara se conoce con las siglas MIL (check engine, sonservice).
2. El almacenamiento de los códigos de diagnóstico de fallas para identificar la parte defectuosa de manera precisa, lo que se conoce con las siglas DTC.

Ejemplo del Sistema OBDI General Motors

La lámpara MIL en el tablero se ilumina al poner el vehículo en contacto, pero al arrancar esta debe apagarse. Si permanece encendida o se ilumina durante la marcha del vehículo esto indica que la UCE ha detectado una falla.

Los sistemas OBD I no detectan muchos problemas relacionados con la emisión de gases, como fallas con el convertidor catalítico.”⁹

⁹ www.redtécnicaautomotriz.com



Figura 2.5 Tech 1

2.3.2. OBD II

OBD II es una norma que procura disminuir los niveles de polución producida por los vehículos automotores. Los estudios iniciales comenzaron en California (EUA), antes de 1982, debido al crecimiento de la polución en la zona de Los Ángeles - California.

La primera norma implantada fue la OBD I en 1988, que monitoreaba algunas partes del sistema como: sonda lambda, sistema EGR y ECM (Modulo de control).

El gran problema encontrado es que esos requisitos no estaban normalizados, variando de armadora o modelo de vehículo, dificultando el diagnóstico de fallas.

En 1989 comenzaron los estudios para una norma más completa con normalización llamada OBD II, que fue implantada inicialmente en California en 1994. Solamente a partir de 1996 la norma fue adoptada en todos los Estados Unidos de América.

A partir de esta fecha los vehículos fabricados e importados por los EUA tendrían que cumplir con esta norma. En Latinoamérica esa norma aparece en vehículos de una forma muy complicada ya que tenemos vehículos importados de EUA sin ser OBD II (aún teniendo el conector normalizado), vehículos europeos y asiáticos que pueden tener el sistema.

Objetivos del diagnostico a Bordo

Reducir altas emisiones en vehículos que estén describiendo mal funciones de emisiones.

Reducir el tiempo entre la reparación de una mal función y esto sea detectado y reparado.

Asistiendo en el diagnóstico y reparando la emisión describiendo el problema.

Requerimientos del OBD II

Virtualmente todas las emisiones, sistemas de control y componentes que puedan afectar las emisiones deben ser monitoreadas.

Las mal funciones deben ser detectadas antes de que las emisiones excedan a las estandarizadas por el fabricantes.

En la mayoría de los casos las mal funciones deben ser detectadas con 2 ciclos de trabajo.

Componentes primarios del sistema de control de emisión.

Catalizador

Perdidas de chispa

Sistema evaporativo

Sistema de combustible

Sensor de oxígeno

EGR exhaust gas recirculation system

Sistema secundario de inyección de aire.

Sistema de calentamiento del catalizador.

Tabla II.1 Comparación de OBD I y OBD II

OBD I	OBD II
Sensor de oxígeno	Sensor de oxígeno ampliado / avanzado
Sistema egr	Sistema egr ampliado / avanzado
Componentes electrónicos de entrada	Sistema de combustible ampliado / avanzado
Diagnostico de información	Componentes eléctricos de entrada
Código de falta	Componentes eléctricos de salida
	Eficiencia del catalizador
	Perdida de chispa en el motor
	Sistema evaporativo
	Sistema de aire secundario
	Información de diagnóstico
	Código de falla
	Parámetros de datos del motor
	Congelamiento de datos del motor
Estandarización	

Beneficios del diagnóstico a bordo

Estandarización: reducen los costos, la complejidad de diagnóstico, fallas, protocolos de comunicación, conectores de diagnóstico, herramientas de exploración, códigos de falla de ayuda para identificar componentes dañados, información del diagnóstico en tiempo real, proporcionar continuamente actualizando los parámetros y datos del motor, información en cuadros de congelamiento de datos.

Definición de OBD II

“Es una serie de regulaciones intentadas para reducir en vehículos de uso sus emisiones por medio de fallas y deterioros del tren motriz (powertrain).

Una luz de mal función visible al vehículo en operación debe ser iluminada y un código de falta aparecerá cuando se presente una falla de un monitoreo de un componente.

Efectos del diseño OBD II

El tren motriz (powertrain) es mucho más rápido, tiene más memoria y soporte. Los costos y complejibilidad incrementan significativamente.

Componentes adicionales el sistema podrá ser requerido por la mayoría de los monitoreos. Ejemplos son sensores de oxígenos adicionales, tanque de gasolina y la presión de sensores de la EGR.

OBD II no es, por lo tanto, un sistema de inyección electrónica, sino un conjunto de normalizaciones que procuran facilitar el diagnostico y disminuir el índice de emisiones de contaminantes de los vehículos. La norma OBD II es muy extensa y está asociada a otras normas como SAE e ISO, por eso vamos a citar apenas las partes más interesantes como:

Conector de diagnostico

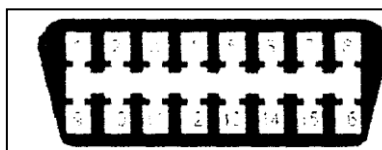


Figura 2.6 Ubicación de pines Conector de Diagnóstico

Debe estar localizado en la zona del conductor debajo del panel de instrumentos. Descripción de los pines:

2.- comunicación SAE VPW/PWM

4.- MASA Vehículo

5.- MASA Señal

7.- Comunicación ISO 9141-2 (Línea K)

10.- Comunicación PWM

15.- Comunicación ISO 9141-2 (Línea L)

16.- POSITIVO BATERIA

Comunicación con el Scanner

Existen básicamente tres tipos de comunicación que pueden ser utilizadas y son escogidas por la montadora:

SAE VPW.- modulación por ancho de pulso variable

SAE PWW.- modulación por ancho de pulso

ISO 9141-2.- comunicación serial

Estos sistemas de comunicación obedecen a patrones de pedido-respuesta llamado protocolo de comunicación. Fueron detectados los siguientes patrones utilizados por las montadoras:

Códigos de falla DTC'S

Los códigos de diagnóstico de fallas han sido creados para ayudar a los mecánicos del automotor a un correcto procedimiento de reparación, pero no indican fallas en componentes específicos.

La sociedad Americana de ingenieros SAE publicó la norma J2012 que estandariza el formato de los códigos de falla. Este formato permite que los scanner genéricos puedan acceder cualquier sistema.

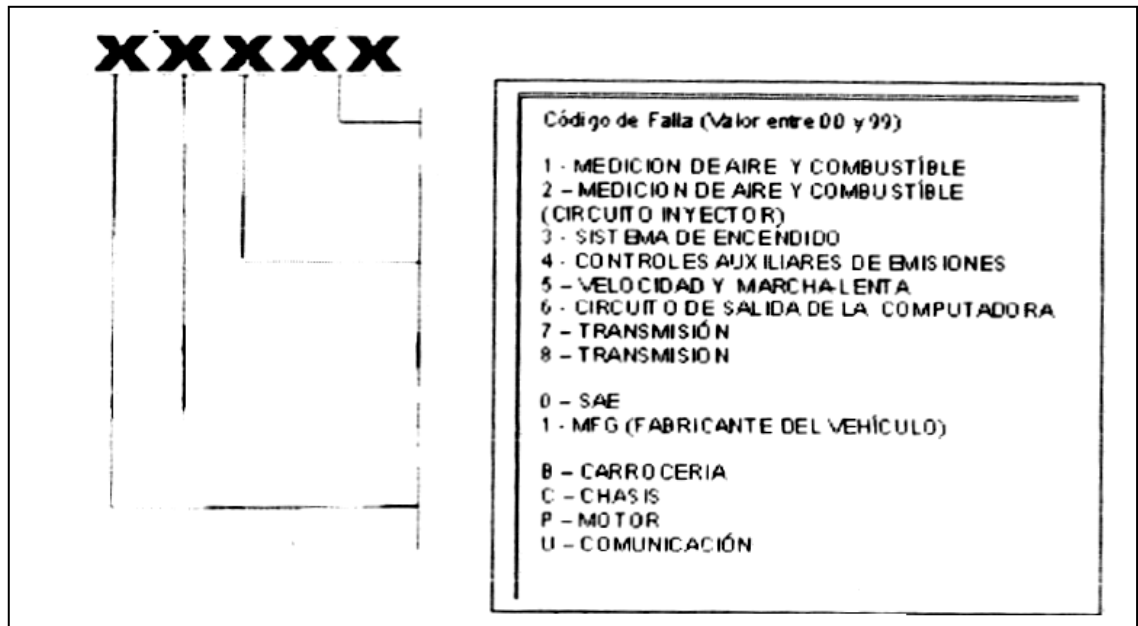


Figura 2.7 Interpretación de los códigos de falla

La DTC son un código alfanumérico de tres dígitos precedido por los siguientes asignadores:

- Bo. Código de carrocería, controlado por SAE
- B1. Código de carrocería, controlado por el fabricante
- Co. Código de chasis, controlado por SAE
- C1. Código de chasis, controlado por el fabricante
- Po. Códigos de la PCM, controlados por SAE
- P1. Códigos de la PCM, controlados por el fabricante
- Uo. Códigos de comunicaciones de red, controlado por SAE
- U1. Códigos de comunicaciones de red, controlado por el fabricante.

El tercer dígito indica el sistema en el que ocurre la falla, tal como el sistema de encendido el control de velocidad de marcha lenta, etc.

El cuarto y quinto dígito representan el DTC específico del sistema.

Por ejemplo, el DTC: P 0 1 3 1 1

- P. indica PC11
- 0. controlado por SAE
- 1. control de Aire/Combustible
- 31. componente involucrado, en este caso el sensor oxígeno anterior al catalítico

Para cuando se detecta que un componente falta y el MIL o (check engine) se ilumina, y/o el vehículo pudo haber estado produciendo emisiones excesivas por algún tiempo.

Códigos de defectos

El formato de los códigos de defecto debe tener la siguiente presentación:

B 1 1 3 6

Código de falla

- 1.- Medición de aire y combustible
- 2.- Medición de aire y combustible (Circuito inyector)
- 3.- Sistema encendido
- 4.- Controles Auxiliares de emisiones
- 5.- Velocidad y marcha lenta
- 6.- Circuito de salida de la computadora
- 7.- Transmisión
- 8.- Transmisión
- 0.- SAE
- 1.- MRG (Fabricante del vehículo)
- B.- Carrocería
- C.- Chasis
- P.- Motor
- U.- Comunicación¹⁰

¹⁰ www.elmundomotor.elmundo.es

Lecturas

Además de códigos de defecto OBD II permite la verificación de varias lecturas en tiempo real como por ejemplo:

RPM, SONDAS LAMBDA, TEMPERATURA DEL MOTOR, CARGA DEL MOTOR, MAP, VELOCIDAD DEL VEHÍCULO, MAF, AVANCE AL ENCENDIDO, TEMPERATURA DEL AIRE, SONDAS DESPUÉS DEL CATALIZADOR, ETC.

Las lecturas son genéricas y los valores dependen del tipo de inyección analizada. Podemos observar en un Tech 2 escáner.

Lecturas congeladas: son lecturas que quedan fijadas con los valores que presentaban en el momento en que fue identificado un defecto. Están además previstos en la norma monitoreos de componentes como: lámpara de advertencia, sonda lambda después del catalizador (para verificar su eficiencia), monitoreo de la válvula EGR y canister, monitoreo del sistema ABS y sistema de cambio, suspensión, etc.

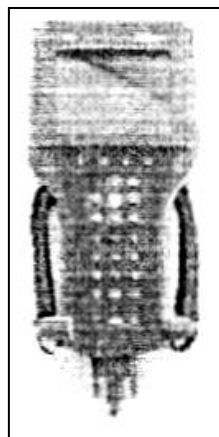


Figura 2.8 Tech 2

El EOBD es una norma parecida a la OBD II a ser implantada en Europa a partir del año 2000. Una de las características innovadoras es

el registro del tiempo de demora o kilometraje desde la aparición de un defecto hasta su diagnóstico.

2.3.3. OBD III

“Actualmente sé esta desarrollando la planeación de OBDIII, el cual podrá tomar a OBDII un paso hacia la comunicación de fallas a distancia vía satélite. Utilizando un pequeño radio comunicador que es usado para herramientas electrónicas, un vehículo equipado con OBD III podrá ser posible reportar problemas de emisiones directamente a una agencia reguladora de emisiones (EPA. El radio comunicador podrá comunicar el numero vin del vehículo y podrá diagnosticar códigos que estén presentes. El sistema podrá reportar automáticamente problemas de emisiones vía celular o un vinculo vía satélite cuando el foco de mal función (mil) este encendido, o responda a un requerimiento de un celular, o satélite cuando suceda los análisis de emisiones.

Mayor cobertura de vehículos. Los vehículos podrán ser monitoreados y requeridos no importa donde estén ellos, aunque estén en el garaje o manejando. Con ello se podrá observar cuidadosamente la política de emisiones contaminantes.

Siendo posible localizar los vehículos que estén en una violación de aire limpio, así como estudios demográficos o arrestar a los que quebranten la ley de aire limpio.

Tecnologías de OBD III

Tiene tres caminos para enviar y recibir datos

- Lector de camino (roadside); red de estación local (local station network); satélite

- Las ventajas serán: el conductor podrá saber cuando hubo una mal función y podrá solicitar ayuda vía satélite, celular y le dirán la mal función que presenta y su solución
- Este sistema podrá auto diagnosticarse desde el arranque del motor hasta el apagado del mismo.

Esta tecnología permitirá que la PCM pase a modo seguro o auto calibración de componentes al suscitar una mal función y guardar la falla en memoria viva para después revisarla con el escáner. Se habla de un escáner tipo beeper con una explicación básica de la mal función y sugerencias para la reparación que vendrá en las unidades con OBD III como un servicio agregado del fabricante al dueño del vehículo.

Básicamente OBD III viene a revolucionar el diagnóstico del motor, mas sencillo, con mayor claridad para el diagnostico, mayores códigos de fallas para un diagnostico preciso, evitará las horas perdidas en detección y corrección de fallas, ahora cualquier técnico en fuel inyección o mecánico podrá arreglar un vehiculo fuel inyección sin dudar del componente dañado.

Otra ventaja es la reducción de precios de scanners ya que la EPA ha exigido un scanner reader es decir un lector de fallas y borrado de un costo bajo y accesible tal es el caso de OTC, sacaron un scanner para OBD I, en el caso de actron mediante su división sun-pro han bajado los costos del scanner para solo unidades OBD II genéricas.”¹¹

¹¹ www.redtécnicaautomotriz.com

2.4. MEMORIAS

2.4.1. INTRODUCCION

Una ventaja importante de los sistemas digitales sobre los analógicos es la capacidad de almacenar grandes cantidades de información digital por periodos cortos o largos. Esta capacidad de memoria es la que hace que los sistemas digitales sean tan versátiles y adaptables a muchas circunstancias. Por ejemplo, en una computadora digital la memoria interna almacena instrucciones que indica la computadora que hacer en todas las circunstancias posibles, de manera que la computadora haga su trabajo con una mínima cantidad de intervención humana.

“Definición.- las memorias son circuitos digitales que almacenan datos binarios en un sistema de computadoras, por ejemplo: memorias de semiconductores, cintas magnéticas, discos magnéticos, discos ópticos, etc.

Los datos digitales también pueden almacenarse como cargas de capacitores y un tipo muy importante de memorias semiconductoras hace uso de este principio para obtener almacenamiento de alta densidad a niveles bajos de energía.

Otra forma de almacenamiento en una computadora se efectúa con la memoria auxiliar, la cual esta separada de la memoria interna. La memoria auxiliar, tiene la capacidad de almacenar enormes cantidades de datos sin necesidad que haya corriente eléctrica.

2.4.2. CARACTERISTICAS DE LAS MEMORIAS DE SEMICONDUCTORES.

- Son circuitos integrados
- Elementos biestables
- Todas las localidades de memoria que almacena un dígito binario debe tener una sola dirección.
- Debe ser posible leer los datos almacenados.

2.5. TIPOS DE MEMORIA

2.5.1. SEGÚN LA ALIMENTACIÓN (POLARIZACIÓN)

- Memoria volátil.- es cualquier tipo de memoria que pierde toda su información almacenada al retirar la energía eléctrica, Ej.: memoria RAM
- Memoria no volátil.- son memorias que mantienen su contenido intacto cuando se desconecta su alimentación, Ej.: memoria EPROM, CD room, disket, cintas magnéticas.

2.5.2. SEGÚN LA ACCIÓN QUE SE PUEDE EJECUTAR

- Memoria de solo lectura.- son aquellas memorias que solo se puede leer la información, Ej.; memoria EPROM, CD room.
- Memoria lectura – escritura.- son aquellas memorias que se pueden leer o escribir, es decir cambiar los estados de los elementos biestables, Ej.: memorias RAM, cintas magnéticas, etc.

2.5.3. POR LA FORMA DE ACCEDER A LA INFORMACIÓN

- Memoria de acceso aleatorio.- permite acceder directamente a la información, sin importar en que localidad se encuentre. En otras palabras el tiempo de acceso es el mismo para cualquier dirección en la memoria, Ej.: memorias RAM, EPROM, discos ópticos, etc.
- Memoria de acceso Secuencial.- son aquellas que para acceder a una palabra será necesario acceder previamente a la palabra que la precede, Ej.: cintas magnéticas.
- Dispositivo de memorias estáticas.- dispositivo de memoria de semiconductor en las cuales los datos almacenados se quedaran permanentemente guardados en tanto se aplique energía, sin necesidad de escribir los datos periódicamente en la memoria.
- Dispositivo de memoria dinámica.- dispositivo de memoria de semiconductor en los cuales los datos almacenados no se quedaran almacenados o guardados permanentemente, aun con energía aplicada, a menos que los datos se rescriban en forma periódica en la memoria. Esta operación se la conoce como operación de refresco.

2.6. MEMORIA ROM

Las memorias de solo lectura son un tipo de memorias de semiconductor que están diseñadas para retener datos que son permanentes o no se cambian con mucha frecuencia. Durante la operación normal, no pueden escribirse nuevos datos en una ROM pero si pueden leerse la información de ella. Para algunas ROMs los datos que están almacenados tiene que integrarse durante el proceso de fabricación, para otras ROMs los datos pueden grabarse eléctricamente. El proceso de grabar datos se lo conoce como programación

de la ROM. Las ROMs se la utilizan para almacenar datos e información que no cambiará durante la operación normal de un sistema. Un uso importante de la ROMs se encuentra en el almacenamiento de programas de las microcomputadoras. Ya que todas las ROMs son no volátiles, estos programas no se pierden cuando la microcomputadora es desconectada.

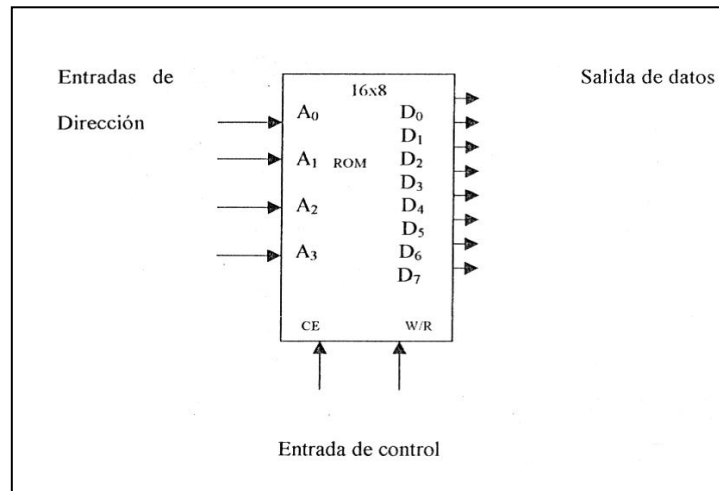


Figura 2.9 Diagrama de bloques en ROM

Las salidas d datos de muchos circuitos integrados de ROM son salidas de tres estados para permitir la conexión de muchos circuito rom al mismo canal de datos para lograr la expansión de la memoria. Los números más comunes de salidas de datos para ROMs son de 4,8 y 16 bits, siendo las palabras de 8 bits las más comunas.

2.6.1. TIPOS DE ROMS

Veremos brevemente los diversos tipos de ROMs para observar como difieren en la forma en que son programados, borrados y reprogramados.

-ROM programada por mascarilla (MROM).- este tipo de ROM tiene sus localidades de almacenamiento escritas por el fabricante según las especificaciones del cliente. Se utiliza un negativo fotográfico llamado

mascarilla para controlar las conexiones eléctricas en el circuito. Se requiere una mascarilla especial para cada conjunto diferente de información a ser almacenada en la ROM. Ya que las mascarillas son costosas, este tipo de ROM es económico sólo si se necesita una cantidad considerable de la misma ROM.

Una gran desventaja que presentan estas memorias es que no se puede reprogramarse en caso de un cambio de diseño que requiera una modificación del programa almacenado, usaremos las siglas MROM cada vez que hagamos referencia a las ROMs programadas por mascarilla.

-ROM programables (PROM).- una rom programable por mascarilla es muy costosa y no se utilizará excepto en aplicaciones de grandes volúmenes. Para las aplicaciones de bajo volumen, los fabricantes han creado PROMs con conexión fusible, que no se programan durante el proceso de fabricación sino que son programadas por el usuario. Sin embargo, una vez programada la PROM se parece a una MROM en que no puede borrarse y reprogramarse. Por tanto, si el programa en la PROM es erróneo o tiene que ser cambiado, la PROM tiene que ser desechada.

-ROM programable y borrable (EPROM).- una EPROM puede ser programada por el usuario y también puede borrarse y reprogramarse cuantas veces como se desee. Una vez programada la EPROM es una memoria no volátil que contendrá sus datos almacenados indefinidamente.

Una vez programado una celda de la EPROM, se puede borrar su contenido exponiendo la EPROM a la luz ultravioleta (UV), la cual se aplica a través de la ventana que se encuentra sobre el encapsulado del circuito. Desafortunadamente, no existe ninguna forma de borrar solo algunas celdas, las LU borra todas las celdas al mismo tiempo, por lo

que una EPROM borrada almacena solamente unos dígitos. Una vez borrada, la EPROM puede programarse.

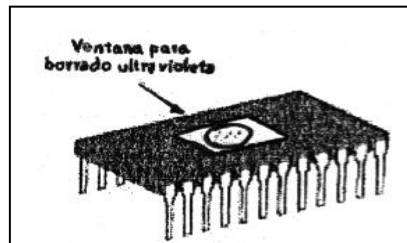


Figura 2.10 Encapsulado común para EPROM

-PROM eléctricamente borrable (EEPROM).- las ventajas de la EPROM se eliminaron con la producción de la PROM eléctricamente borrable (EEPROM) que fue una mejora con respecto de la EPROM. La EEPROM conserva la estructura de compuerta flotante de la EPROM, pero con la inclusión de una región muy delgada por encima del electrodo de drenaje de la celda de memoria MOSFET. Esta modificación es la principal característica de la EEPROM su facilidad para el borrado eléctrico. Al aplicar un alto voltaje (21v) entre la compuerta y el drenaje del MOSFET, se puede inducir una carga en la compuerta flotante donde permanecerá aunque se interrumpa la corriente, la inversión de algunos voltajes ocasiona que se retiren las cargas atrapadas en la compuerta flotante y borra la celda.

Dado que este mecanismo de carga y transporte requiere corrientes muy bajas, el borrado y la programación de la EEPROM puede hacerse en el circuito (es decir sin una fuente de LU ni una unidad programadora especial).

2.7. MEMORIA RAM

Es una memoria de acceso aleatorio, lo cual quiere decir que se puede tener acceso fácilmente a cualquier localidad de dirección de memoria. Las RAMs se emplean en las computadoras como medios de almacenamiento temporal para

programas y datos, el contenido de muchas de las localidades de dirección será leído y escrito a medida que la computadora ejecuta un programa. Esto requiere que la RAM tenga ciclos de lectura y escritura rápidos para que no reduzca la velocidad de operación de la computadora.

2.7.1. TIPOS DE RAM

- RAM estática (SRAM).- son celdas flip – flops que permanecerán en un estado determinado indefinidamente, siempre y cuando no se interrumpa el suministro de energía al circuito. Las RAMs estáticas se encuentran disponibles en tecnología bipolar y MOS, aunque la mayoría de las aplicaciones hacen uso de RAMs NMOS o CMOS. Las bipolares tienen la ventaja en velocidad y los dispositivos MOS tienen capacidades mucho mayores con menor consumo de potencia
- RAM dinámica (DRAM).- las RAMs dinámicas se fabrican con tecnología MOS y se caracterizan por su gran capacidad, bajos requerimientos de consumo de potencia y velocidad de operación media. La necesidad de refrescar las celdas es una desventaja de las RAM dinámicas cuando se comparan con las RAM estáticas, dado que se requerirá de circuitería de control para la señal de refresco que no requiere de hardware externo extra pero requieren de temporización especial para las entradas de control de CI.

Sin embargo sus mayores capacidades y menores consumos de potencia hacen de la memoria DRAM la opción en sistemas donde las consideraciones de diseño más importantes son el mantener pequeño tanto el tamaño como el costo y el consumo de potencia.”¹²

¹² Belove C; Enciclopedia de la Electrónica; Grupo Editorial OCEANO, Barcelona, 1990.

III.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA COMPROBACIÓN Y VERIFICACIÓN DE COMPUTADORAS AUTOMOTRICES CON INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

El presente banco de pruebas diseñado tiene la característica principal de generar señales de accionamiento por medio de puntos de prueba generalizados con el objetivo de poner en funcionamiento la UCE de tecnología EEC-IV que va a ser diagnosticada. Todos los valores y señales de cada componente del banco de pruebas está previamente analizado y tomado de los respectivos catálogos de servicio de los sistemas EEC-IV con la finalidad de lograr un preciso y eficaz funcionamiento de todos los parámetros principales utilizados en las ECM aplicados en la inyección electrónica.

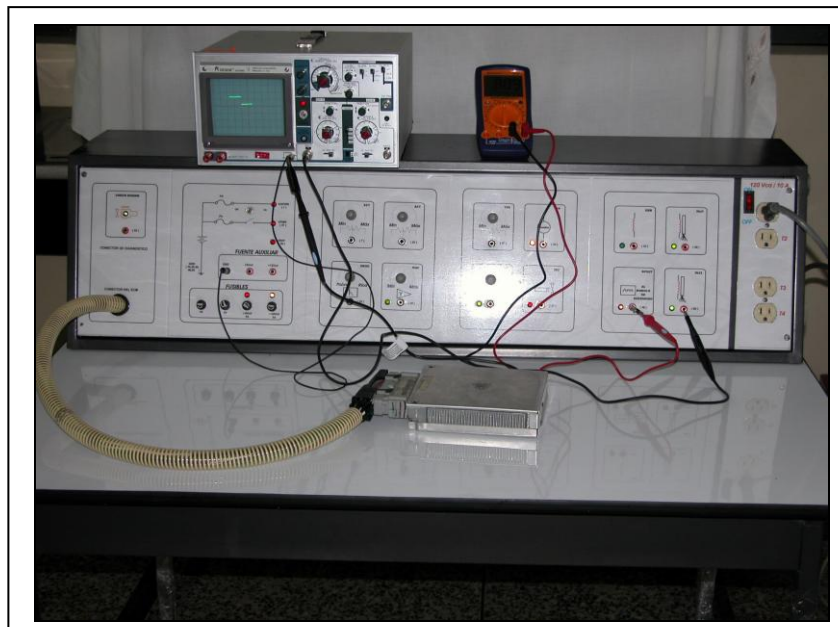


Figura 3.1 Banco de Pruebas para UCE, EEC-IV. EFI

En el banco diseñado la función principal es la de interpretar el papel que cumple cada sensor en la inyección electrónica, generando de esta manera

señales de funcionamiento hacia la Unidad de Control Electrónico (UCE) con tecnología EEC-IV, la misma que a su vez se encarga de analizar todos estos datos para accionar a los actuadores que son parte del sistema de inyección electrónica, permitiéndonos de esta manera realizar el diagnóstico de la UCE.

3.2. SEÑALES A PROBAR

En el banco de pruebas diseñado se ha considerado puntos de pruebas generalizados en todos los sistemas EEC-IV que son de suma importancia para el diagnóstico de las ECM.

Las señales principales consideradas en el presente proyecto son las que se detallan en la tabla III.1 con su respectivo terminal y aplicación junto con su abreviatura.

Tabla III.1 Conexiones de la UCE

Terminal	Aplicación	Abreviatura
1	Alimentación de memoria KAM (retención)	KAPWR
7	Sensor Temperatura refrigerante	ECT
8	Monitor de la Bomba de Combustible	MFP
16	Tierra de Encendido	IGN-GND
17	Salida autodiagnóstico	STO
20	Tierra de la caja	CASE-GND
21	Válvula de marcha lenta	ISC
22	Relé Bomba de Combustible	FP
25	Sensor Temperatura de carga de aire	ACT
26	Voltaje de Referencia	VREF
29	Sensor de Oxígeno de Escape calentado	HEGO
33	Regulador de Vacío de la EGR	EVR

36	Control de Tiempo de la chispa	SPOUT
37	Voltaje para el vehículo	VPWR
40	Tierra de la potencia	PWR-GND
45	Presión absoluta del múltiple	MAP
47	Sensor de posición del estrangulador	TPS
48	Entrada de Autoprueba	STI
56	Captación de Perfil de Ignición	PIP
57	Voltaje para el vehículo	VPWR
58	Banco de Inyectores I	INJ 1
59	Banco de Inyectores II	INJ 2
60	Tierra de la Potencia	PWR-GND

En la figura 3.2 se encuentra el diagrama de conexión eléctrica de los pines de los sensores, mientras que en la figura 3.3 se encuentran los actuadores de la unidad de control electrónico de tecnología EEC-IV.

3.3. PARÀMETROS CONSIDERADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO

Considerando las características de funcionamiento del sistema EEC-IV se han tomado en cuenta los terminales de la tabla III.1 para realizar el diseño y análisis de cada uno.

Alimentación de Voltaje PWR

KA (1), V (37), V (57)

“Tanto para la alimentación de memoria KAM (retención) como para el vehículo (37 – 57) son alimentados directo desde la batería que proporciona 12v, en este caso desde una fuente de alimentación diseñada para el banco de pruebas que emite 5 y 12V respectivamente para cada aplicación.

Sensor Temperatura refrigerante ECT (7)

Este sensor es un termistor NTC, un resistor cuya resistencia cambia con la temperatura, mayor temperatura menor resistencia. La UCE tiene que conocer la temperatura del motor para que pueda modificar la relación aire – combustible, el avance de la chispa y el funcionamiento de la EGR.

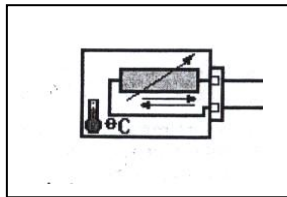


Figura 3.4 Sensor de temperatura NTC

Su tensión de alimentación como la de todos los sensores es de 5v, su ámbito operativo 0° - 100°C, resistencia 1.75 - 2.4 Ω.

Tabla III.2 Valores de Testes del sensor de aire y del motor

(°C)	Resistencia (KΩ)	Tensión (V)
160	0,54	0,12
130	0,80	0,20
120	1,18	0,28
110	1,55	0,36
100	2,07	0,47
90	2,80	0,61
80	3,84	0,80
70	5,37	1,04
60	7,60	1,35
50	12,00	1,80
40	16,15	2,16
30	24,27	2,62
20	37,30	3,06
10	58,75	3,52
0	65,85	3,97
-10	78,19	4,42
-20	90,54	4,87
-30	102,88	4,89
-40	115,23	4,91
-50	127,57	5,00

Señales a Tierra GND

IGN (16), CASE (20), PWR (40), PWR (60)

Todos estos terminales están unidos a un solo punto en común, puesto que al ser contactos de tierra lo mejor es aislarles para evitar falsos puntos de contacto.

Diagnóstico

STO (17), STI (48)

La UCE tiene una función de vigilancia de sus periféricos que memoriza sus eventuales disfunciones, la lectura de esta memoria sólo es posible con el equipo que el constructor ha previsto para conectar en el soccer de diagnóstico.

Válvula de Marcha Lenta ISC (21)

Mantiene la velocidad de ralentí del motor a la especificada por el fabricante durante todo el tiempo compensando la proporción de mezcla de aire/combustible cuando se desacelera. La válvula solenoide de ISC abre el paso del aire de derivación cuando la UCE lo activa y se cierra cuando lo desactiva.

Mientras se repite el ciclo de activación y desactivación del ISC a una cierta velocidad, se controla el flujo de aire de la derivación (apertura de la válvula ISC) aumentando y disminuyendo el intervalo de activación dentro del ciclo. Se activa con 12v, resistencia 6 - 13 Ω .

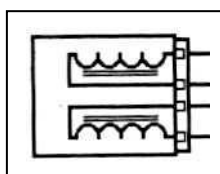


Figura 3.5 Válvula ISC

Relé bomba de combustible FP (22)

El motor eléctrico en la bomba de combustible utiliza varios amperios de corriente. El control para conectar y desconectar la bomba es regulado por la UCE. Sin embargo, la corriente elevada de la bomba es demasiada para manejar los circuitos del computador y se necesita un relé para hacer el cambio real.

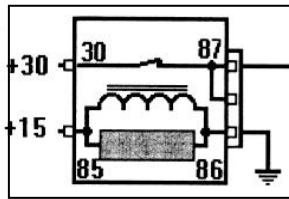


Figura 3.6 Relé FP

Todos los sistemas de inyección de combustible disponen del relé de control el cual es activado por pulsos que viene del sistema de encendido. Este tipo de relé sirve como medida de seguridad para interrumpir el funcionamiento de la bomba eléctrica de combustible en caso que el motor se detenga con el interruptor de encendido puesto. En el instante en que se pone el encendido aunque el motor esté trabajando, el relé se cierra por dos segundos para incrementar rápidamente la presión de combustible. Si el motor no arranca dentro de dos segundos el relé no se abre, apenas el motor de arranque hace girar al motor del auto, el relé permanece cerrado mientras el motor gire a más de 150 rpm.

Sensor temperatura del aire ACT (25)

Es un termistor cuya resistencia cambia con la temperatura, a mayor temperatura menor es su resistencia. La UCE tiene que saber la temperatura del aire de admisión al motor para luego ajusta la mezcla aire/combustible apropiadamente para las condiciones de funcionamiento. Su tensión de alimentación como la de todos los sensores es de 5v, su ámbito operativo -40° a 150°C, resistencia 1.75 - 2.4 Ω.

Voltaje de referencia VREF (26)

El voltaje de referencia para la alimentación de la UCE es fijo, estable y constante de 5v, siendo de igual manera para la mayoría de los sensores que intervienen en el sistema de inyección electrónica que es regulado en base al voltaje de la batería del vehículo.

Sensor de oxígeno de escape

calentado HEGO (29)

Este sensor produce una señal basada en la cantidad de oxígeno con la cual entra en contacto, un voltaje bajo indica una mezcla pobre de los gases de escape (demasiado oxígeno) y un voltaje más alto señala una mezcla rica (falta de oxígeno). Si el sensor indica escape rico la UCE compensará mediante la reducción de combustible, si la UCE recibe una señal pobre aumentará la alimentación de combustible. Algunos sensores tienen elementos calefactores integrados de dos hilos para acelerar el calentamiento.

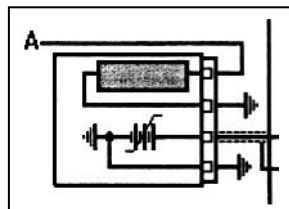


Figura 3.7 Sensor Hego

Cuando el sensor alcanza la temperatura de operación, produce un voltaje que varía de acuerdo con la cantidad de oxígeno que haya en el gas de escape que pasa por él. El voltaje varía de cero a un voltaje positivo, este valor es que se genera para el trabajo del computador para alimentar una mezcla óptima A/C al motor para producir emisiones bajas y economizar combustible.

Tabla III.3 Valores de Testes del HEGO

Sonda Lambda	Resistencia (Ω)	Tensión (V)
Calefacción	2 a 5 fría	12V
	5 a 20 caliente	12V
Sonda	0,1 a 0,9 V

Regulador de vacío de EGR EVR (33)

Este sistema controla la formación de las emisiones de NO recirculando los gases del escape en la cámara de combustión a través del múltiple de admisión. La válvula de EGR se controla por modulador de EGR y la VSV (válvula de control de vacío) se controla por la UCE de acuerdo a las señales

de distintos sensores permitiendo el paso de la depresión hacia la válvula de recirculación de los gases de escape. Es alimentada de depresión y cuando recibe la tensión de la UCE se abre una válvula interna y permite el paso de la depresión hacia la EGR.

Control de tiempo de la chispa SPOUT (36)

El motor dispone de un sistema de distribución por efecto hall de donde se obtiene la señal para sincronizar la inyección y el encendido, este sistema nos proporciona una señal de onda cuadrada. Para la sincronización del encendido se debe realizar la construcción de un sistema de encendido electrónico que sea capaz de proporcionar la chispa para que la mezcla se encienda.

El módulo procesa los pulsos del sensor del cigüeñal a ondas cuadradas de 0-5v, siendo todas estas funciones realizadas sin intervención de la UCE la cual es la segunda sección principal del sistema de encendido. Cuando la velocidad del motor va aumentando hasta la velocidad operativa la UCE se hace cargo del control de temporización de la chispa, el cual aumenta la tensión en línea de sobrepaso desde menos que 1.2 hasta 5v. A parte de la información sobre la velocidad del motor la UCE recibe desde el sensor del cigüeñal a través del módulo de encendido la condición operativa del motor mediante líneas de entrada conectadas a diversos sensores del motor (carga, temperatura, etc.).

Sensor de presión absoluta del múltiple MAP (45)

Es un dispositivo de resistencia piezoeléctrico que cambia un voltaje de referencia de 5v en respuesta a los cambios de presión del múltiple, al incrementarse la presión del múltiple el voltaje del MAP también se incrementa. A nivel del mar el MAP trabaja entre 1.2 y 1.9v, normalmente con un promedio de 1.5, el voltaje es progresivo a la carga del motor.

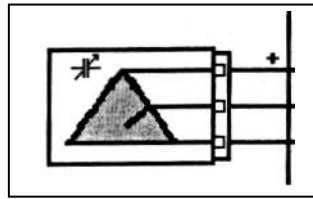


Figura 3.8 Sensor MAP

La UCE utiliza las señales del MAP para el control de dos sistemas principales, primero para medir el flujo de aire que ingresa al motor en modelos que no están equipados con el sensor medidor de flujo de masa de aire; segundo, se utiliza para medir la carga del motor con el fin de retardar el tiempo de encendido cuando el motor empieza a funcionar bajo una carga.

Tabla III.4 Valores de Testes del MAP

Presión Absoluta (mm – Hg)	Depresión (mm – Hg)	Frecuencia del sensor (Ford)
160	600	95,9 Hz
260	500	105,1 Hz
360	400	115,0 Hz
460	300	125,5 Hz
560	200	136,0 Hz
660	100	147,2 Hz
760	0	159,0 Hz

Sensor de posición del estrangulador TPS (47)

Es un potenciómetro que contiene un resistor variable y un interruptor que informa a la UCE cuando está el vehículo en marcha mínima, el sensor tiene un elemento rotativo unido al estrangulador para que se mueva conjuntamente.

Este elemento rotativo transmite una señal de voltaje a la computadora indicando la posición del estrangulador, mientras más se mueve el estrangulador aumenta la señal de voltaje. Hay que determinar si la resistencia del TPS va de cero cuando el interruptor está cerrado y va hasta el infinito cuando el interruptor está abierto.

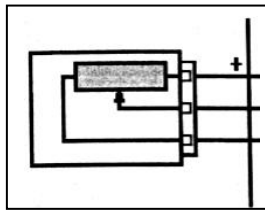


Figura 3.9 Sensor TPS

La computadora usa la posición del estrangulador para determinar el estado de funcionamiento de la marcha mínima (estrangulador cerrado), marcha de cruceo (estrangulador parcialmente abierto), o aceleración completa (estrangulador totalmente abierto); pudiendo así controlar la mezcla A/C, el avance de la chispa, marcha mínima, etc.

Tabla III.5 Valores de Testes del TPS

Sensor de Posición de la Mariposa		
	Cerrada	Abierta
Resist. 46 - 47	700 a 900Ω	3,9 a 4,1KΩ
Resist. 26 – 47	3,4 a 3,7 KΩ	200 a 400Ω
Resist. 26 – 46	4,1 a 4,6 KΩ	4,1 a 4,6KΩ
Tensión 46 – 47	0,65 a 1,25V	4,23 a 4,83V

Sensor captación de perfil de ignición PIP (56)

El sensor encargado de dar información relativa al régimen de giro y la fase motor es del tipo inductivo. El funcionamiento está basado en el principio electromagnético de inducción de corriente al variar la posición de un campo magnético que se encuentra cerca de un espiral.

El sensor está formado por un imán permanente al cual esta enrollado una espiral, cerca del sensor se encuentra una rueda fónica dentada que gira sincronizadamente con el motor, que al girar la rueda fónica rompe las líneas de fuerza generadas por el imán permanente y se induce una tensión en la bobina del sensor.

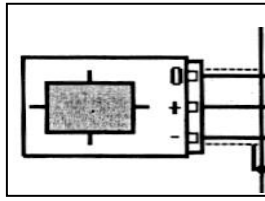


Figura 3.10 Sensor PIP

La UCE determina la velocidad de rotación midiendo que tan rápido aparecen los impulsos, aumentando cuando el diente pasa más rápidamente. Los voltajes pueden ser de una fracción de voltio durante las rpm de arranque a más de 100v a altas rpm. El sensor del ángulo del cigüeñal instalado en el distribuidor se compone de un generador de señales; a medida que el rotor señal gira genera un voltaje AC en la bobina receptora que varía en forma pulsatoria. Esta señal de pulsaciones (4 pulsos/rev) se transmite a la UCE donde se utiliza para calcular la velocidad del motor y también como una señal para controlar los inyectores.

Tabla III.6 Valores de Testes del PIP

Ventanas	Condición	Faja de valores
4 en el eje distribuidor	Arranque (el motor gira, pero no arranca)	8 a 12 Hz
4 en el eje distribuidor	Ralentí y caliente	26 a 33 Hz
6 en el eje distribuidor	Arranque (el motor gira, pero no arranca)	12 a 18 Hz
6 en el eje distribuidor	Ralentí y caliente	40 a 50 Hz
3 en el árbol de levas	Arranque (el motor gira, pero no arranca)	6 a 9 Hz
3 en el árbol de levas	Ralentí y caliente	20 a 25 Hz
1 en el árbol de levas	Arranque (el motor gira, pero no arranca)	2 a 3 Hz
1 en el árbol de levas	Ralentí y caliente	7 a 8 Hz

Banco de inyectores I INJ1 (58)

Banco de inyectores II INJ2 (59)

Al estar regulada la presión de regulación en un valor fijo, el único parámetro que influye en la cantidad inyectada es la duración de la apertura de los inyectores. La UCE determina la cantidad de aire aspirado por el motor (presión de colector, posición de la mariposa y régimen de motor) y adapta la riqueza de la mezcla mediante la duración del impulso enviado a los inyectores a fin de mantener la dosificación próxima a la proporción estequiométrica. Cada inyector es accionado a partir de la apertura de la válvula de admisión correspondiente.

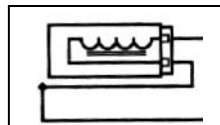


Figura 3.11 Inyector

El principal factor del retardo en la respuesta de los inyectores es la autoinducción que aparece al principio y al final de cada pulso de corriente; a fin de reducir al mínimo la autoinducción, los inyectores bajan su resistencia (2.4 Ω a 20°C) disponiendo de menos espiras en el arrollamiento.”¹³

Tabla III.7 Valores de Testes Bco. Inyectores

Inyector	Resistencia (Ω)
Aislado	11 a 18
Pins 58-59	5,6 a 8,0
Tiempo de Inyección	4 a 4,3ms

¹³ Ribeiro F; Manual de Sistemas Electrónicos de Vehículos; Volumen 1, Ediciones Ciclo Engenharia Ltda., Brasil, 2002, 456 págs.

3.4. DISEÑO DE LA TARJETA

Para el diseño del circuito impreso de la tarjeta del Banco de Pruebas se utilizó como herramienta el sistema computacional PROTEUS. Es un paquete electrónico que ayuda a diseñar el circuito esquemático para luego obtener el circuito impreso con la característica de autoruteo.

En el diagrama se puede observar el circuito diseñado para nuestro objetivo realizado en el programa PROTEUS.

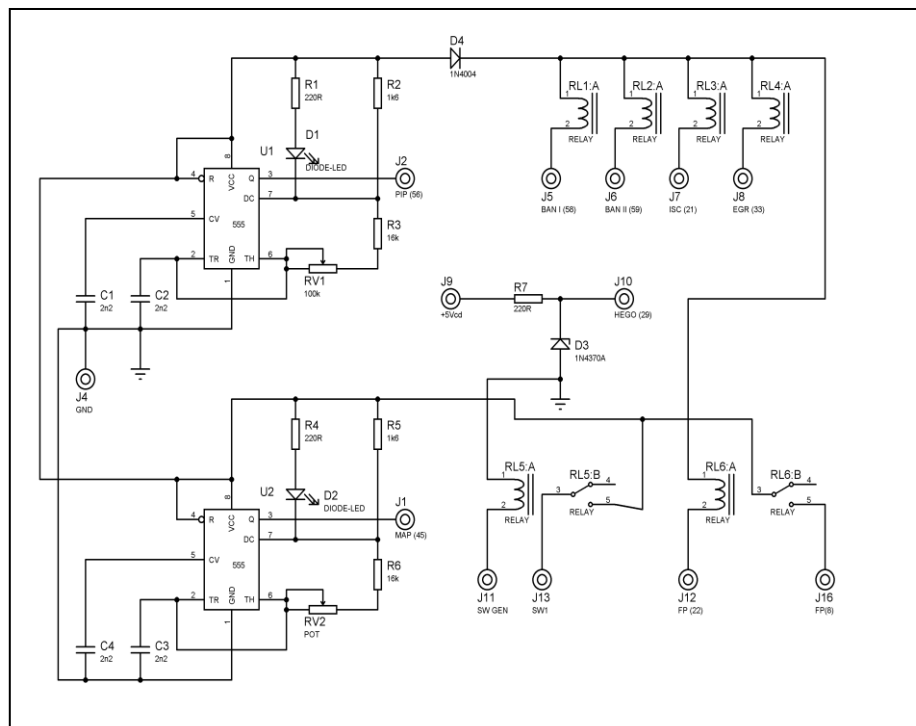


Figura 3.12 Diagrama Esquemático del Circuito Impreso

Luego de realizar el respectivo diagrama en el programa PROTEUS se obtiene los diseños de los circuitos tanto frontal como posterior.

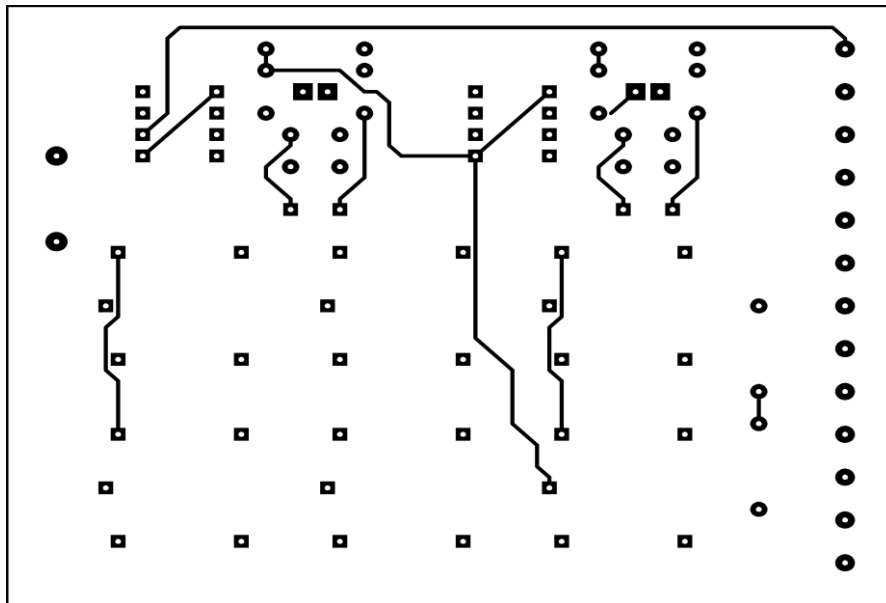


Figura 3.13 Diagrama Impreso posterior de la Tarjeta Electrónica

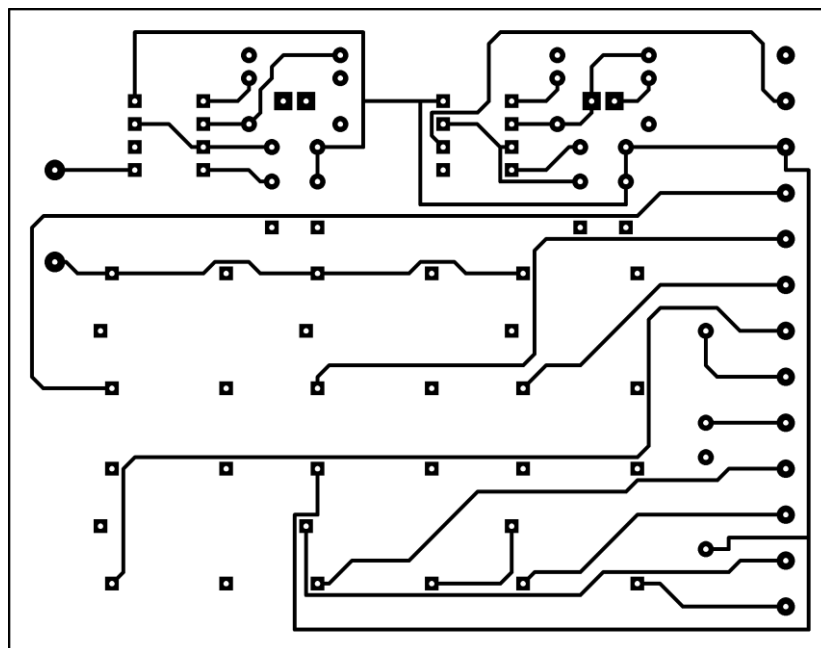


Figura 3.14 Diagrama Impreso frontal de la Tarjeta Electrónica

Impresión de los diagramas en la plaqueta.

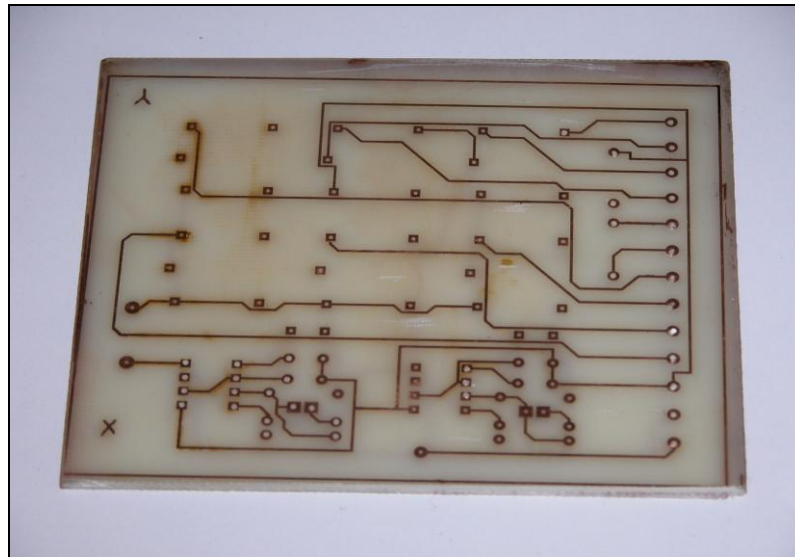


Figura 3.15 Tarjeta Electrónica

Como podemos observar en la figura 3.15 es la estructura de la tarjeta electrónica diseñada para ensamblar sobre la misma todos los componentes eléctricos – electrónicos que simulan los diferentes componentes del sistema de inyección electrónica, siendo en especial todo lo referente a actuadores.

3.5. MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS – ELECTRÓNICOS

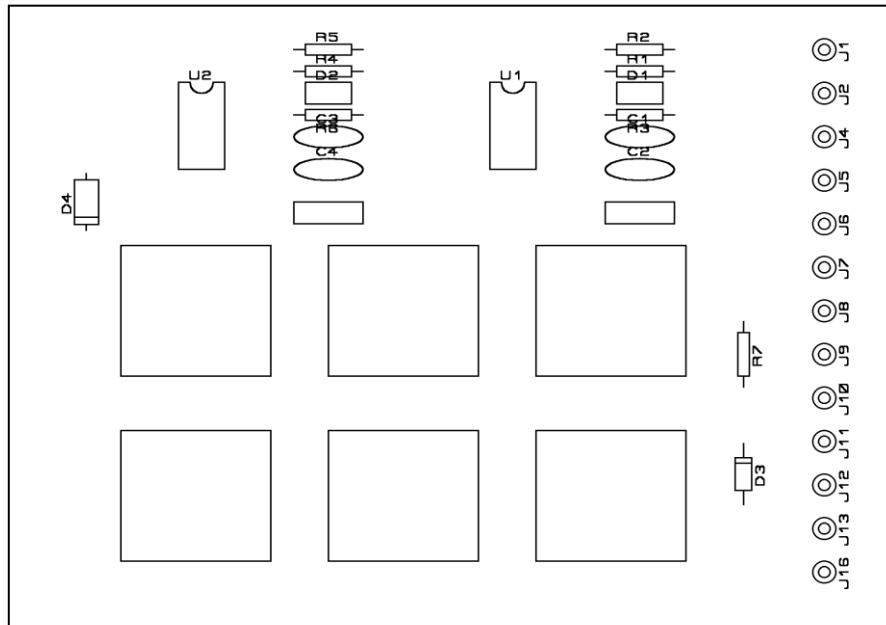


Figura 3.16 Serigrafía del Circuito Impreso de la Tarjeta Electrónica

Como podemos observar en la figura 3.17 todos estos elementos son los que deben ser accionados por la computadora una vez que cumpla su ciclo de funcionamiento, los mismos que son los encargados de dar el diagnóstico preciso en base a su accionamiento y señales observadas para los diferentes sistemas de la UCE que se encuentren dañados si así fuera el caso.

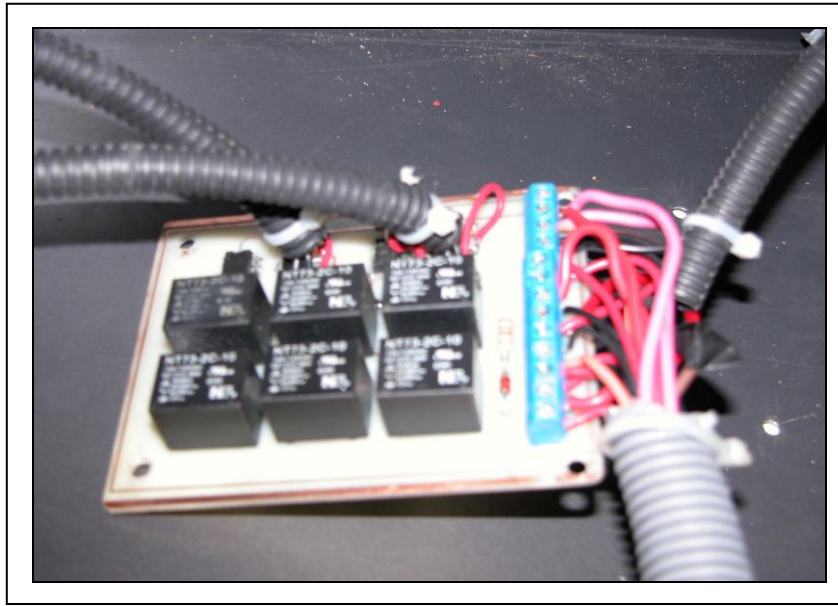


Figura 3.17 Tarjeta electrónica ensamblada

Entre los elementos eléctricos – electrónicos procederemos a detallar con mayor profundidad de los estudiados en el primer capítulo los siguientes:

Fuente de Alimentación.

Esta base de alimentación es la misma que es aplicada para campos de la computación, más específicamente en ordenadores CPU utilizadas en oficinas.

Se aplico esta fuente en el banco de pruebas por la funcionalidad y característica principal que tiene la de generar valores de voltaje de -5 a +5v y de -12 a +12v respectivamente.

Valores que son valiosos y funcionales para alimentar a los sensores, actuadores y demás componentes que integran el banco de pruebas.



Figura 3.18 Fuente de Alimentación

Circuito Integrado 555

“Es un circuito de sincronización monolítico que tiene una amplia variedad de aplicaciones, conoceremos la arquitectura de intervalos y dos modos de operación básicos (monoestable y astable) del CI de sincronización 555.

Arquitectura interna del 555

El CI encapsulado de sincronización 555 consta de dos comparadores de voltaje (los comparadores de umbral y disparador), un multivibrador de control (flip – flop), un transistor de descarga Q_D , una red divisora de voltaje de resistores y un compensador (buffer) inversor de salida. La red resistiva, que consta de tres resistores iguales (5k cada uno), actúa como un divisor de voltaje que produce los voltajes de referencia para ambos comparadores, según se indica. Las salidas de los comparadores se aplican al multivibrador R-S. Cuando el voltaje del disparador cae por debajo de $1/3 V_{cc}$, el comparador disparador coloca (fija) el multivibrador R – S, que lleva la salida a un estado “alto”. En operaciones normales, la punta de contacto del umbral monitoriza el

voltaje del capacitor del circuito de sincronización RC. Cuando dicho voltaje excede de $\frac{2}{3} V_{CC}$, el comparador de umbral recoloca el multivibrador, llevando la salida a un estado “bajo”.

En este momento, el transistor Q_D se activa y descarga el capacitor de sincronización externo. Ahora se ha completado el ciclo de sincronización. El siguiente ciclo de sincronización da comienzo cuando llega otro pulso negativo a la entrada de disparo.

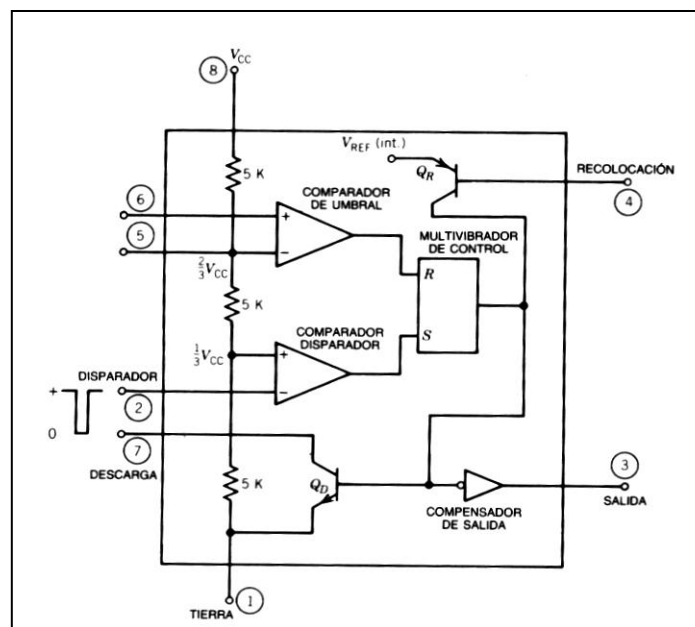


Figura 3.19 Arquitectura Interna del CI 555

Operación monoestable (un disparo)

Inicialmente, antes de que dé comienzo la serie de eventos, el multivibrador de control mantiene el transistor Q_D “encendido”, haciendo que el capacitor externo C_1 se ponga en cortocircuito a tierra. Cuando el comparador disparador detecta un voltaje menor que $\frac{1}{3} V_{CC}$ (en el borde negativo), se coloca el multivibrador de control, liberando el cortocircuito de C_1 al apagar Q_D . En este momento, la salida pasa al estado “alto”. El voltaje entre las terminales de C_1

comienza a aumentar exponencialmente hacia V_{cc} con una constante de tiempo de R_1C_1 .

Cuando este voltaje llega a $2/3 V_{cc}$, el comparador de umbral recoloca el multivibrador. Este a su vez, enciende Q_1 y descarga C_1 , y la salida pasa al estado "bajo". Por tanto el sincronizador regresa a su estado "de espera" inicial, hasta que llegue otro pulso de entrada disparador en dirección negativa.

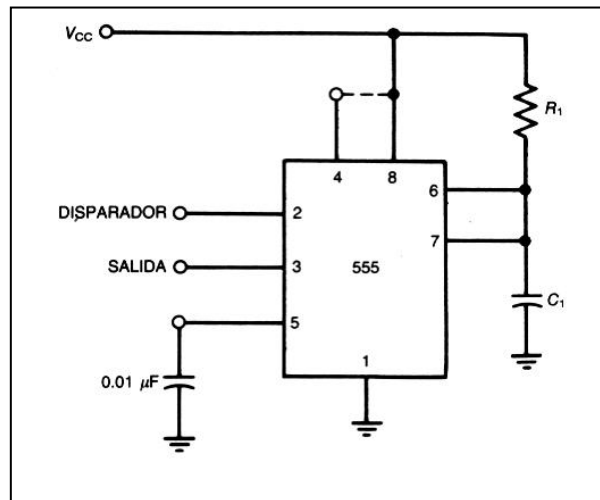


Figura 3.20 Operación monoestable del CI 555

Operación astable (libre u oscilatoria)

Obsérvese que la entrada de disparo ahora está ligada a la punta de umbral y que se agrega una resistencia, R_2 .

Cuando se aplica la energía al circuito, el capacitor C_1 se descarga, haciendo que el disparador quede en el estado "bajo". Esto dispara en forma automática el sincronizador, que carga el capacitor a través de R_1 y R_2 . Cuando el voltaje del capacitor llega al nivel umbral de $2/3 V_{cc}$, la salida pasa al estado "bajo" y se activa Q_D . El capacitor de sincronización se descarga ahora a través de R_2 . Tan pronto como el voltaje presente en el capacitor cae al nivel de $1/3 V_{cc}$, el

comparador disparador coloca el multivibrador y vuelve a disparar el sincronizador en forma automática.”¹⁴

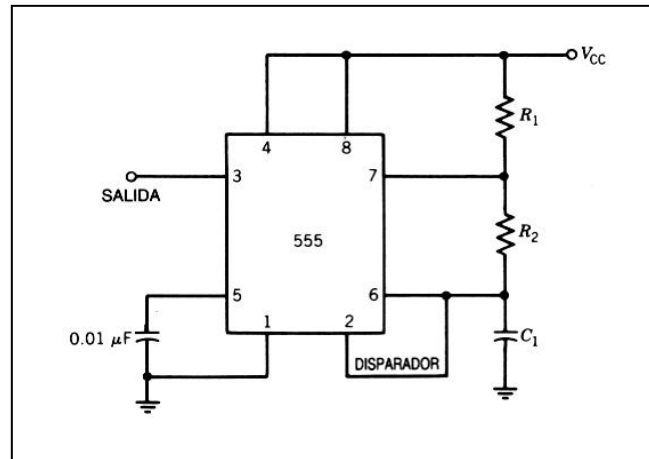


Figura 3.21 Operación astable del CI 555

3.6. CONEXIONES AL TABLERO DE INSTRUMENTACIÓN

Todos los componentes requeridos para el banco se procedió a instalarles en la parte posterior del tablero, con su respectivas trayectorias de circuitos, que van desde interconexiones desde el soccer EEC – IV hasta cada uno de los sensores y actuadores simulados en el proyecto.

¹⁴ www.chipdoc.com

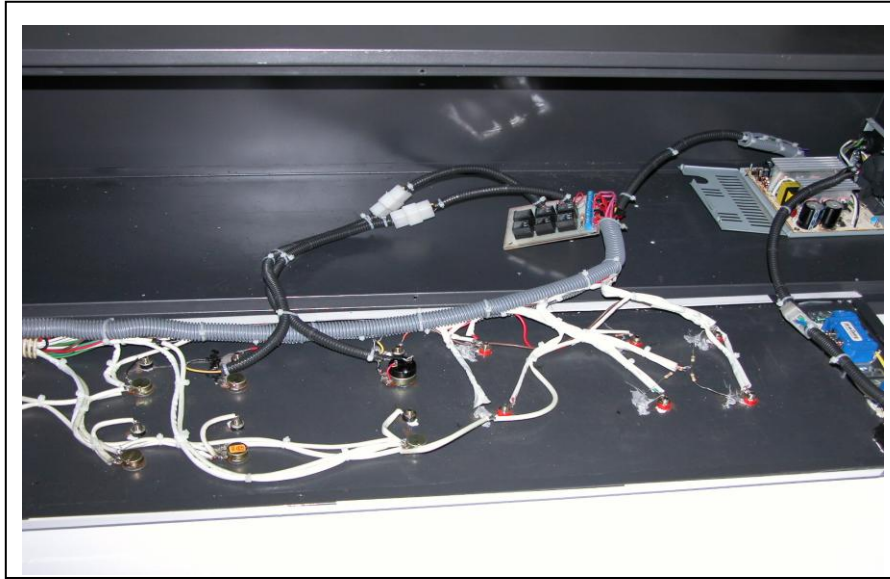


Figura 3.22 Conexiones al Tablero

Claramente se puede distinguir las trayectorias de cada componente que sigue un orden de conexión entre ellos como podemos ver en las figuras 3.22 y 3.23.

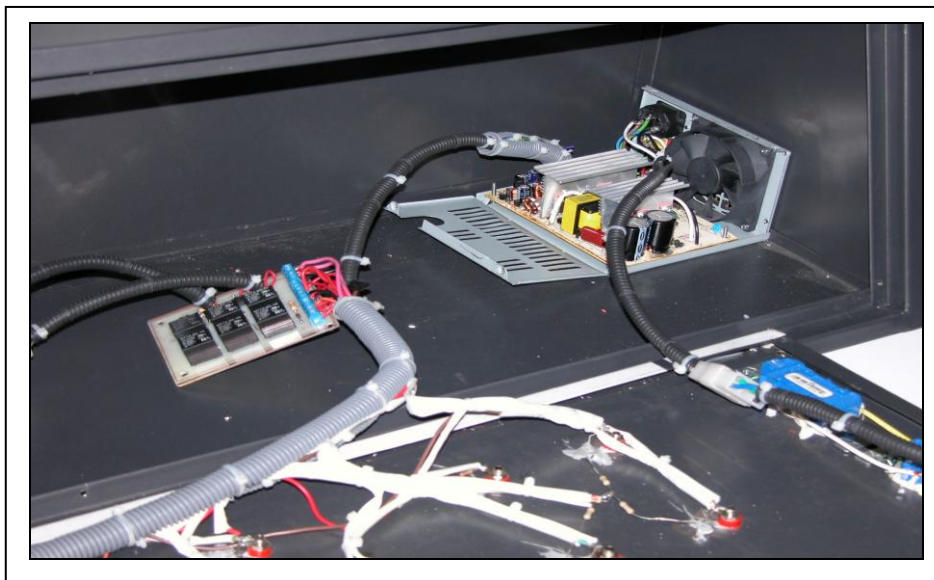


Figura 3.23 Conexiones entre componentes

3.7. ANÁLISIS DE LA UCE

La UCE es de tecnología EEC – IV, EFI. La misma que posee en su interior todos los elementos detallados en el primer capítulo (figura 3.25), este tipo de computadoras tienen la característica principal que pueden desarmarse de su carcasa para comprobar puntos de salida de cada componente, a diferencia de otras que son desechables.



Figura 3.24 ECM Ford EEC – IV , EFI



Figura 3.25 Estructura Interna de la UCE

Una de las diferencias del sistema EEC-IV con los demás tipos de computadores está en su número de terminales del conector (60 pines) que lleva incorporado en la UCE como del que viene del vehículo mismo. Siendo este sistema más aplicado en las marcas Ford y Volkswagen.



Figura 3.26 Conector de la UCE del Vehículo



Figura 3.27 Conector de la UCE

IV.- PROCEDIMIENTOS, FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS DEL EQUIPO

4.1. PROCEDIMIENTOS

1. Conectar el banco de pruebas hacia una toma de corriente, verificando que el switch principal este en posición OFF y todos los demás también.
2. Disponer de dos computadores de tecnología EEC-IV, la una en buenas condiciones y la segunda para realizar pruebas de reparación, con la finalidad de tener un modelo para realizar comparaciones de funcionamiento.
3. Coloque la UCE de tecnología EEC-IV (en este caso empezaremos con la UCE que está en buenas condiciones) en el banco de pruebas por medio de sus conectores correspondientes, y ajuste el perno existente entre los mismos con una llave # 10.
4. Ponga en la posición ON el switch principal para que todas las funciones del Banco de Pruebas se encuentren energizadas.
5. Empiece por cambiar la posición del interruptor del VREF a ON, para poner en contacto la UCE con el Banco de Pruebas.
6. Comience a realizar el diagnóstico de cada parámetro siguiendo un orden de funcionamiento de la ECM, para lo cual se encuentra el tablero del banco de pruebas bien diseñado y estructurado con sus respectivos puntos de prueba.
7. Una vez culminado y simulado con la UCE que está en buen estado, cambie la UCE por la que va a ser reparada con la finalidad de establecer diferencias de funcionamiento y verificar fallas.

8. Inserte de ser necesario equipos de diagnóstico como osciloscopio y herramientas de trabajo como cautín de soldadura, en la parte del tablero de tomas opcionales del Banco de Pruebas.

4.2. FUNCIONAMIENTO



Figura 4.1 Funcionamiento del Banco de Pruebas

En primera instancia verificamos la parte de alimentación del Banco de Pruebas, esto es que al ser accionado el switch principal a ON deben prenderse los leds indicadores de los pines señalados. En este caso KAPWR, VPWR, +5Vcd y +12Vcd.

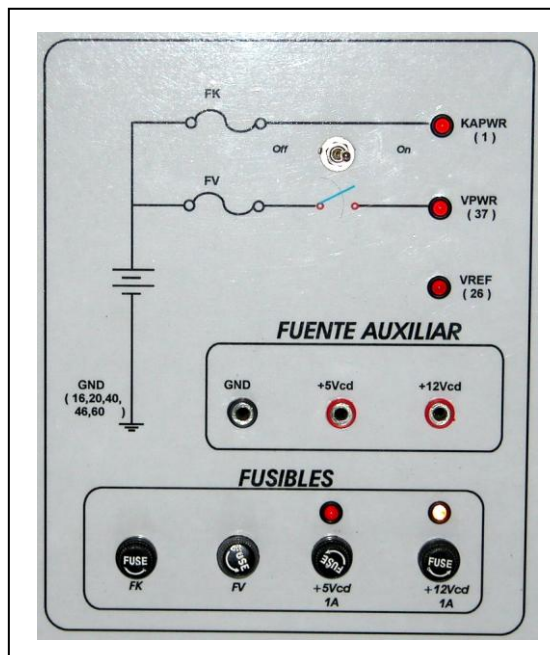


Figura 4.2 Primer panel del Banco de Pruebas

Lo que nos indica que todos estos parámetros están funcionando perfectamente, para ello cada uno de éstos poseen sus fusibles correspondientes para protección ante cualquier desperfecto.

De otro modo si al accionar el switch principal a ON del Banco de Pruebas y basta con que no se prenda algún led indicador de los pines mencionados recurriremos a cada uno de los fusibles Fk, Fv, 5Vcd, 12Vcd para cambiar el dañado si así lo requiere.

Luego conectamos la ECM al banco de pruebas observando que a más de los mencionados leds indicadores de los pines al activar el switch principal, debemos accionar el interruptor del primer bloque para que el led indicador del VREF se prenda indicando el estado de la parte interna de alimentación de la UCE que también alimenta a los sensores.

Si este indicador no se prende, indica que la parte de alimentación interna de la UCE tiene daños, de igual manera hay que estar atentos que si el momento de activar el interruptor del VREF y le apaga algún led indicador de los pines

mencionados el daño definitivamente estará en la parte de alimentación interna de la UCE. La forma de diagnosticar las diferentes partes de la ECM es tomando diferentes puntos de prueba internamente dentro de la misma con un multímetro u osciloscopio dependiendo de la aplicación.



Figura 4.3 Forma de verificación interna de la UCE

Aquí encontraremos una fuente auxiliar de alimentación de 5 y 12 V respectivamente para alguna aplicación extra que el operario así lo requiera.

Una vez revisado y tomado en cuenta éstos parámetros nos adentramos a manipular los sensores los mismos que poseen valores originales dados por el fabricante al momento de ser simulados. Individualmente cada uno de éstos como en todo el Banco de Pruebas tienen sus puntos de prueba que sirven para tomar lecturas o medidas de valores por medio de equipos de diagnóstico como por ejemplo multímetros u osciloscopios, etc.; leds indicadores que señalan el funcionamiento de dicho elemento y perillas de control que sirven para variar las funciones de dicho sensor, actuador, etc. Facilitando al Ingeniero Automotriz de acuerdo a sus conocimientos la manipulación de dicho proyecto.



Figura 4.4 Segundo panel del Banco de Pruebas

Como podemos observar en la figura 4.4 están estructurados todos los sensores los cuales hacen su función propia detallada anteriormente en el capítulo III. Así los sensores de temperatura ECT y ACT variaremos de 5 a 0v, enviando voltajes de señal hacia la UCE, al igual que el HEGO que va de 0 a 1v.

El led indicador del sensor MAP se prenderá lo cual indicará que está proporcionando pulsos de información al variar sus frecuencias de trabajo para establecer la cantidad aire/combustible. Cabe recalcar que si algún led indicador de todos los paneles del Banco de Pruebas en general no se prende al estar realizando el diagnóstico, indicará en forma precisa y rápida que dicho componente de la UCE tiene problemas para hacer funcionar ese elemento del banco.



Figura 4.5 Tercer panel del Banco de Pruebas

Observando la figura 4.5 y continuando con el funcionamiento del banco de pruebas, empezaremos variando las frecuencias de trabajo del sensor PIP que genera señales pulsantes de sincronización del motor que indica por medio del led indicador al encenderse.

Con el sensor TPS variaremos de 0 a 5v para generar voltaje de señal hacia la UCE y observando a la vez el led indicador del ISC que indica el paso de aire para mantener la velocidad de ralentí por medio de la UCE.

En el caso de la bomba de combustible (FP) posee un temporizador que se activa aproximadamente 2 a 3s cuando se pone el interruptor del VREF en la posición ON, para después simular que trabaja normalmente (similar en el vehículo) encendiendo a la vez su led indicador.

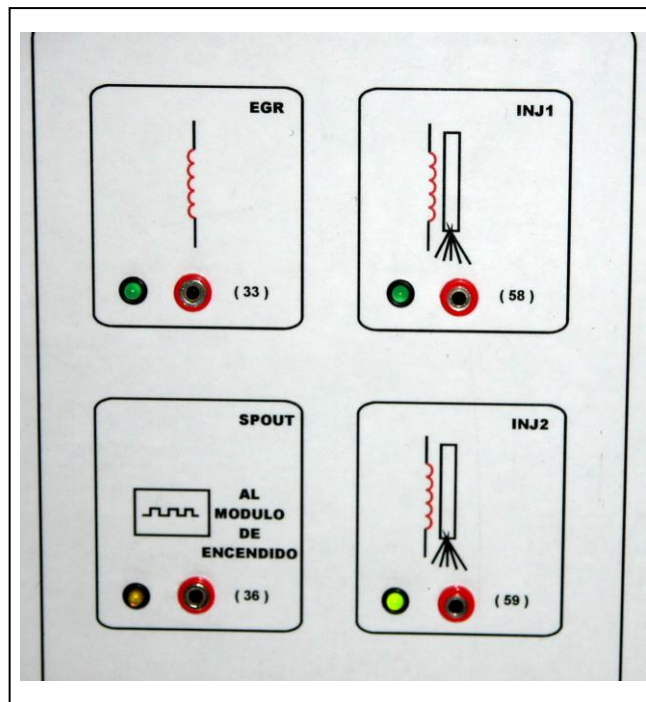


Figura 4.6 Cuarto panel del Banco de Pruebas

Una vez realizado todas estas pruebas de funcionamiento con los sensores y siguiendo el procedimiento de funcionamiento planteado anteriormente vemos en la figura 4.6 donde constan los actuadores, que a diferencia de los otros, sus paneles únicamente posee leds indicadores y puntos de prueba.

Por medio del led del SPOUT indica la respuesta de la UCE a las señales de entrada, en el caso de los bancos de inyectores 1 y 2 señalan la activación conjunta tanto del led del primer banco como del segundo, encendiéndose sus leds intermitentemente y secuencialmente, a diferencia del resto que se prenden constantemente, ya que ahí simulan sus pulsos de activación.

En este panel están las tomas de alimentación para equipos de diagnóstico y herramientas de trabajo que el técnico requiera como son T1, T2, T3, T4; todos estos sobre el mismo banco de pruebas.

4.3. PRUEBAS

En cuanto a las pruebas contamos con un scanner CARMAN SCAN VG modificado en la opción de utilizarlo como un osciloscopio con la finalidad de que sus gráficos sean más exactos y precisos.

De esta manera insertamos la punta del scanner a cada uno de los elementos (figura 4.9) que van hacer medidos en amplitud, frecuencia, ciclo útil y ancho del pulso generado por sensores (TPS, ACT, MAP, PIP, HEGO, etc.), actuadores (inyectores, bombas de alimentación, SPOUT, ISC) así como diversos dispositivos eléctricos y electrónicos usados en los automóviles.

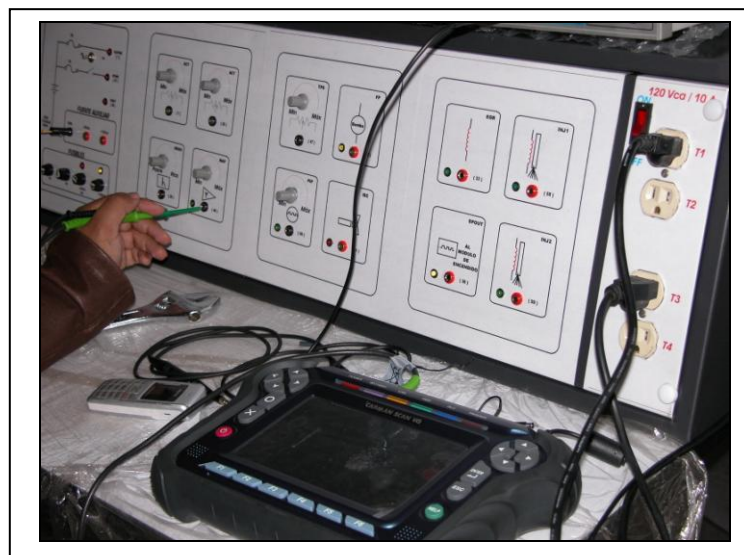


Figura 4.9 Instalación del scanner a cada elemento

Continuando con las pruebas de funcionamiento proseguimos a tomar las gráficas características de cada elemento mencionado, para lo cual este scanner presenta una pantalla bien señalizada para varias alternativas de variaciones de parámetros como observamos en la figura siguiente.



Figura 4.10 Pantalla de calibración del scanner



Figura 4.11 Pantalla LCD del scanner

Por medio de éste equipo de diagnóstico se pudo realizar las siguientes mediciones gráficas características de cada elemento impresos desde su pantalla de manejo.

Así para los inyectores se obtuvo insertando la punta del osciloscopio del scanner en el pin # 58 y # 59 respectivamente.

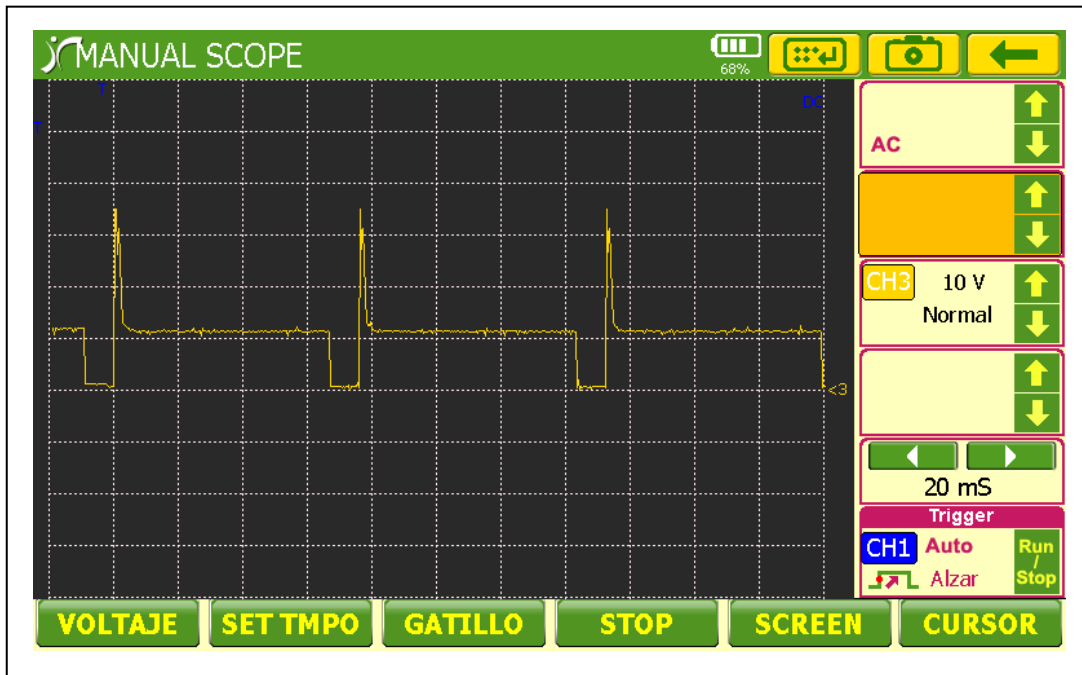


Figura 4.12 Señal de los Inyectores

En cada banco de inyectores del proyecto diseñado se puede observar los tiempos de on y off para lograr calcular el ciclo de trabajo y verificar que los mismos tengan un buen rendimiento en el sistema.

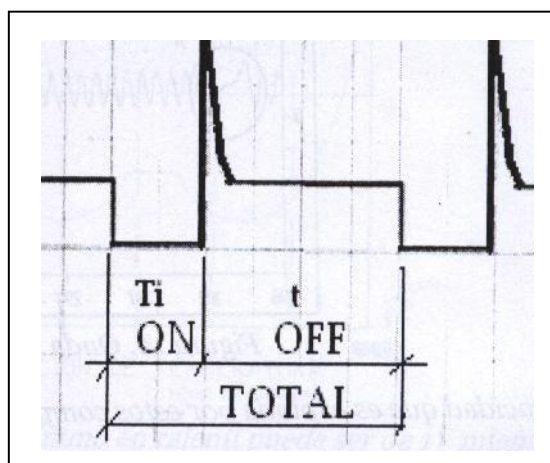


Figura 4.13 Ondas de los Inyectores

Para el módulo de encendido SPOUT se insertó la punta del osciloscopio del scanner en el pin # 36.

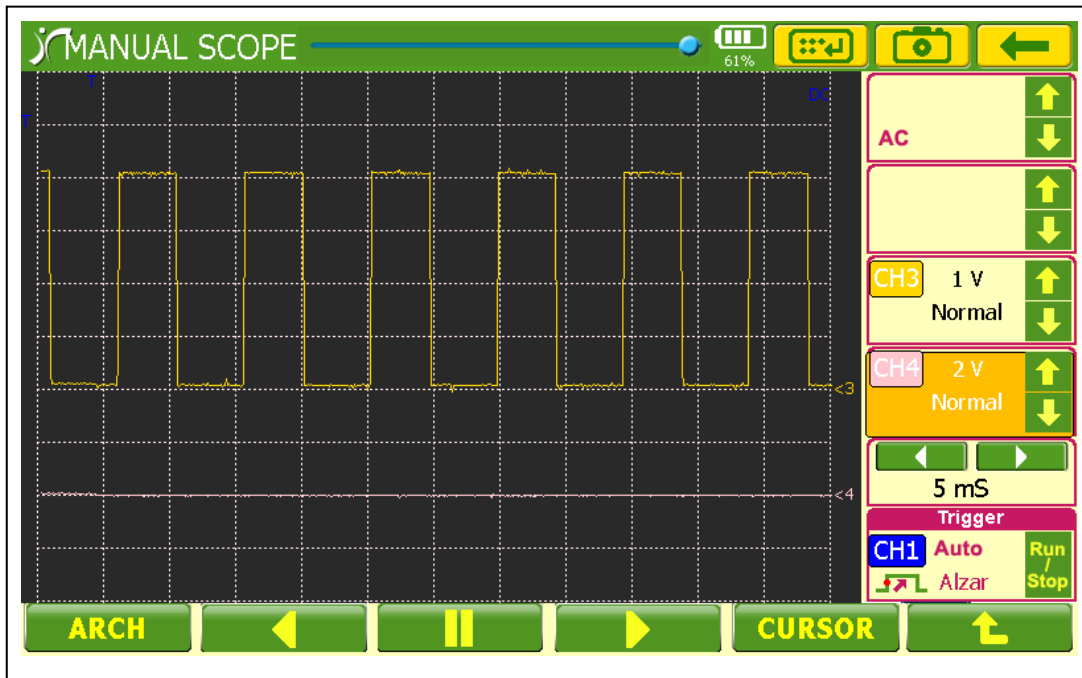


Figura 4.14 Onda cuadrada de Efecto Hall

Como se observa es una onda operada mediante generación de impulsos que al ser cuadrada es de Efecto hall.

Para el sensor de posicionamiento PIP se obtuvo la siguiente gráfica insertando la punta del osciloscopio del scanner en el # 56.

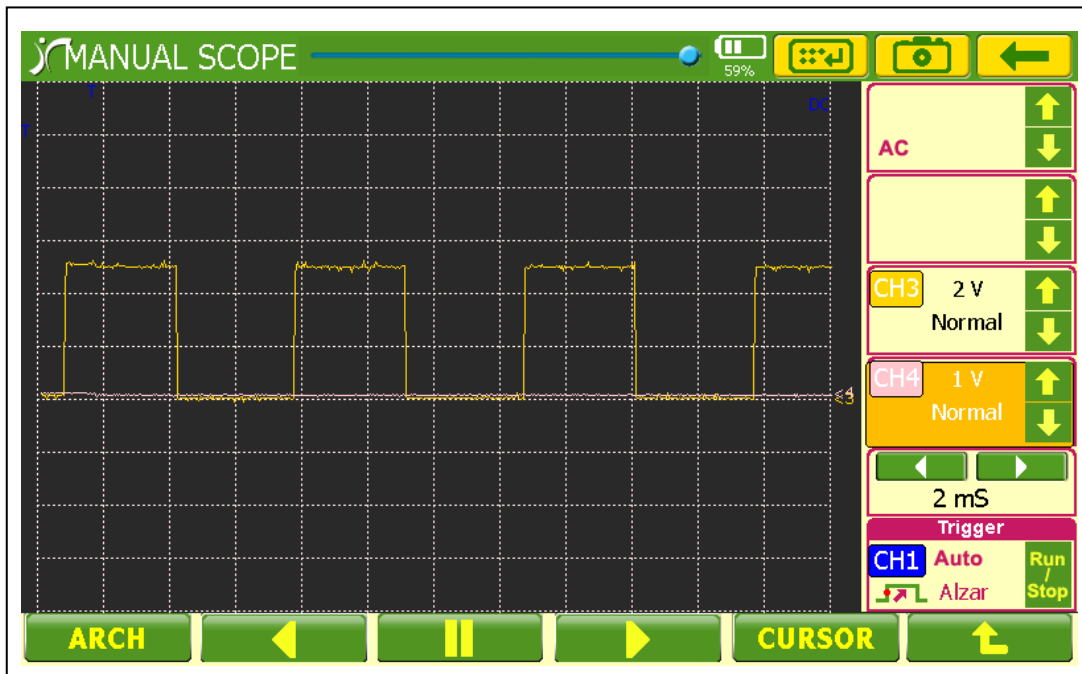


Figura 4.15 Onda sensor PIP

Para el sensor MAP se insertó la punta del osciloscopio del scanner en el # 45.

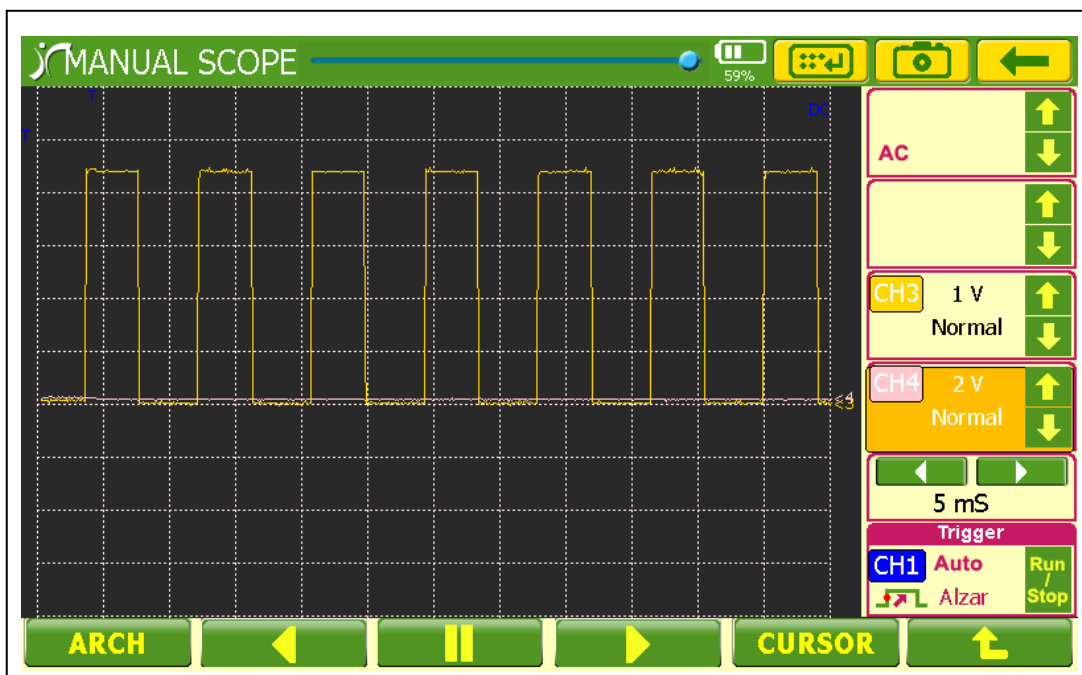


Figura 4.16 Onda sensor MAP

Para el sensor HEGO se insertó la punta del osciloscopio del scanner en el # 29.

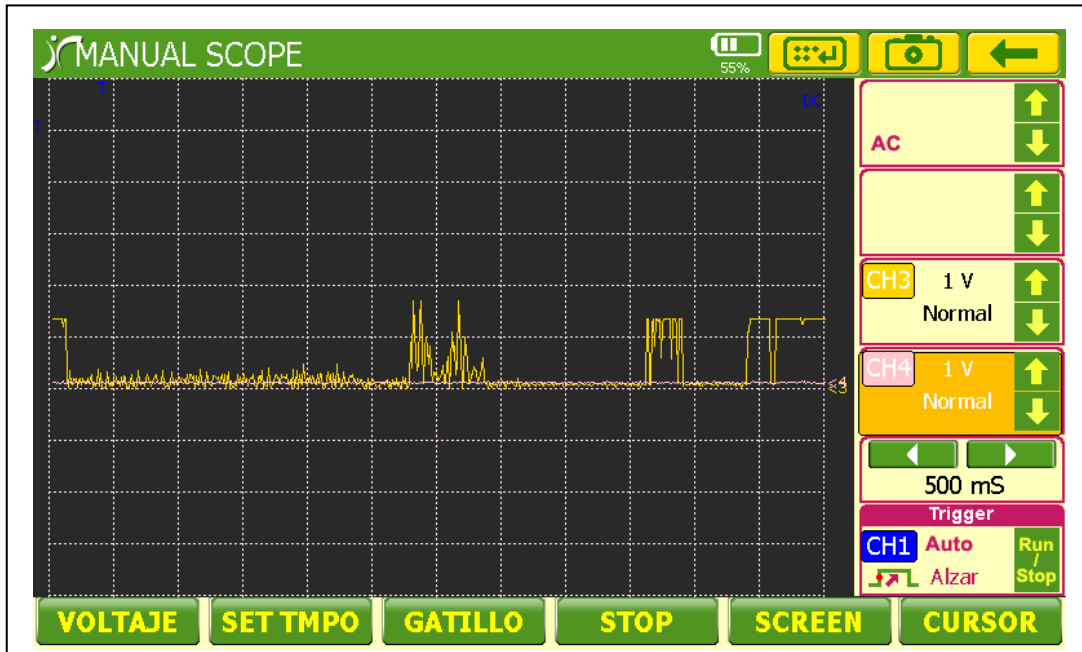


Figura 4.17 Onda sensor HEGO

Se comprueba los sensores ECT (Sensor de Temperatura del Agua), ACT (Sensor de Temperatura de Aire); que son termistores de tipo NTC insertando la punta del osciloscopio en el pin # 7 y 25 respectivamente.

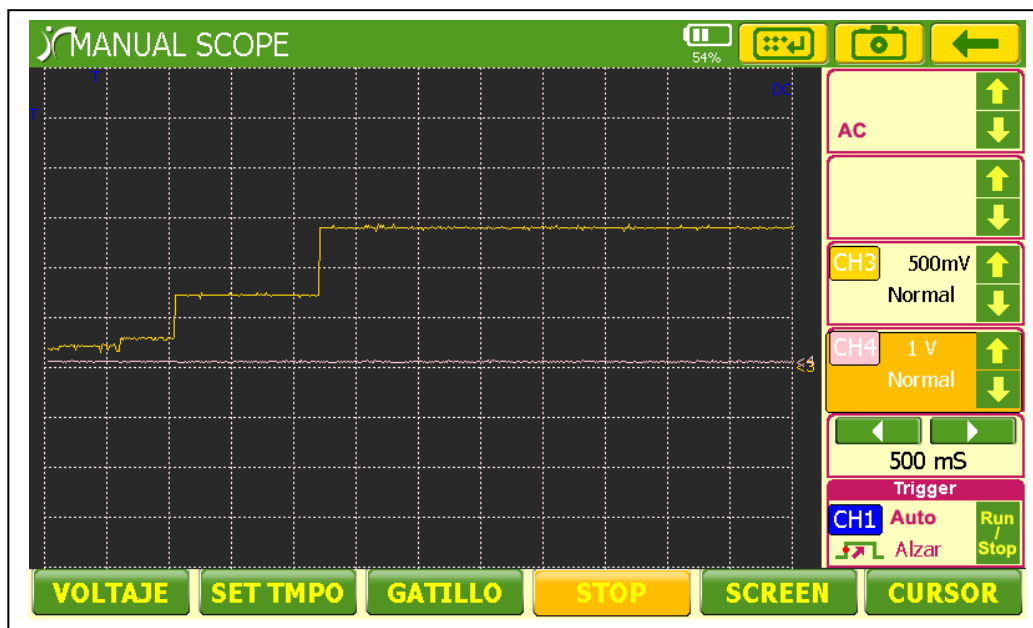


Figura 4.18 Onda sensores tipo NTC (ECT – ACT)

CONCLUSIONES

- En el banco de pruebas diseñado existe fuentes de señal que generan los sensores y actuadores que intervienen en un sistema de inyección electrónica EFI con sus valores estándares y originales para el correcto diagnóstico y funcionamiento de la UCE con tecnología EEC-IV.
- Este proyecto es diseñado con un conector único para computadores ECM de tecnología EEC – IV, pero sin embargo las señales generadas son genéricas y sirven para probar a cualquier tipo de computadoras.
- Todos los elementos eléctricos y electrónicos fueron tomados en cuenta en base a los valores específicos de cada componente que interviene en el proyecto diseñado, pues los valores son la parte principal para generar señales de funcionamiento correctas.
- Este banco está en la capacidad de generar las señales eléctricas para el funcionamiento de la UCE de tecnología EEC-IV para poder interpretar su comportamiento, identificando de manera óptima, rápida y precisa algún desperfecto interno que presentará.
- El sistema de comunicación entre la UCE de tecnología EEC-IV y el banco de pruebas es similar como la conexión en el automóvil, facilitando de este modo al operario comodidad al analizar una ECM.
- Todas las instalaciones en el banco de pruebas están cuidadosamente protegidos por fusibles y relés.

RECOMENDACIONES

- Cuando se realice cualquier tipo de conexión eléctrica dentro de un banco de pruebas y más aún si posee estructuras metálicas evitar que los conductores y demás circuitos hagan contacto con la misma, evitando falsas señales de tierra o cortocircuitos.
- Al momento de ensamblar todos los elementos en el banco de pruebas llevar un orden secuencial de armado que van desde los cables, tarjetas y fuentes de alimentación facilitando una clara idea de cómo se encuentra estructurado el proyecto.
- En el sistema de inyección electrónica EFI todo tiene su orden de funcionamiento, de manera que al manipular el banco de pruebas lo mismo se deberá hacer accionando cada elemento para el diagnóstico.
- Cuando empiece a realizar pruebas de funcionamiento en el banco y observe que algún indicador led no se prende, empezar a revisar los fusibles del proyecto para luego diagnosticar la ECM en buen estado y comparar con la segunda ECM que presenta daños.
- Los equipos y herramientas de diagnóstico como osciloscopio, cautín de solda, lámparas, multímetros, etc., se deben conectar en el panel indicado de corriente T1, T2, T3, T4 para de esta manera facilitar el trabajo de diagnóstico y reparación de la UCE evitando contratiempos.

BIBLIOGRAFIA

Martí A; Encendido Electrónico; Ediciones Marcombo S. A, Barcelona, 1991.

Ribeiro F; Manual de Sistemas Electrónicos de Vehículos; Volumen 1, Ediciones Ciclo Engenharia Ltda., Brasil, 2002.

Belove C; Enciclopedia de la Electrónica; Grupo Editorial OCEANO, Barcelona, 1990.

Martínez G; Manual del Automóvil; Ediciones CULTURAL S. A, Madrid, 2002.

Usategui A; Microcontroladores PIC; Tercera Edición, Ediciones McGraw-Hill, Madrid, 2003.

Tavernier C; Microcontroladores de 4 y 8 Bits; Editorial Paraninfo, Madrid, 1995.

Usategui A; Diseño y Aplicaciones Microcontroladores PIC; Ediciones McGraw-Hill, Madrid, 1997.

Manual CEAC del Automóvil; Grupo Editorial CEAC; Barcelona, 1992.

Crouse W; Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil; Sexta Edición, Ediciones Alfa omega, México, 1992.

Demsey A; Electrónica Digital Básica; Ediciones Alfa omega, México, 1992.

Guerrero A; Fundamentos de Electrotecnia; Ediciones McGraw-Hill, Madrid, 1996.

www.redtécnicaautomotriz.com

www.autoxuga.com

www.chipdoc.com

www.elmundomotor.elmundo.es

www.st.com

Latacunga _____

AUTOR

FERNANDO E. GUERRERO PERALVO

COORDINADOR DE CARRERA
INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

ING. JUAN CASTRO

EL SECRETARIO

DR. EDUARDO VÁSQUEZ

