

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

ESPE – LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

“Diseño y construcción de un
simulador de gestión electrónica
para ECU de vehículos Peugeot”

REALIZADO POR:

MIGUEL ALEJANDRO BÁEZ ALEMÁN
FABIÁN EDUARDO MOGRO BORJA

ECUADOR

LATACUNGA – ECUADOR

AGOSTO 2008

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. ESTEBAN LÓPEZ (DIRECTOR)

ING. JOSÉ QUIROZ (CODIRECTOR)

El trabajo titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DE GESTIÓN ELECTRÓNICA PARA ECU DE VEHÍCULOS PEUGEOT” realizado por los señores MIGUEL ALEJANDRO BÁEZ ALEMÁN y FABIÁN EDUARDO MOGRO BORJA ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato digital. Autorizan a los señores MIGUEL ALEJANDRO BÁEZ ALEMÁN y FABIÁN EDUARDO MOGRO BORJA que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Coordinador de Carrera.

Latacunga, 14 de agosto del 2008

Ing. Esteban López
DIRECTOR

Ing. José Quiroz
CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, MIGUEL ALEJANDRO BÁEZ ALEMÁN y
FABIÁN EDUARDO MOGRO BORJA

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de Grado titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DE GESTIÓN ELECTRÓNICA PARA ECU DE VEHÍCULOS PEUGEOT” ha sido desarrollado en base a un profundo análisis e investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente el presente trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 14 de agosto del 2008

Miguel Alejandro Báez Alemán

CI. No. 171302305-7

Fabián Eduardo Mogro Borja

CI. No. 050167151-5

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, MIGUEL ALEJANDRO BÁEZ ALEMÁN y
FABIÁN EDUARDO MOGRO BORJA

Autorizamos a la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo de Grado titulado "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DE GESTIÓN ELECTRÓNICA PARA ECU DE VEHÍCULOS PEUGEOT" cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 14 de agosto del 2008

Miguel Alejandro Báez Alemán
Cl. No. 171302305-7

Fabián Eduardo Mogro Borja
Cl. No. 050167151-5

AGRADECIMIENTO

A mi Dios por darme la vida y permitirme compartir este nuevo peldaño de mi formación con las personas que más quiero.

A mi hermano René, por ser mi amigo y consejero.

A mi hermana Verónica, la niña de mis ojos que me brinda su apoyo y confianza.

A mi Dianita (*Borrador*), por su paciencia, apoyo y amor brindado.

A todos mis amigos y compañeros que me acompañaron en esta etapa de mi vida, de manera muy especial a Jacobo, David, Diego y Los Juan Pablos, mi familia estudiantil.

A Fabián, Ing. Esteban López e Ing. José Quiroz por ser partícipes en el desarrollo de éste trabajo.

Y a todas las personas que de una u otra manera formaron parte de mi desarrollo y vida en mi estancia en Latacunga.

Miguel

DEDICATORIA

A mis padres Jady y Marco, quiénes han sido el mayor ejemplo de triunfos, sencillez y sacrificios en la vida, por apoyarme en todos los objetivos que me he planteado y por ser mis amigos incondicionales.

Miguel

AGRADECIMIENTO

Con este proyecto que sintetiza el conocimiento impartido en la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO quiero dejar plasmado mi más sincero agradecimiento primero a DIOS por iluminarme con mucho conocimiento y sabiduría, puesto que sin ello no hubiese podido cumplir esta meta de mi vida.

Además agradezco al Ing. Esteban López y al Ing. José Quiroz quienes mediante su experiencia capacidad e inteligencia supieron guiarme en la elaboración del proyecto.

Fabián

DEDICATORIA

Detrás de cada línea de llegada, hay una de partida,
Detrás de cada logro, hay otro desafío.

Hoy alcance un logro el cual lo dedico a mis padres y mis hermanas que con su abnegación, sacrificio y tenacidad hicieron de mi lo que hoy soy, de igual forma a mi familia por su fraternidad y ser fieles seguidores guías de mi vida, como olvidarme de la persona que amo la misma que desde que esta junto a mi me ha brindado su apoyo incondicional, y a todos quienes de una u otra manera han incidido en el logro de esta etapa de mi vida.

Fabián

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por Miguel Báez y Fabián Mogro bajo nuestra supervisión.

ING. ESTEBAN LÓPEZ
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JOSÉ QUIROZ
CODIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JUAN CASTRO
COORDINADOR DE CARRERA

DR. RODRIGO VACA CORRALES
SECRETARIO ABOGADO

RESUMEN	4
PRESENTACIÓN	5
I. ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS UTILIZADOS	
EN EL AUTOMÓVIL	6
1.1. GENERALIDADES.....	6
1.2. INTRODUCCIÓN A LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS –	
ELECTRÓNICOS.....	7
1.2.1 ELEMENTOS PASIVOS	7
1.2.1.1 RESISTENCIAS.....	7
1.2.1.2 TERMISTORES.....	9
1.2.1.3 CAPACITORES	11
1.2.1.4 INDUCTORES.....	14
1.2.1.5 TRANSFORMADORES.....	16
1.2.1.6 RELÉS.....	19
1.2.2 ELEMENTOS ACTIVOS.....	21
1.2.2.1 DIODOS DE UNIÓN PN	21
1.2.2.2 RECTIFICADORES	23
1.2.2.3 TRANSISTORES.....	23
1.2.2.4 CIRCUITOS INTEGRADOS	26
1.2.3 GENERADORES DE ONDAS	30
1.2.3.1 OSCILADORES.....	30
1.2.3.2 GENERADORES DE ONDAS CUADRADAS	32
1.2.3.3 GENERADORES DE PULSOS.....	33
1.2.4 FUENTES DE ALIMENTACIÓN	33
1.2.4.1 REGULADORES DE VOLTAJE EN SERIE	33
1.2.4.2 REGULADORES DE VOLTAJE CONMUTATIVO	35
1.2.4.3 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO.....	35
1.2.4.4 REGULADORES DE CIRCUITOS INTEGRADOS.....	35
1.2.4.5 REGULADORES DE CORRIENTE	36
1.2.4.6 FUENTE DE CORRIENTE CONTROLADA POR VOLTAJE (VCCS)	
36	
1.2.5 FUNCIONES DIGITALES	37
1.2.5.1 TEMPORIZADOR.....	37
1.2.5.2 MEDICIONES ANALÓGICAS.....	38
1.2.5.3 MEDICIONES DIGITALES	38
1.2.5.4 MEDICIONES DIGITALES DIRECTAS.....	40

1.2.5.5	CONTEO DE PULSOS	41
2	CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DE LA ECU	45
2.2	INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA	45
2.2.3	CLASIFICACIÓN GENERAL	45
2.1.2.	CLASIFICACION ESPECÍFICA	48
2.1.3.	SEÑALES BASES	49
2.2.	COMPUTADORES AUTOMOTRICES	50
2.3.	SISTEMAS ON-BOARD	52
2.3.1.	OBD I.....	52
2.3.2.	OBD II.....	53
2.3.3.	OBD III.....	61
2.4.	MEMORIAS.....	62
2.4.1.	INTRODUCCION.....	62
2.5.	TIPOS DE MEMORIA.....	63
2.5.1.	SEGÚN LA ALIMENTACIÓN (POLARIZACIÓN)	63
2.5.2.	SEGÚN LA ACCIÓN QUE SE PUEDE EJECUTAR.....	64
2.5.3.	POR LA FORMA DE ACCEDER A LA INFORMACIÓN	64
2.6.	MEMORIA ROM.....	64
2.6.1.	TIPOS DE ROMS	65
2.7.	MEMORIA RAM	67
2.7.1.	TIPOS DE RAM.....	68
2.8.	CAN BUS	69
2.8.1.	FORMATOS DE LOS MENSAJES	71
2.8.2.	PATRONES EXISTENTES.....	72
2.8.3.	DETECCIÓN DE FALLAS	73
2.8.4.	ANÁLISIS DEL SISTEMA CAN BUS DE DATOS.	77
2.8.5.	DESARROLLO DE UN CICLO DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	81
2.8.6.	DATAGRAMA.....	82
2.8.7.	GENERACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS	84
2.8.8.	ADJUDICACIÓN DE PRIORIDADES EN EL CAN BUS DE DATOS	85
2.8.9.	CAN BUS DEL ÁREA DE TRACCIÓN	87
2.8.10.	CAN BUS DEL ÁREA DE CONFORT	89
2.8.11.	CAN BUS DEL ÁREA DE DISPLAY	91
III.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SIMULADOR DE GESTIÓN	
	ELECTRÓNICA.....	96

3.1.	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	96
3.2.	SEÑALES A PROBAR.....	97
3.3.	PARÀMETROS CONSIDERADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SIMULADOR	99
3.3.1.	SENSOR DE PRESION Y TEMPERATURA DEL AIRE EN LA ADMISION.....	99
3.3.2.	SENSOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR. CKP	104
3.3.3.	SENSOR DE PICADO O GOLPETEO. KS	108
3.3.4.	SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE. WTS	110
3.3.5.	INYECTORES	112
3.3.6.	SENSOR DE OXIGENO. HEGO.....	113
3.3.7.	MOTOR PASÓ A PASO REGULACION RALENTI. IAC	116
3.3.8.	POTENCIOMETRO DE LA VALVULA REGULADORA. TPS	116
3.4.	DISEÑO DE LA TARJETA.....	118
3.5.	MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS – ELECTRÒNICOS.....	120
3.6.	CONEXIONES AL TABLERO DE INSTRUMENTACIÓN.....	122
3.7.	ANÁLISIS DE LA ECU.....	123
IV.	<i>PROCEDIMIENTOS Y PRUEBAS DEL EQUIPO</i>	126
4.1.	PROCEDIMIENTOS.....	126
4.2.	PRUEBAS	127
V.	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	137
5.1.	CONCLUSIONES.....	137
5.2.	RECOMENDACIONES.....	138
VI.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	140
VII.	<i>ANEXOS</i>	142

RESUMEN

Considerando el adelanto y desarrollo de la tecnología automotriz se ha visto la necesidad de crear este proyecto, con la finalidad de asesorar en forma teórica y práctica 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, entre otras de importancia.

El presente proyecto se encuentra dividido en 4 capítulos donde se señalan los aspectos más importantes para el desarrollo del mismo.

Así, en el Capítulo I constan los elementos eléctricos – electrónicos utilizados en las computadoras automotrices ECU, de los cuales se detalla su funcionamiento y aplicación.

En el Capítulo II, 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 principales a probar.

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

PRESENTACIÓN

El presente trabajo ha sido realizado como un aporte de consulta para el estudiante y profesional automotriz, interesado en el área de computadores automotrices tanto en la parte teórica y la práctica.

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

En el diseño y construcción se ha tomado en cuenta todos los accesorios y elementos necesarios para simular los sensores y actuadores, encargados a la vez de poner en funcionamiento a la ECU, además se ha dotado de entradas que nos permiten realizar mediciones y comprobaciones en las facetas de diagnóstico.

El equipo realizado permitirá potencializar una de las cualidades más importantes que debe poseer un técnico en Mecánica Automotriz que es su creatividad para realizar de manera óptima y eficiente, las comprobaciones y operaciones de reparación de computadoras en vista de la falta de diagramación electrónica interna de las ECU's, de las cuales generalmente solo se cuenta con los diagramas de los sistemas de inyección electrónica.

Cabe destacar que el diagnóstico del computador es el último escalón de los procedimientos de verificación de los sistemas de inyección y sólo se debe realizar después de un análisis preciso de determinación de mal funcionamiento del computador.

I. ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS UTILIZADOS EN EL AUTOMÓVIL

1.1. GENERALIDADES

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

El control por computadora de un sistema automotriz hace que este actúe y reaccione con más precisión y rapidez. En la actualidad la mayoría de vehículos 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, de censar todos los parámetros y condiciones de funcionamiento a través de la determinación de valores de temperatura, presión, posición, flujo entre otras, la mayoría de ellos se alimentan por señales de voltaje entregados por la ECU, a los que se los llama voltaje de referencia, así mismo son capaces de entregar señales características conocidas como voltaje de señal.

En la computadora, todos estos voltajes son interpretados por medio de circuitos integrados programados los que a su vez comandan el funcionamiento de los actuadores para lograr que el vehículo obtenga 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

¹ ECU: Unidad de control Electrónica

1.2. 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, que hoy en día ayuda al diagnóstico y reparación de los controladores mencionados.

1.2.1 ELEMENTOS PASIVOS

1.2.1.1 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.”²

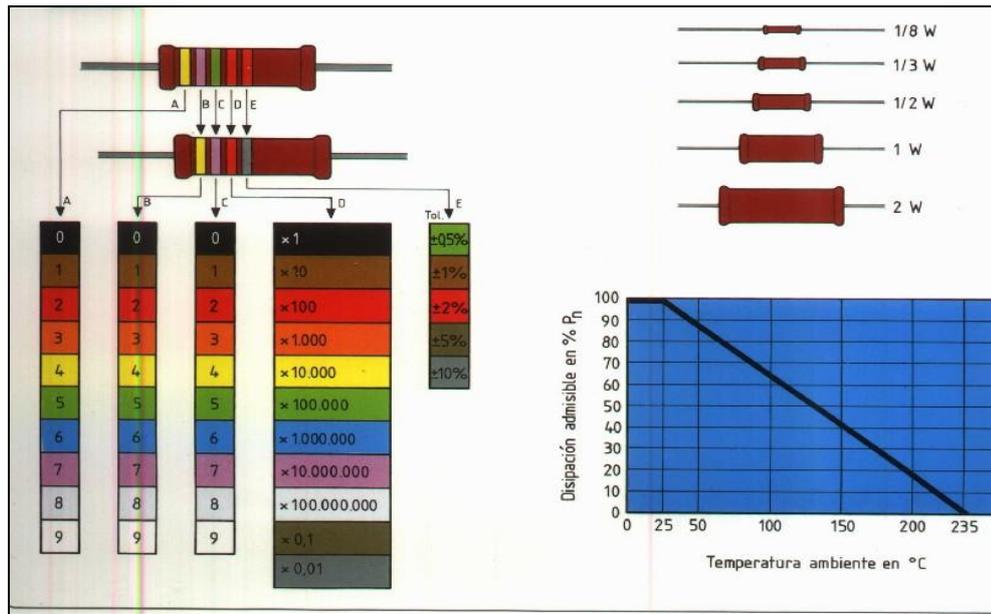
² Belove C; Enciclopedia de la Electrónica; Grupo Editorial OCEANO, Barcelona, 1990.

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 envolventes (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. Aún 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%.

Los valores óhmicos de las resistencias se suelen representar por medio de unos anillos de color, pintados en estas. Suelen ser en número de cuatro, y su significado es el siguiente:

- Anillo 1: Primera cifra.
- Anillo 2: Segunda cifra.
- Anillo 3: Número de ceros que siguen a los anteriores.
- Anillo 4: Tolerancia.

Tabla 1.1 Códigos de color de los resistores



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

1.2.1.2 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 1.2 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 μm 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 y 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 MΩ, 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.

1.2.1.3 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.”³



Figura 1.1 Capacitores

1.2.1.3.1 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 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 2 tienen constantes dieléctricas mucho

³ Usategui A; **Diseño y Aplicaciones Microcontroladores PIC**; Ediciones McGraw-Hill, Madrid, 1997, 221 págs.

mayores (de 200 hasta más de 10 000) y, por ello, mucho mayor eficiencia volumétrica. Sin embargo, sus características eléctricas son inferiores.

1.2.1.3.2 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.

También existe un 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.

La temperatura incide en las variaciones de la capacitancia, dependen de la magnitud de la capacitancia, voltaje nominal, tipo de electrolito o impregnante, etc.

1.2.1.3 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.

1.2.1.4 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.

1.2.1.4.1 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 resistencia.

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.

1.2.1.5 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 contra flujo 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.”⁴

1.2.1.5.1 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:

⁴ Demsey A; *Electrónica Digital Básica*; Ediciones Alfa omega, México, 1992, 280 págs.

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):

$$\boxed{\% Ef = \frac{Po}{Pi}(100)} \quad \text{Ec. 1.2}$$

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):

$$\text{Factor de potencia (PF)} = \cos \theta =$$

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

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.

1.2.1.6 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 automotrices. 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.”⁵

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).

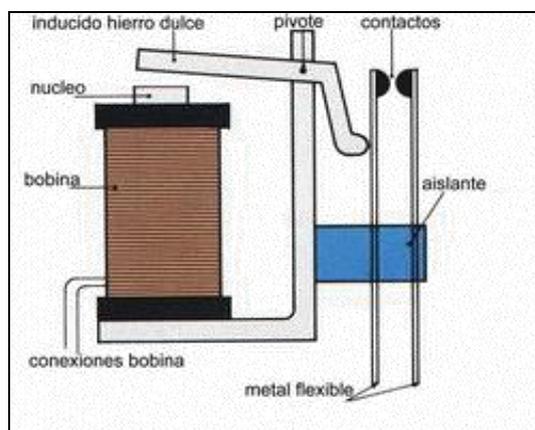


Figura 1.2 Estructura de un Relé

⁵ Guerrero A; Fundamentos de Electrotecnia; Ediciones McGraw-Hill, Madrid, 1996.

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.

En la figura 1.2 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 sobreponen 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 reposo 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.

1.2.2 ELEMENTOS ACTIVOS

1.2.2.1 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.

1.2.2.1.1 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 la relación: $C \propto (V - V_0)^{-2}$

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.

Es un tipo especial de diodo que se diferencia del funcionamiento de los diodos comunes, como el diodo rectificador (en donde se aprovechan sus características de polarización directa y polarización inversa).

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.

1.2.2.1.2 Aplicaciones

Los diodos tienen muchas aplicaciones, pero una de las más comunes es el proceso de conversión de corriente alterna (C.A.) a corriente continua (C.C), en este caso se usa un diodo como rectificador.

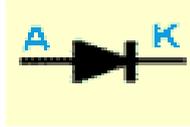


Figura 1.3 Símbolo del Diodo

1.2.2.2 RECTIFICADORES

El rectificador es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua. Esto se realiza utilizando diodos rectificadores, ya sean semiconductores de estado sólido, válvulas al vacío o válvulas gaseosas como las de vapor de mercurio.

Estos manejan 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.

1.2.2.3 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.

1.2.2.3.1 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.

1.2.2.3.2 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.

1.2.2.4 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.

1.2.2.4.1 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.

1.2.2.4.2 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 VSLI. En los circuitos LSI y en los primeros circuitos VSLI, 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.

1.2.2.4.3 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.

1.2.2.4.4 Fabricación de Circuitos Bipolares

La fabricación de un circuito integrado bipolar típico empieza con una tableta tipo p orientada en una dirección determinada, impurificada con boro, con resistividad de entre 5 y 20 Ω -cm. La primera etapa es la oxidación y de ahí se continúa a través de procesos complejos de construcción total. A continuación se encuentran la cantidad de mascarar mínimas para cada tecnología.

Tecnología	Máscaras
PMOS (semiconductor de metal y óxido de canal <i>p</i>), compuerta de aluminio	5
NMOS (MOS de canal <i>n</i>), 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

Tabla 1.3 Número de máscaras (incluyendo la protección contra rayaduras) requeridas para diferentes tecnologías

1.2.2.4.5 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

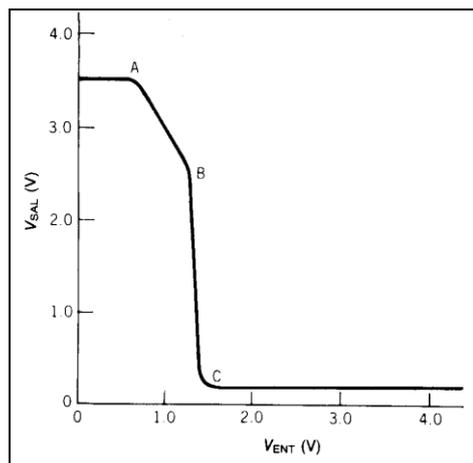


Figura 1.4 Gráfico comparativo lógica transistor

1.2.2.4.6 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. La reducción del tamaño empleando técnicas híbridas de construcción varía desde aproximadamente 5:1 hasta 20:1.

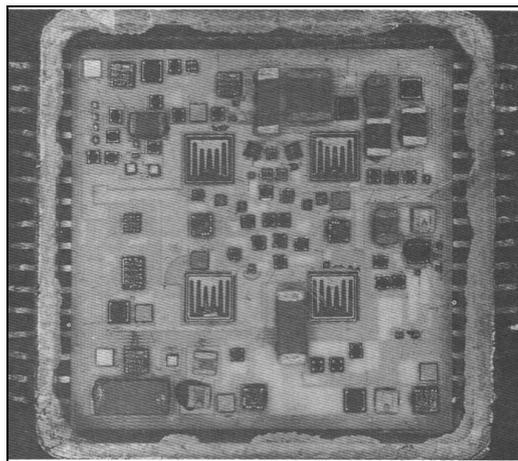


Figura 1.5 Construcción híbrida de película delgada

En la figura 1.5 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.

1.2.2.4.7 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.

1.2.3 GENERADORES DE ONDAS

1.2.3.1 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.

1.2.3.1.1 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 desfase

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 desfase RC de tres etapas proporciona un desfase extra de 180° , que cumple la condición de ángulo de fase para la oscilación.

1.2.3.1.2 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.”⁶

1.2.3.2 GENERADORES DE ONDAS CUADRADAS

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

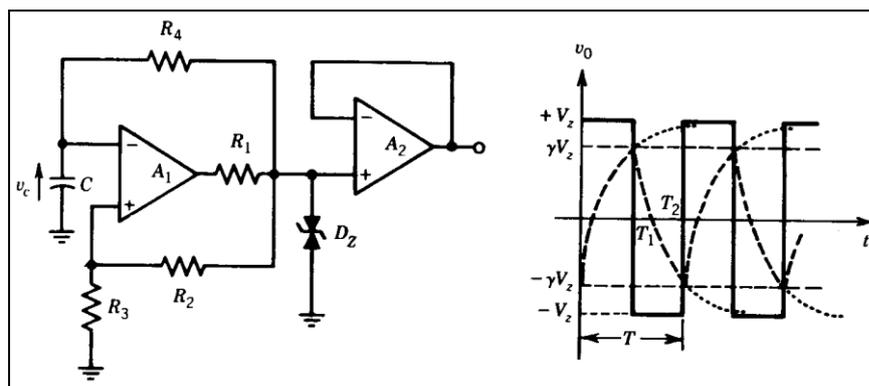


Figura 1.6 Generador de ondas cuadradas
Diagrama del circuito / forma de onda de salida

Es decir, la salida V_0 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 $T = T_1 + T_2$.

⁶ Usategui A; Microcontroladores PIC; Tercera Edición, Ediciones McGraw-Hill, Madrid, 2003, 357 págs

1.2.3.3 GENERADORES DE PULSOS

Las ondas de forma de pulsos suelen utilizarse en aplicaciones de cronometraje y muestreo. En la figura 1.7 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.

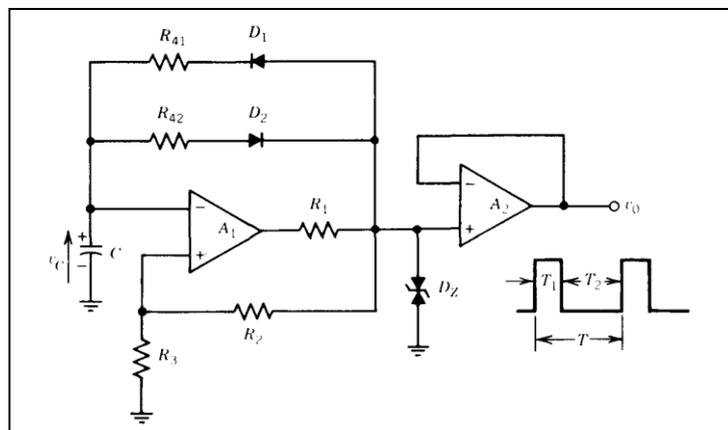


Figura 1.7 Generador de pulsos

1.2.4 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

1.2.4.1 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 1.8 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.

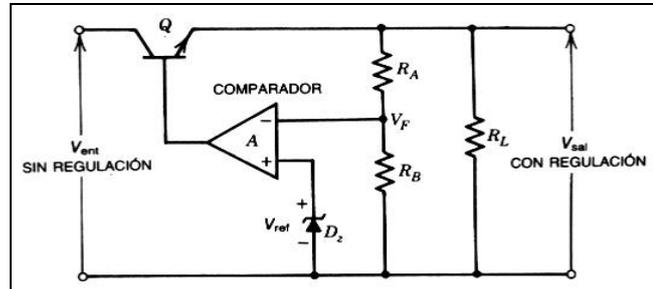


Figura 1.8 Regulador de voltaje con elemento de paso en serie

La referencia de voltaje se deduce del diodo Zener Dz.

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.

1.2.4.2 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 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.

1.2.4.3 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.

1.2.4.4 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 $\mu A7800$ y Lambda 1400. Otra clase es el tipo de voltaje ajustable, como el Fairchild $\mu A723$ 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.

1.2.4.5 REGULADORES DE CORRIENTE

En la figura 1.9 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.

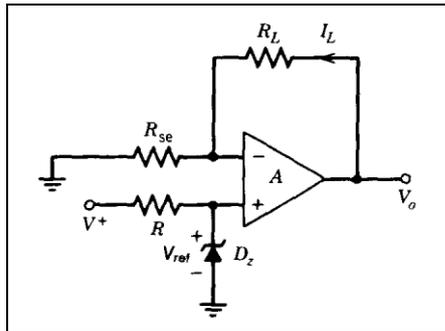


Figura 1.9 Circuito Regulador

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.

1.2.4.6 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.

En donde 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.

1.2.5 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.

1.2.5.1 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.

1.2.5.2 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, resolvidores y potenciómetros de inducción siguen siendo algunos de los transductores angulares más exactos.

1.2.5.3 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. A continuación 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 resolvidor 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 TTL (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:

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

Ec. 1.7

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

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

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.

1.2.5.4 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.

1.2.5.5 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.”⁷

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.

⁷ Tavernier C; **Microcontroladores de 4 y 8 Bits**; Editorial Paraninfo, Madrid, 1995, 234 págs.

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 QD, 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 $\frac{1}{3} V_{cc}$, 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 QD 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.

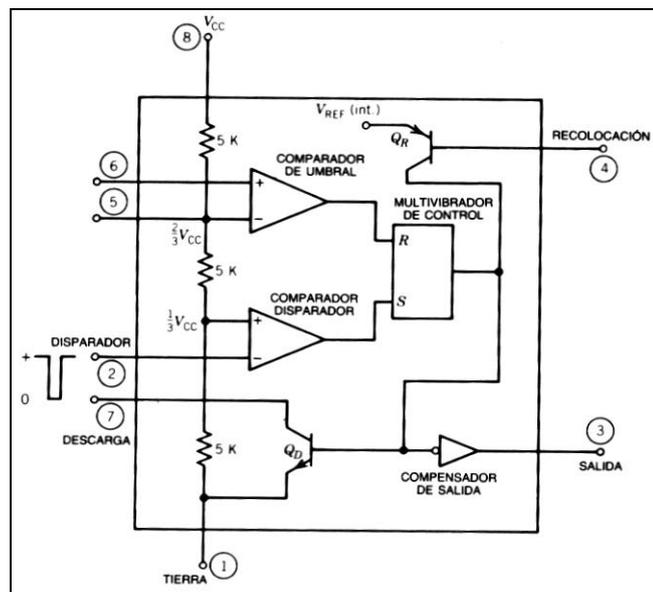


Figura 1.10 Arquitectura Interna del CI 555

Operación monoestable (un disparo)

Inicialmente, antes de que dé comienzo la serie de eventos, el multivibrador de control mantiene el transistor QD “encendido”, haciendo que el capacitor externo C1 se ponga en cortocircuito a tierra. Cuando el comparador disparador detecta un voltaje menor que $1/3 V_{cc}$ (en el borde negativo), se coloca el multivibrador de control, liberando el cortocircuito de C1 al apagar QD. En este momento, la salida pasa al estado “alto”. El voltaje entre las terminales de C1 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 Q1 y descarga C1, 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.

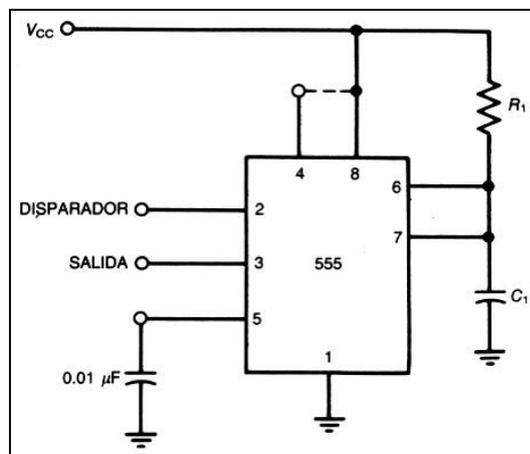


Figura 1.11 Operación monoestable del CI 555

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, R2.

Cuando se aplica la energía al circuito, el capacitor C1 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 R1 y R2. Cuando el voltaje del capacitor llega al nivel umbral de $2/3 V_{cc}$, la salida pasa al estado “bajo” y se

activa QD. El capacitor de sincronización se descarga ahora a través de R2. 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.”⁸

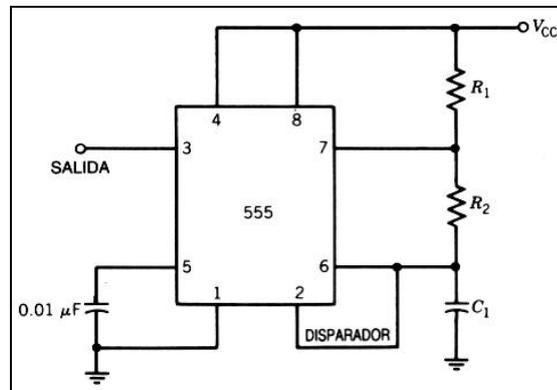


Figura 1.12 Operación astable del CI 555

⁸ www.chipdoc.com

2 CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DE LA ECU

2.2 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE INYECCIÓN 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.

El sistema de inyección electrónica está diseñado para suministrar la cantidad adecuada de combustible al motor en todas las condiciones de operación y demandas del conductor, este posee un suministro de combustible más homogéneo a cada cilindro, dentro de las ventajas importantes del sistema esta que tenemos un mejor rendimiento de nuestro motor este consume menor combustible además de que contamina menos.

2.2.3 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.

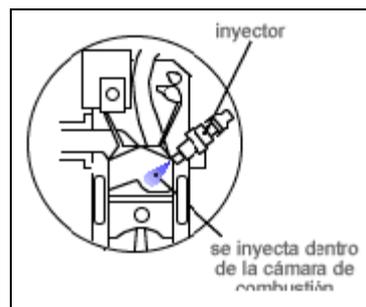


Figura 2.1 Inyección Directa

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.

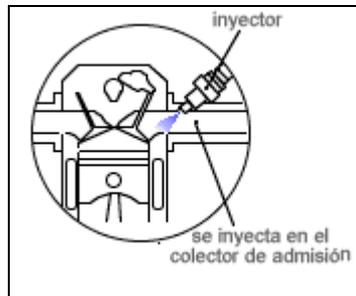


Figura 2.2 Inyección Indirecta

b) Por el número de inyectores.

1. Existen sistemas con inyector único (Monopunto o TBI throttle body injection)

2. Sistemas con inyector en cada cilindro (Multipunto)

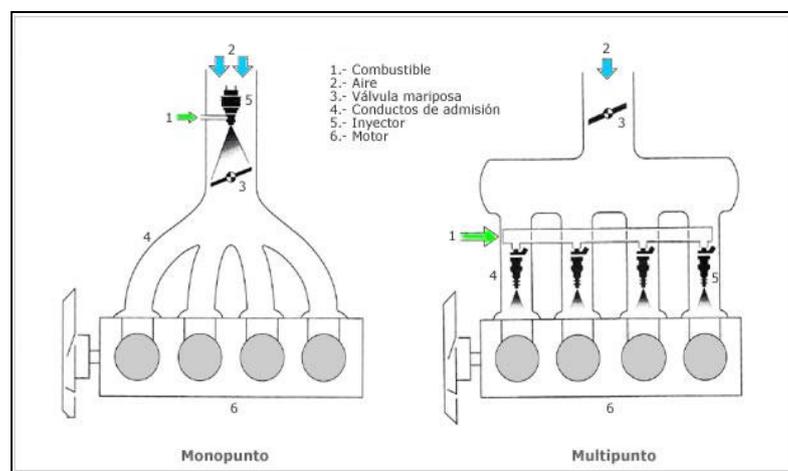


Figura 2.3 Sistema Monopunto y Multipunto

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 Semisecuencia 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).

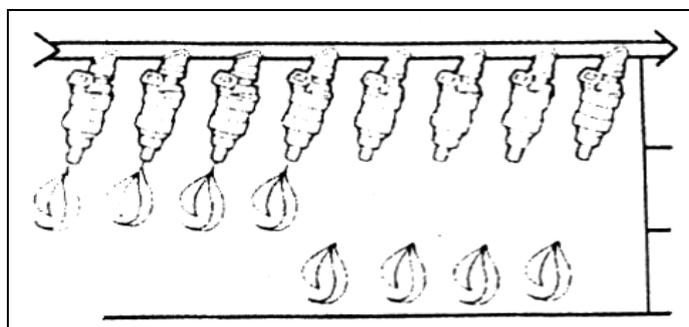


Figura 2.4 Inyección semisecuencia

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

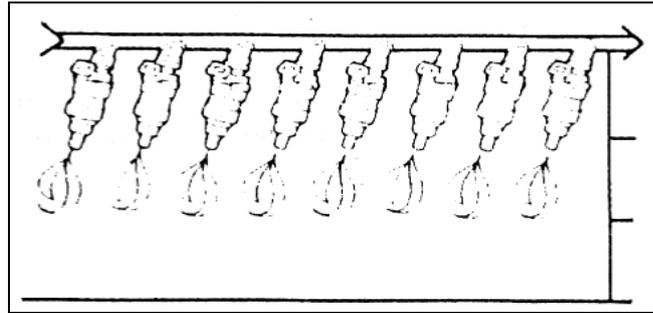


Figura 2.5 Inyección simultánea

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).

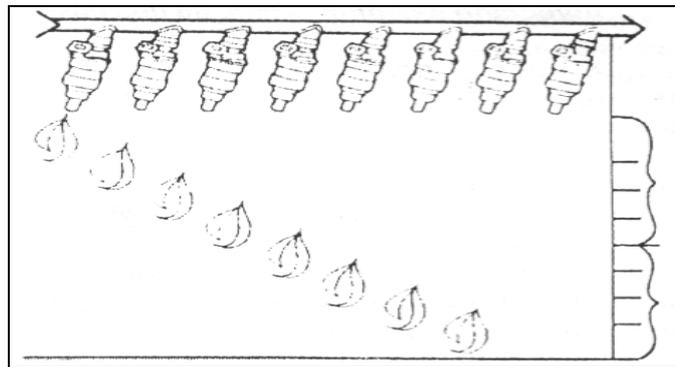


Figura 2.6 Inyección secuencial

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 ECU.
- 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 ECU 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 ECU.
- 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 ECU 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.”⁹

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 ECU 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.

⁹ Martí A; Encendido Electrónico; Ediciones Marcombo S. A, Barcelona, 1991, 101 págs.



Figura 2.7 ECU Peugeot 206

“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”¹⁰

2.3. SISTEMAS ON-BOARD

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 ECU ha detectado una falla.

Los sistemas OBD I no detectan muchos problemas relacionados con la emisión de gases, como fallas con el convertidor catalítico.”¹¹

¹⁰ Erazo G; Apuntes de Inyección Electrónica de Gasolina, ESPE-L, 2006.

¹¹ www.redtécnicaautomotriz.com

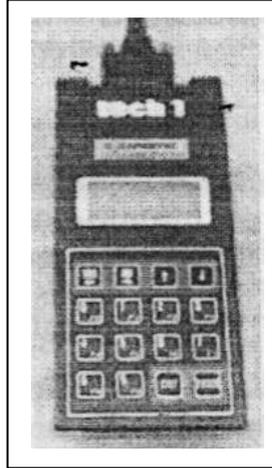


Figura 2.8 Tech 1

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 (Módulo 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, a continuación se listan los componentes primarios del sistema de control de emisión:

- Catalizador
- Pérdidas de chispa
- Sistema evaporativo
- Sistema de combustible
- Sensor de oxígeno
- EGR Recirculación de gases de escape
- Sistema secundario de inyección de aire.
- Sistema de calentamiento del catalizador.

Tabla 2.1 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 de la Estandarización diagnóstico a bordo

Con la estandarización se 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, acceso continuo a actualizaciones de los parámetros y datos del motor, información en cuadros de congelamiento de datos.

Definición de OBD II

“Es una serie de regulaciones aplicadas 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 falla 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 complejidad se incrementan significativamente.

Componentes adicionales el sistema podrá ser requerido por la mayoría de los monitoreos, ejemplo sensores de oxígeno 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 diagnóstico 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

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

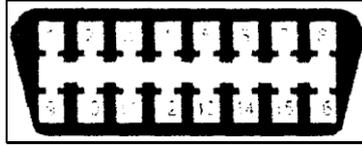


Figura 2.9 Ubicación de pines Conector de Diagnóstico

Comunicación con el Scanner

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

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 ensambladoras:

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 de Ingenieros Automotrices SAE publicó la norma J2012 que estandariza el formato de los códigos de falla. Este formato permite que los scanner genéricos puedan acceder a cualquier sistema.

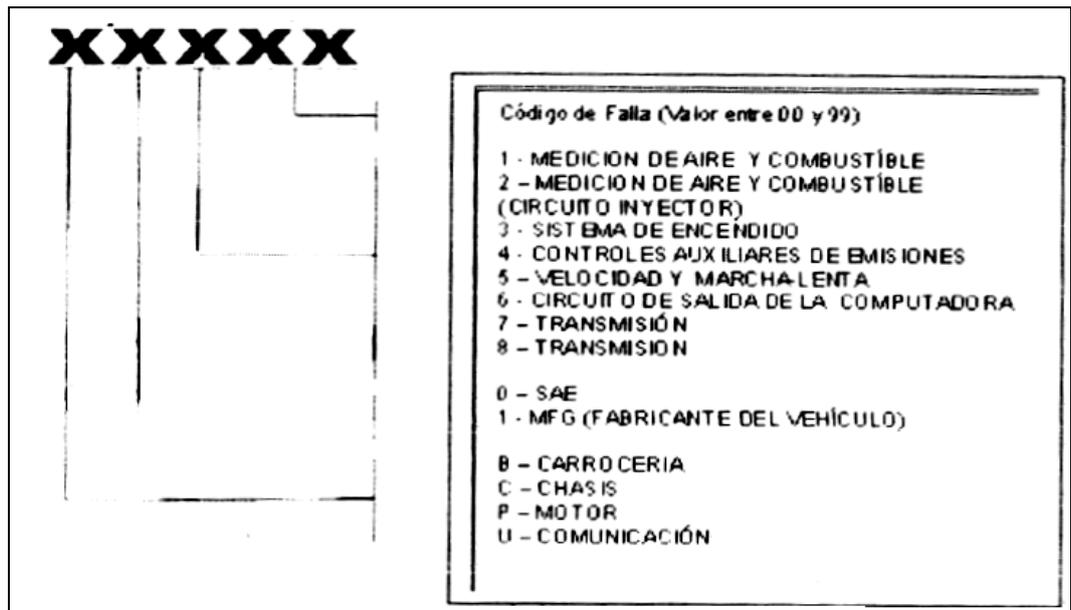


Figura 2.10 Interpretación de los códigos de falla

Los DTC's son códigos alfanuméricos de tres dígitos precedido por los siguientes asignadores:

- Bo. Código de carrocería, controlado por SAE
- B1. Código de carrocería, controlado por e 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 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
- 0.- SAE
- 1.- MRG (Fabricante del vehículo)
- B.- Carrocería
- C.- Chasis
- P.- Motor

U.- Comunicación¹²

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 2.11 Tech 2

¹² www.elmundomotor.elmundo.es

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 se está 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 número VIN del vehículo y podrá diagnosticar códigos que estén presentes. El sistema podrá reportar automáticamente problemas de emisiones vía celular o un vínculo 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 ya que estos podrán ser monitoreados 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, más sencillo, con mayor claridad para el diagnóstico, mayores códigos de fallas para un diagnóstico preciso, evitará las horas perdidas en detección y corrección de fallas, ahora cualquier técnico en fuel inyección o mecánico podrá arreglar un vehículo 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.”¹³

2.4. MEMORIAS

2.4.1. INTRODUCCIÓN

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.

¹³ www.redtécnicaautomotriz.com

“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 está separada de la memoria interna. La memoria auxiliar, tiene la capacidad de almacenar enormes cantidades de datos sin necesidad que haya corriente eléctrica.

CARACTERÍSTICAS 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.

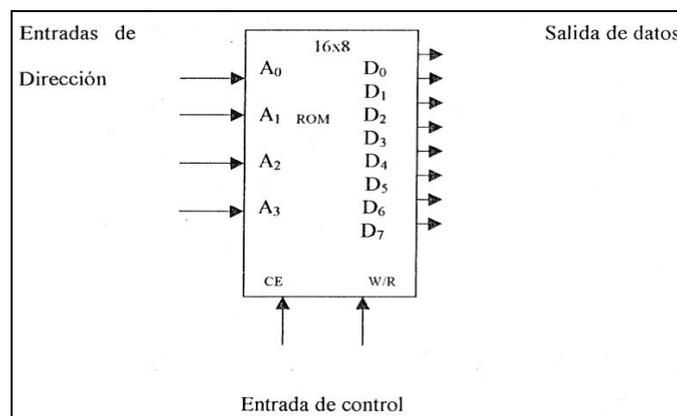


Figura 2.12 Diagrama de bloques en ROM

Las salidas de datos de muchos circuitos integrados de ROM son salidas de tres estados para permitir la conexión de muchos circuitos 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 comunes.

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 borrrable (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 sólo algunas

celdas, las UV borran todas las celdas al mismo tiempo, por lo que una EPROM borrada almacena solamente unos dígitos. Una vez borrada, la EPROM puede programarse.

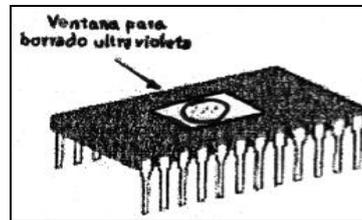


Figura 2.13 Encapsulado común para EPROM

- 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 luz ultravioleta, 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.”¹⁴

¹⁴ Belove C; Enciclopedia de la Electrónica; Grupo Editorial OCEANO, Barcelona, 1990.

2.8. CAN BUS

El can bus (Bus Controller Area Network) fue desarrollado por la empresa alemana Bosch a mediados de los años ochenta.

El CAN es un protocolo de comunicación serial sincrónica o sincronismo entre los módulos conectados a una red y hecho en relación con el inicio de cada mensaje lanzado al bus (evento que ocurre en intervalos de tiempo conocidos y regulares).

Trabaja basado en el concepto multiservidor, donde todos los módulos pueden ser servidor (maestro) en determinado momento y esclavo en otro, más allá de sus mensajes que son enviados en el régimen *multicast*, caracterizado por el envío de todos y de cualquier mensaje a todos los módulos existentes en la Red.

Otro punto fuerte para este protocolo es el hecho de ser fundamentado en el concepto CSMA/CD con NDA (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection with Non – Destructive Arbitration). Lo que quiere decir, que todos los módulos verifican el estado del bus, analizando si otro módulo está o no enviando mensajes con mayor prioridad. En caso de que sea percibido, el módulo cuyo mensaje tiene menor prioridad deja de ser transmitido y el de mayor prioridad continúa enviando su mensaje desde el punto sin tener que reiniciarlo.

Otro concepto interesante es el NRZ (Non Return to Zero), donde cada bit (0 ó 1) es transmitido por un valor de tensión específico y constante.

La velocidad de transmisión de datos es inversamente proporcional a la Longitud del bus. La mayor tasa de transmisión especificada es de 1 Mbps, considerando un bus de 40 metros. La figura 2.14 representa la relación entre la longitud de la red (bus) y la tasa de transferencia de los datos.

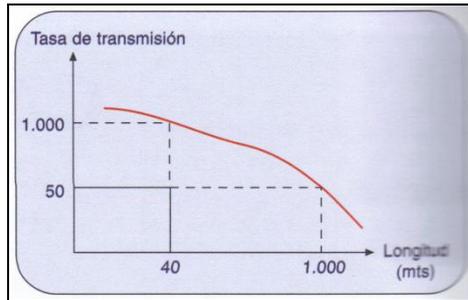


Figura 2.14 Relación Red Bus vs Tasa de Transferencia de Datos

Considerando los cables eléctricos como medio de transmisión de datos, existen tres formas de construir un bus CAN, dependiendo de la cantidad de cables utilizados. Existen redes basadas en 1, 2 y 4 cables. Las redes con 2 y 4 cables trabajan con las señales de datos CAN_H (CAN High) y CAN_L (CAN Low). En el caso de un bus con cuatro cables, dos de las señales de datos, un cable con VCC (alimentación) y otro con GND (referencia) hacen parte del bus, llevando la alimentación a dos terminaciones activadas de la red. Las redes con un solo cable tienen a éste como el cable de datos y es llamado exclusivamente línea CAN.

Considerando el CAN fundamentado en 2 y 4 cables, sus conductores eléctricos deben ser trenzados y no blindados. Los datos enviados a través de la red deben ser interpretados por el análisis de la diferencia del potencial entre los cables CAN_H y CAN_L. Por lo cual el bus CAN es clasificado como Par Trenzado Diferencial. Este concepto disminuye fuertemente los efectos causados por las interferencias electromagnéticas; cualquier acción sobre uno de los cables es sentida también por el otro, causando fluctuaciones en ambas señales para el mismo sentido y con la misma intensidad. Como lo que vale para los módulos que reciben los mensajes es la diferencia de potencial entre los conductores CAN_L y CAN_H (está permanece inalterada) la comunicación no es perjudicada.

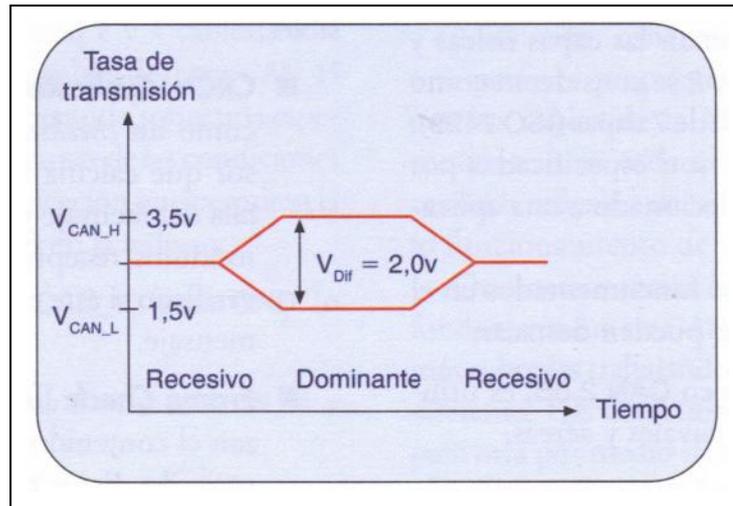


Figura 2.15

En el CAN, los datos no son representados por bits en nivel “0” o nivel “1”. Son representados por bits dominantes y bits recesivos, creados en función de la condición presente de los cables CAN_H y CAN_L. La figura 2.15 ilustra los niveles de tensión en una red CAN, así como los bits dominantes y recesivos.

De acuerdo con lo mencionado, todos los módulos pueden ser servidor y enviar sus mensajes. Por lo tanto, el protocolo es suficientemente robusto para evitar. Las colisiones entre mensajes, analizando el comportamiento de dos módulos enviando al mismo tiempo mensajes diferentes. Después de enviar un bit, cada módulo analiza el bus, verifica si otro módulo en la red lo sobrescribe (vale adicionar que un bit dominante sobrescribe eléctricamente un bit recesivo). Un módulo interrumpe inmediatamente su transmisión cuando percibe que otro módulo está enviando un mensaje con prioridad mayor.

2.8.1. FORMATOS DE LOS MENSAJES

Existen dos formatos de mensajes en el protocolo CAN:

- CAN 2.0A: mensajes como identificador de 11 bits. Es posible tener hasta 2.048 mensajes en una red constituida sobre formato, aunque puede ser

una limitación de determinadas aplicaciones. La figura 2.16 presenta el cuadro de mensajes del CAN 2.0A.

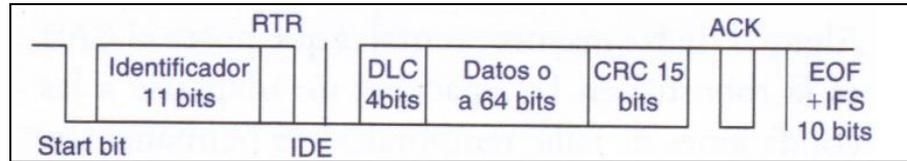


Figura 2.16 Mensaje Formato Can 2.0A

- CAN 2.0B: mensajes con identificador de 29 bits. Es posible tener hasta 537 millones de mensajes en una red constituida sobre este formato. Por lo tanto, no hay limitación de mensajes. La figura 2.17 presenta un cuadro de mensaje del formato CAN 2.0B.

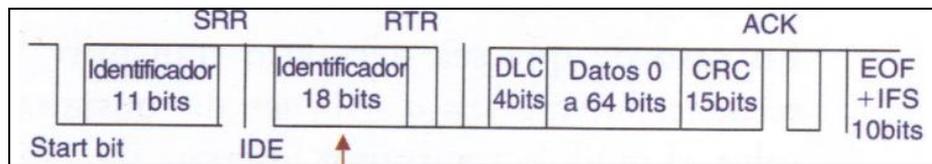


Figura 2.17 Mensaje Formato Can 2.0B

2.8.2. PATRONES EXISTENTES.

Los fundamentos del CAN son especificados por dos normas: la ISO 11898 y la ISO 11519 – 2 la ISO 11898 determina las características de una red trabajando con alta velocidad de transmisión de datos (de 125 Kbps a 1 Mbps). La ISO 1151 – 2 determina las características de una red trabajando con baja velocidad (de 10 Kbps a 125 Kbps).

Ambos patrones determinan las capas físicas y de datos, respectivamente 1 y 2 se consideran como patrón de comunicación OSI de 7 capas (ISO 7498).

Las demás capas de 3 y 7, son especificadas por otros patrones, cada uno relacionado a una aplicación específica.

Existen diversos patrones fundamentados en el CAN, dentro de los cuales se pueden destacar:

- NMEA 2000: basado en CAN 2.0B, es utilizado en aplicaciones navales y aéreas.
- SAE J1939: basado en CAN 2.0B es utilizado en aplicaciones automotrices, especialmente en autobuses y camiones.
- DIN 9684 LBS: basada en CAN 2.0A, es utilizado en aplicaciones agrícolas.
- ISO 1173: basada en CAN 2.0B, es también utilizado en aplicaciones agrícolas.

2.8.3. DETECCIÓN DE FALLAS

Algunas de las mayores ventajas que posee el CAN es la robustez en al capacidad de adaptarse a las condiciones de falla, temporales y/o permanente.

Se pueden clasificar las fallas de una red CAN en tres categorías de niveles: nivel de bit, nivel de mensaje y nivel físico.

Nivel de bit: Posee dos tipos de errores posibles:

Bit monitoring: después de escrito un bit dominante, el módulo transmisor verifica el estado del bus. Si el bit leído es recesivo, significará que existe un error en el bus.

Bit stuffing: Solamente cinco bits pueden tener el mismo valor (dominante o recesivo).

En caso de que sea necesario transmitir secuencialmente seis o más bits del mismo valor, el módulo transmisor insertará inmediatamente después de cada

grupo de cinco bits consecutivos iguales, un bit de valor contrario. El módulo receptor queda encargado para que durante la lectura pueda retirar este bit, denominado Staff bit. En caso de que un mensaje sea recibido con seis bits consecutivos iguales, hay un error que está ocurriendo en el bus.

Nivel de mensaje: son tres tipos de errores posibles:

CRC o Cyclic Redundancy Check: funciona como un *checksum*. Es un módulo transmisor que calcula un valor en función de los bits del mensaje y lo transmite junto a él, los módulos receptores recalculan este CRC y verifican si éste es igual al transmitido con el mensaje.

Frame Check: los módulos receptores analizan el contenido de algunos bits del mensaje recibido. Estos bits (sus valores) no mudan de mensaje a mensaje y son determinados por el patrón CAN.

Acknowledgment Error Check: los módulos receptores responden a cada mensaje completo recibido, escribiendo un bit dominante en el campo ACK de un mensaje respuesta que es enviado al módulo transmisor. En el caso que un mensaje respuesta no sea recibido por el transmisor, significa que el mensaje de datos transmitido está corrupto o ningún módulo ha recibido.

Cuando se detecta una de las fallas mencionadas por uno o más módulos receptores, hace que estos coloquen un mensaje de error en el bus avisando a toda la red que el mensaje contiene un error y que el transmisor debe reenviar el mensaje.

Adicionalmente a cada mensaje erróneamente transmitido y recibido, un contador de errores es incrementado a una de las unidades de los módulos receptores, y en ocho unidades de transmisor. Módulos con estos contadores iguales a cero son considerados normales. Para los casos en que contadores contengan valores entre 1 y 127, los módulos son considerados de *Error Active*. Los contadores que contengan valores entre 128 y 256, los módulos son considerados de *Error*

Passive. Para los contadores que contengan valores superiores a 256, los módulos son considerados en *Bus Off* y no pasan más al bus.

Estos contadores también son disminuidos a medida que los mensajes correctos son recibidos, que reduce el grado de incertidumbre en relación con la actividad de los módulos; sin embargo, con los contadores con valores diferentes a cero, se posibilita nuevamente la plena participación de ellos en el bus.

Nivel físico: para los bus con 2 y 4 cables, en el caso que ocurra un error en los cables de datos CAN_H y CAN_L, la red continuará operando sobre una especie de modo de seguridad. Algunas de las condiciones de falla en las líneas de comunicación que permiten la continuidad de las actividades en la red son:

1. Corto de CAN_H (o CAN_L) para GND (o VCC).
2. Corto entre los cables de datos CAN_H y CAN_L.
3. Ruptura en CAN_H (o CAN_L).

Una red CAN, dependiendo de su aplicación, puede tener una centena de módulos conectados.

El valor máximo para una conexión de módulos en un bus depende de la norma que se utiliza en determinada aplicación.

Toda red CAN posee dos terminadores. Estos terminadores son resistencias con valores entre 120 y 124 ohmios, conectados a la red para garantizar una perfecta propagación de las señales eléctricas por los cables de la misma. Los terminadores se encuentran en cada uno de los extremos garantizando la reflexión de las señales en el bus y un correcto funcionamiento de la red CAN.

Otra característica en determinadas aplicaciones fundamentales en CAN, es que puede tener dos o más subredes trabajando, cada una, en una velocidad diferente. Los datos son transferidos de una subred para otra por medio de módulos llamados *Gateways*.

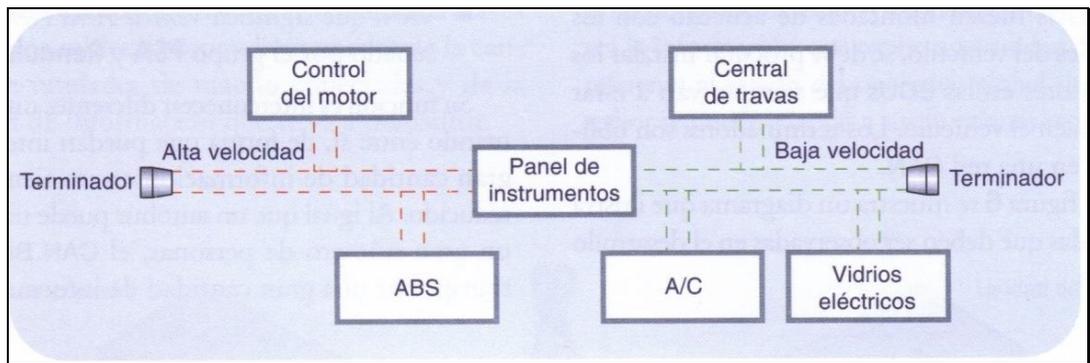


Figura 2.18 Red Can

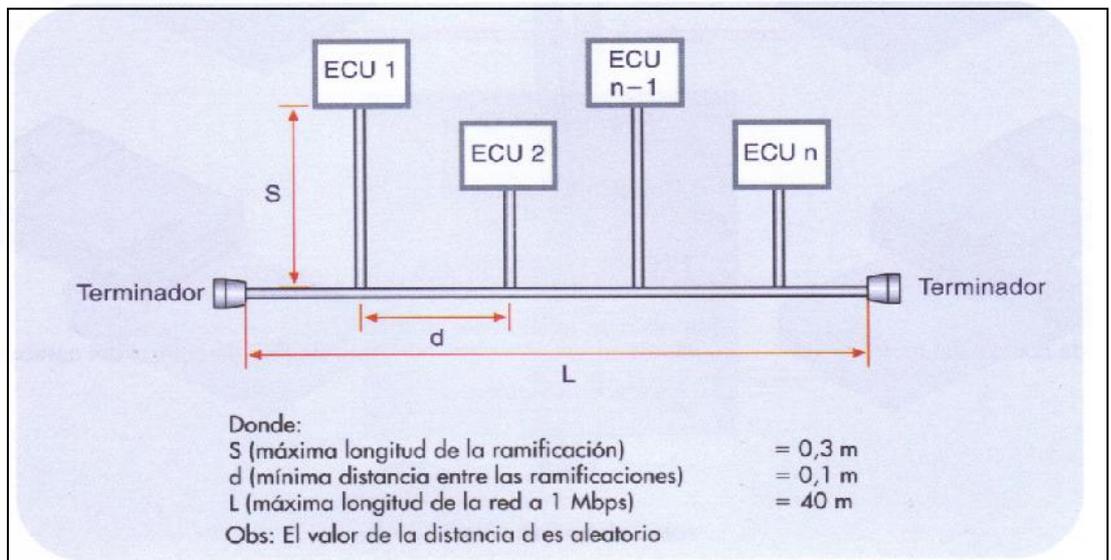


Figura 2.19 Medidas Observadas en el desarrollo del Lazo

La figura 2.18 ilustra una red CAN de un sistema automotriz, con dos subredes y dos terminadores. El *Gateway* de esta aplicación es el panel de instrumentos. Bus es un término técnico que presenta los conductores eléctricos de las líneas de comunicación y la forma como estos son montados. A pesar de parecer simple, el acto de interconectar los módulos requiere bastante atención.

Sobre el cableamiento es necesario considerar que una aplicación CAN de dos cables, debe utilizar un par trenzado donde la sección transversal de cada uno de los cables debe ser un mínimo de 0.35 mm^2 .

Los dos terminadores (resistencias de aproximadamente 120 ohmios), desde el punto de vista teórico, pueden ser instaladas en los extremos del lazo, directamente en los cables de datos CAN_H y CAN_L.

Desde el punto de vista práctico es extremadamente complejo. Lo que se debe hacer es adicionar los terminadores en dos ECUs (Unidades de Control Electrónico) conectadas en los extremos de la red.

Si las ECUs fuesen montadas de acuerdo con los opcionales del vehículo, se debe procurar instalar los terminadores en las ECUs que siempre van a estar presentes en el vehículo. Los terminadores son obligatorios en una red CAN.

En la figura 2.19 se muestra un diagrama que ilustra las medidas que deben ser observadas en el desarrollo de lazos.

2.8.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA CAN BUS DE DATOS.

En el automóvil actual crecen cada día las exigencias con respecto a la contaminación, confort de marcha, seguridad en la conducción y consumo de combustible. Estas exigencias obligan a un intercambio cada vez mayor de información entre las distintas unidades de mando (control).

Ha llegado un momento en el cual, el intercambio de información mediante cables individuales interconectados entre las unidades de mando supone un aumento de volumen y peso que empezaba a ser insostenible. Un vehículo actual cuenta con unos 2 Km de cable que suponen unos 50 Kg de peso. La solución a este problema consiste en la utilización del CAN Bus o Multiplexado en los automóviles.

Son dos los sistemas empleados en la actualidad:

1. CAN, que significa, *Controller Area Network* (red de área del controlador), diseñado por Bosch.
2. VAN, que significa *Vehicle Area Network*, diseñada por el grupo PSA y Renault.

Su función es interconectar diferentes unidades de mando entre sí, de forma que puede intercambiar gran cantidad de información en un tiempo muy reducido. Al igual que un autobús puede transportar un gran número de personas, al CAN Bus puede transportar una gran cantidad de información.

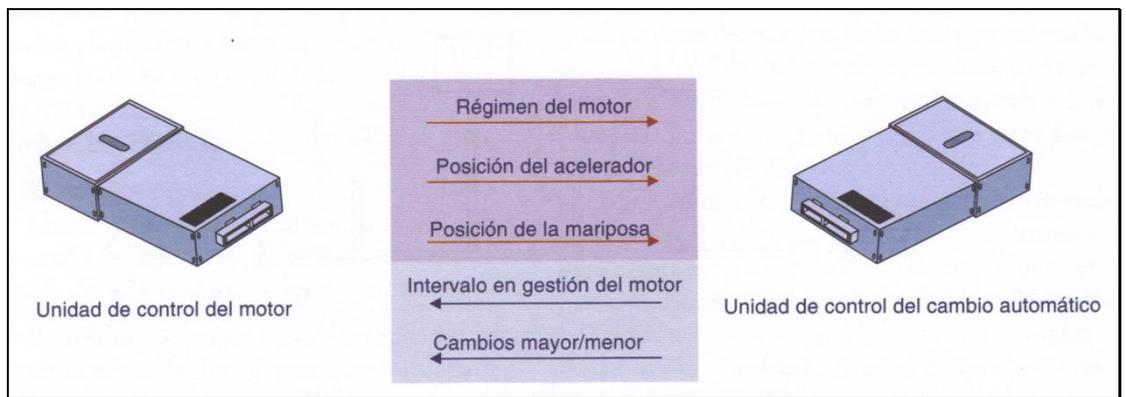


Figura 2.20 CAN Bus

En este sistema cada información tiene su propio cable. En el ejemplo son necesarios 5 cables para interconectar la unidad de control del motor con la del cambio automático. Con cada información adicional crece el número de cable y el de pines de las unidades de mando.

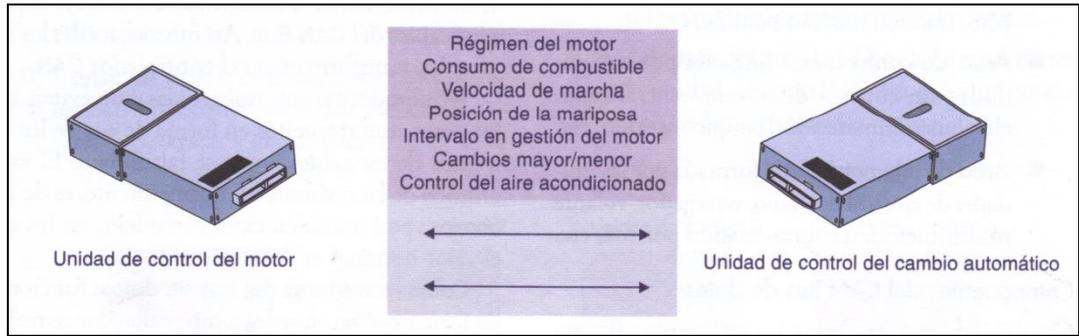


Figura 2.21 CAN Bus 2 Cables

Con este sistema toda la información se transmite a través de dos cables bidireccionales. Los dos cables transmiten la misma información. La ventaja del CAN Bus respecto al método convencional se ve, ya que toda la información se transmite a través de dos cables, independientemente de la cantidad de unidades de mando conectadas y de la cantidad de información que se va a transmitir.

La comunicación de datos a través del CAN Bus funciona de forma parecida a una conferencia telefónica. Los datos de cada unidad de control son codificados electrónicamente y transmitidos en la red y las otras unidades los reciben si son útiles. Cuando mayor sea la información que recibe una unidad de control referente al estado del operativo global del sistema, mejor se puede adaptar a sus funciones específicas.

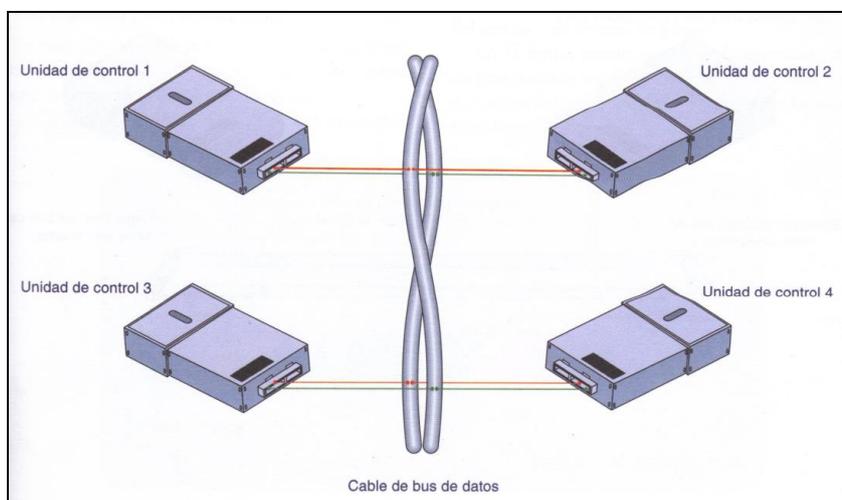


Figura 2.22 Cable de Bus de Datos

En los vehículos podemos encontrar tres redes distintas:

- Área de tracción, está formada por las unidades de control de: motor, cambio automático, ABS, tracción total, suspensión, etc.
- Área de confort, está formada por las unidades de control de: cierre centralizado, elevalunas, climatizador, parqueo asistido, etc.
- Área de telemetría, está formada por las unidades de control de radio, navegador, volante multifunción, teléfono, mando por voz, etc.

2.8.4.1. Componentes del CAN Bus de Datos

Consiste en un controlador un transceptor, dos resistencias como elementos final de bus (terminadores) y dos cables para la transmisión de datos, todos los componentes, menos los cables de datos, están alojados en las unidades de mando, a continuación se detalla:

Controlador CAN

Recibe la unidad de mando los datos que van ser transmitidos, los acondiciona y los envía al transceptor CAN. A su vez recibe los datos de transceptor CAN, los acondiciona y los pasa al microprocesador de la unidad de control.

Transceptor CAN

Es un transmisor/receptor. Transforma los datos del controlador CAN y los pasa a los cables CAN Bus. Así mismo recibe los datos y los transforma para el controlador CAN.

Terminadores

Son resistencias que evitan que los datos sean devueltos en forma de eco de los extremos de los cables y que se falsifiquen. El valor óhmico de las resistencias, normalmente es de 120 ohmios, pero también existen modelos en los que el valor nominal es de 66 ohmios.

Cables exteriores de bus de datos

Funciona de forma bidireccional y a través de ellos se realiza la transmisión de datos, se denominan CAN High (señales de nivel lógico alto) y CAN Low (señales de nivel lógico bajo).

Los datos transmitidos por el CAN bus no tienen destinatario. Se transmiten por el BUS y generalmente los reciben y analizan todos los abonados.

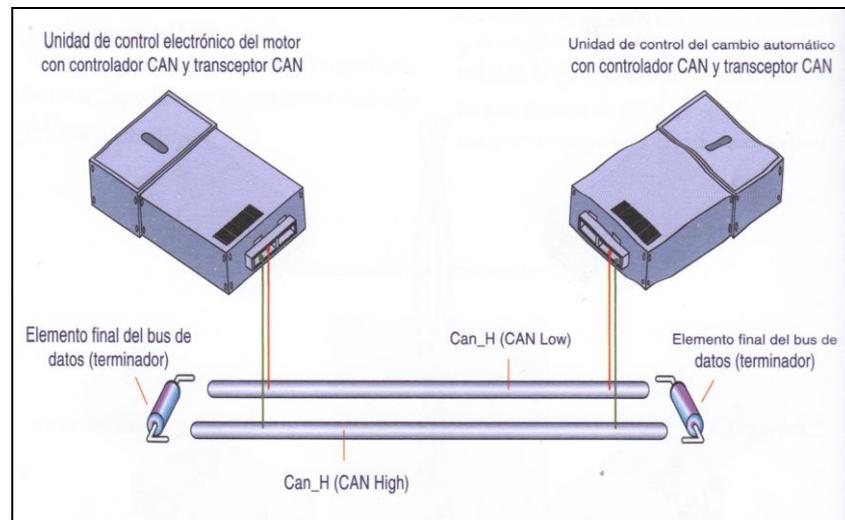


Figura 2.23 Cables Exteriores del Bus de Datos

2.8.5. DESARROLLO DE UN CICLO DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Proveer datos

La unidad de mando provee los datos al controlador CAN, para que los transmita.

Transmitir datos

El transceptor CAN recibe los datos del controlador, los transforma en señales eléctricas y los transmite.

Recibir datos

Todas las unidades de control son receptores

Revisar datos

Las unidades de control revisan los datos para determinar si le son útiles o no para el desarrollo de sus funciones.

Adoptar datos

Si los datos son importantes, la unidad de control lo adopta y procesa; si no son importantes los ignora.

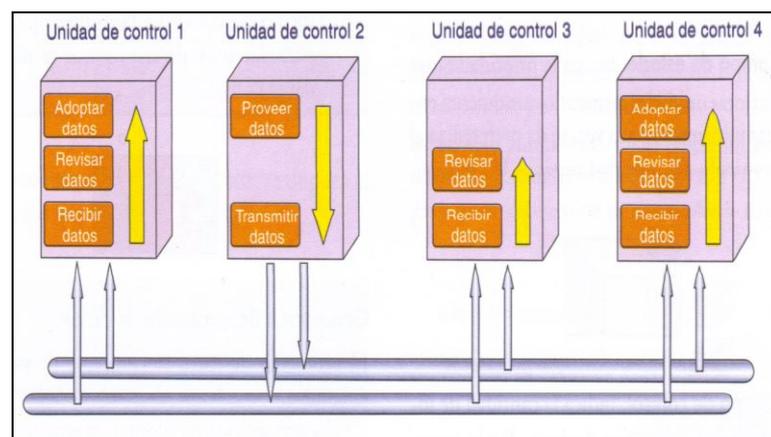


Figura 2.24 Ciclo de Transmisión de Datos

2.8.6. DATAGRAMA

En intervalos breves de tiempo se transmite un protocolo de enlace entre las unidades de control, que está compuesto por siete secciones.

Consiste en un gran número de bits enlazados. La cantidad de bits de un protocolo depende del tamaño del campo de datos. En la figura 2.25 puede apreciarse la estructura de un protocolo de enlace de datos. Por seguridad, los dos cables del bus transmiten exactamente los mismos datos.

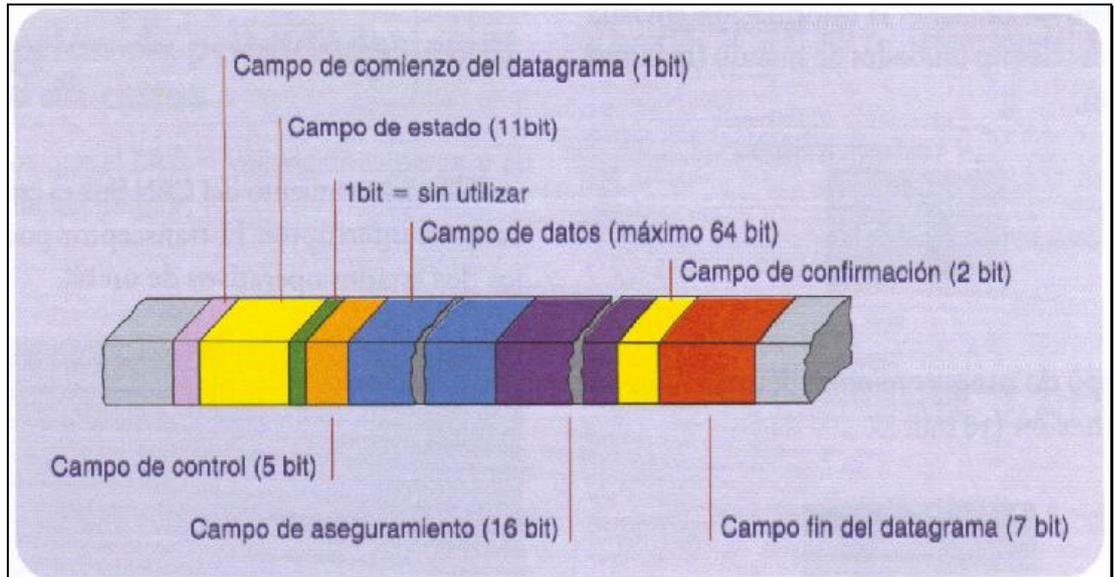


Figura 2.25 Datagrama

2.8.6.1. Campos de Datagrama

- Campo de comienzo del datagrama
 Marca el inicio del protocolo de enlace de datos. En el cable CA_H se transmite un bit de 5V (2,5 en tracción), y en el cable CAN_L se transmite un bit de 0V.
- Campo de estado
 Marca la propiedad entre distintas unidades de mando que quieren enviar información a la vez, se da preferencia al protocolo de prioridad superior (11 bit).
- Campo de control
 Indica la cantidad de información del campo de datos. Por lo tanto, cada receptor puede revisar si ha recibido la información completa (6 bit).
- Campo de datos
 Es la información enviada para las demás unidades de mando (máximo 64 bits).

- Campo de aseguramiento
Detecta fallos en la conexión (16 bits).
- Campo de confirmación
El receptor informa al transmisor que ha recibido correctamente los datos. En caso de fallo, informan al transmisor para que éste repita la transmisión (2 bits).
- Campo de fin datagrama
Finaliza el protocolo de datos. Es la última oportunidad para dar aviso de error y que se repitan los datos (7 bit).

2.8.7. GENERACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS

El protocolo de datos se compone de varios bits enlazados. Cada bits sólo puede adoptar un estado “0” ó “1”. La forma más sencilla de esta operativo “1” sería un interruptor cerrado (lámpara encendida) y de estado “0”, interruptor abierto (lámpara apagada).

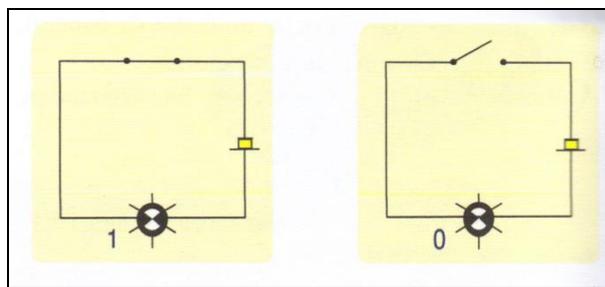


Figura 2.26 Protocolo de Datos

El funcionamiento del CAN Bus es esencialmente como el interruptor. El transceptor puede generar los dos estados operativos de un bit.

Ejemplo de información que puede enviarse con bits enlazados (lenguaje binario). Con dos bits podemos efectuar cuatro combinaciones.

Si aumentamos el número de bits, se duplica la información que puede enviarse.

La cantidad de información que puede enviarse está relacionada con el número de bits enlazados que utilicemos según el siguiente relación:

Variantes = 2^n siendo el número de bits.

Lo cual quiere decir que si utilizamos 8 bits:

$$2^8 = 256 \text{ posibilidades } 8^n$$

2.8.8. ADJUDICACIÓN DE PRIORIDADES EN EL CAN BUS DE DATOS

Supongamos que el bit = 0 validación superior y el bit 1 = validación inferior. Es posible que varias unidades de mando empiecen a emitir su protocolo de datos al mismo tiempo. Cuando transmiten, también analizan uno a uno los bits del bus, si una emite un bit de validación inferior y detecta otro de validación superior, deja de emitir y se convierte en receptor.

Dependiendo de la importancia de la información, cada unidad de mando empezará el protocolo con 1,2 ó 3 ceros, para determinar qué información entra antes en el bus de datos.

En el caso de que la unidad ABS/EDS envíe una información relativa a la seguridad, naturalmente entrará antes en el bus que otra información enviada por la unidad de control de motor o de cambio automático. Éstas esperarán a que termine la emisión de la unidad de ABS/EDS y después intentarán emitir su protocolo de datos.

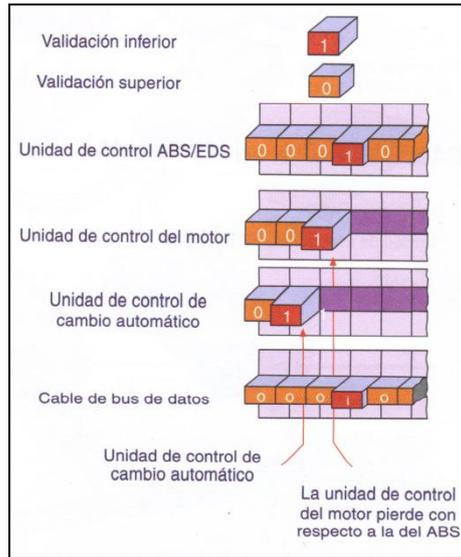


Figura 2.27 Adjudicación de Prioridades

Fuentes parásitas

En el vehículo se generan ondas parásitas por los componentes que en su funcionamiento generan chispas, o abren y cierran circuitos de corriente. Otras fuentes parásitas son generadas por: teléfonos móviles, emisoras de radio, líneas de alta tensión, es decir, todo aquello que genere ondas electromagnéticas.

Estas ondas electromagnéticas pueden afectar a la transmisión de datos o incluso falsearlas. Para evitar influencias parásitas en la transmisión de datos los cables del bus de datos están trenzados entre ellos.

De esta forma, se evitan también emisiones perturbadoras procedentes del propio cable del bus de datos.

Las tensiones de los cables se encuentran opuestas, si en un cable hay voltios, en el otro tenemos 0. De esta manera, la suma de tensiones es siempre constante y se anulan mutuamente los efectos electromagnéticos de campo de los cables del bus.

Los cables del bus están protegidos contra la penetración de emisiones parásitas y tienen un comportamiento casi neutro hacia los otros cables de instalaciones anexas.

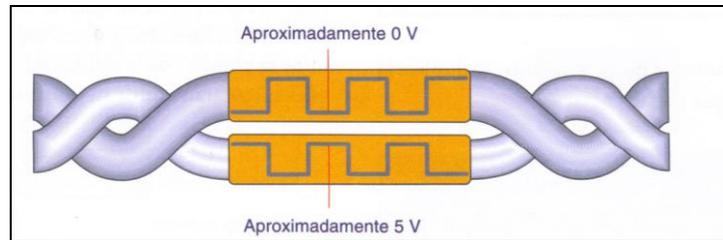


Figura 2.28 Fuentes Parasitas

2.8.9. CAN BUS DEL ÁREA DE TRACCIÓN

Prácticamente todos los vehículos actuales disponen de CAN Bus del área de tracción. Según el equipamiento del vehículo, este CAN Bus intercomunica las unidades de control de:

- Unidad de control de motor
- Unidad de control del ABS/EDS
- Unidad de control de cambio automático
- Unidad de control de las servodirección electrohidráulica
- Transmisor del ángulo de giro del volante ESP

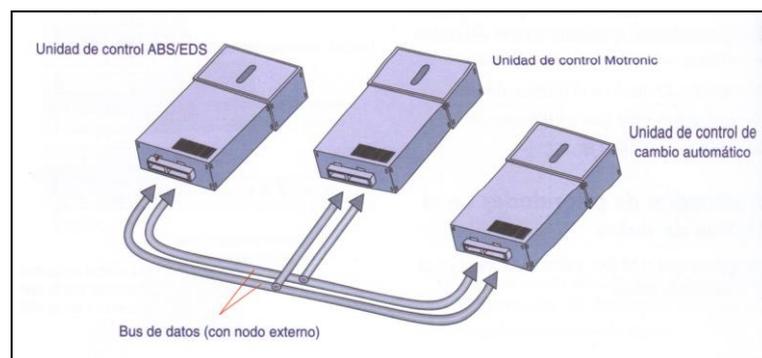


Figura 2.29 CAN Bus Área de Tracción

El CAN Bus tracción trabaja a alta velocidad de transmisión (500 kbitd/seg, 500.000 bits por segundo). La transmisión del protocolo de datos tarda aproximadamente 0,25 milisegundos. Esta alta velocidad permite que las unidades de control estén informadas con gran exactitud respecto al estado operativo momentáneo del funcionamiento global y pueden ejecutar sus funciones que mejoran los servicios de las distintas unidades de control.

El transceptor del área de tracción permite la transmisión de los datos entre los ciclos de encendido, lo cual permite actuar con los datos recibidos sobre el siguiente momento de encendido.

Según la unidad de control, se intenta transmitir datos cada 7-20 milisegundos. El orden de prioridad es:

1. ABS/EDS
2. Unidad de control de motor
3. Unidad de control del cambio automático

El nodo de conexión suele estar fuera de las unidades de control, dentro del mazo de cables.

Hay algunos casos excepcionales en los que el modo de conexión se encuentra en el interior de la unidad de control del motor, como se puede apreciar en la figura 2.30.

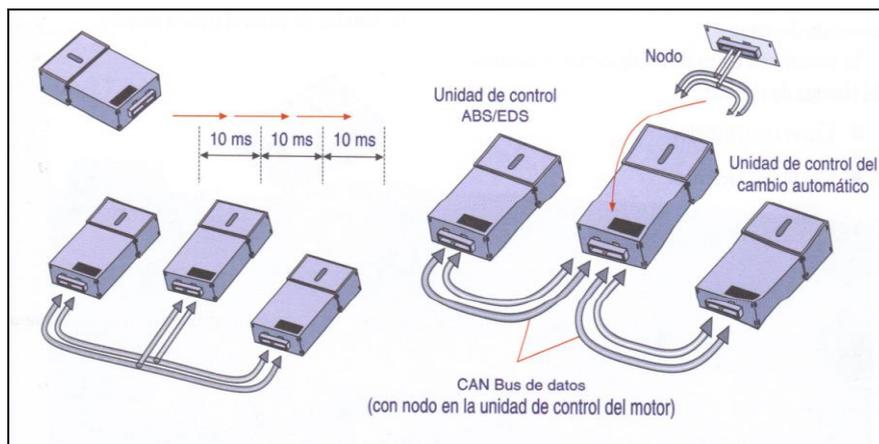


Figura 2.30 Área de Tracción

En la siguiente tabla se establece la emisión de datos según el protocolo y el orden de prioridad.

Tabla 2.2 CAN Bus Área de Tracción

Orden de prioridades	Protocolo de datos procedente de:	Ejemplo de información emitida
1	Unidad de control ABS / EDS	<ul style="list-style-type: none"> - Solicitud de regulación del par de inercia del motor durante la regulación ABS. - Solicitud de regulación durante el control antideslizamiento de la tracción.
2	Unidad de control del motor, protocolo de datos 1	<ul style="list-style-type: none"> - Régimen de giro del motor. - Posición de la mariposa en el momento. - Accionamiento del Kick-down.
3	Unidad de control del motor, protocolo de datos 2	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del líquido refrigerante. - Velocidad del vehículo.
4	Unidad de control del cambio automático	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de marchas (cambios). - Cambio automático trabajando en función de emergencia. - Posición de la palanca selectora.

2.8.10. CAN BUS DEL ÁREA DE CONFORT

Intercomunica las unidades de control del sistema de confort:

- Unidad de control central del sistema de confort

- Dos o cuatro unidades de control de puertas
- Unidad de control de climatización
- Unidad de control de estacionamiento acústico asistido

Los cables de las unidades de control se conectan en estrella en un punto de circuito. De esta manera, si una unidad de control se avería, las demás pueden seguir transmitiendo su protocolo de datos. Se transmiten datos de las siguientes funciones del sistema de confort:

- Cierre centralizado
- Elevalunas eléctrico
- Iluminación de mandos.
- Retrovisores regulables y calefactables
- Autodiagnóstico

La velocidad de transmisión es de 62.5 kbist/ seg., pero actualmente ya hay sistemas que trabajan a 100 kbist/seg., transmitiendo el protocolo de datos en aproximadamente 1 ms. Cada unidad interna transmitirá datos cada 20 ms. Las prioridades son:

1. Unidad de control central
2. Unidad de control del lado del conductor
3. Unidad de control del acompañante
4. Unidad de control trasera izquierda
5. Unidad de control trasera derecha.

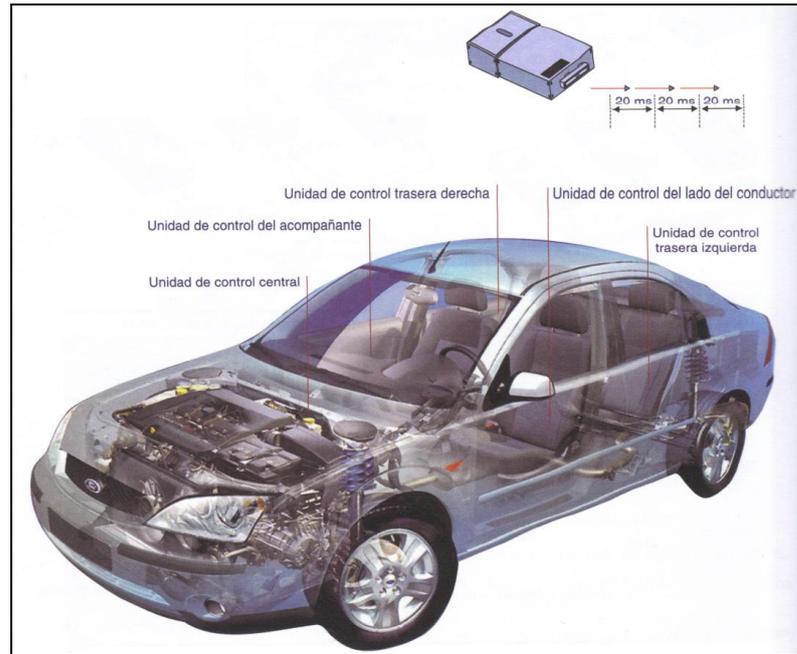


Figura 2.31 Área de Confort

2.8.11. CAN BUS DEL ÁREA DE DISPLAY

Intercomunica las unidades de control de:

- Radio
- Navegación
- Volante multifunción
- Teléfono
- Sistema de mando por voz.

La velocidad de transmisión del protocolo de datos es de 100 kbits/segundo, Está área sólo la encontramos en vehículos de alta gama. A través del equipo de navegación, además de indicarnos la dirección a seguir, informa al satélite de localización exacta del vehículo, cuestión muy útil en caso robo o accidente.

Las necesidades de información de las diferentes unidades de mando que transmiten sus protocolos a los diferentes bus de datos y; considerando que emiten a velocidades diferentes, han hecho necesario el empleo de un

microprocesador, colocando normalmente en el panel de instrumentos que realiza las funciones de puerta informática (Gateway). Esta puerta hace posible el intercambio de datos entre las diferentes áreas (tracción, confort y display) y, además centraliza el sistema de auto diagnóstico para aquellos elementos que no disponen de cable de auto diagnóstico propio. La puerta filtra los conjuntos de datos recibidos de los subsistemas del bus y sólo retransmite los datos necesarios para el otro bus.

Diagnóstico de averías en el CAN Bus de datos:

Al consultar la memoria de averías con una maquina compatible, ésta nos indica:

- Interrupción de cables del Bus.
- Cortocircuito de cables del Bus.
- Cortocircuito a positivo o a masa de cables del Bus.

Verificación con multímetro

Los cables del CAN Bus suele ser de color naranja con franja negra; una vez localizados, sin desconectar nada, podemos medir el valor de resistencia en paralelo del conjunto. Este valor es de 55 a 65 ohmios, cuando las resistencia finales son de 120 ohmios, o de 30 a 36 ohmios, cuando el valor nominal de las resistencias finales es de 66 ohmios.

Se existe a avería en el circuito, podemos encontrar los siguientes casos:

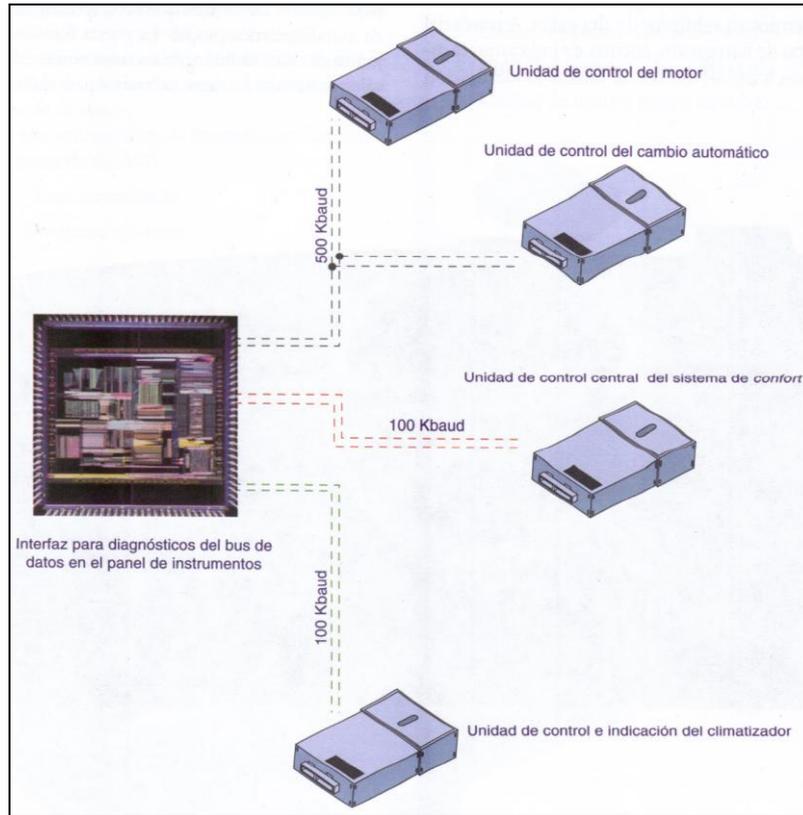


Figura 2.32 Diagnóstico de Averías en el CAN Bus

Interrupción de un cable del bus.

Consultando el esquema tendremos que medir la continuidad entre los nodos de conexión del bus y las terminales correspondientes de las unidades de control. La resistencia del cable debe ser de pocos ohmios.

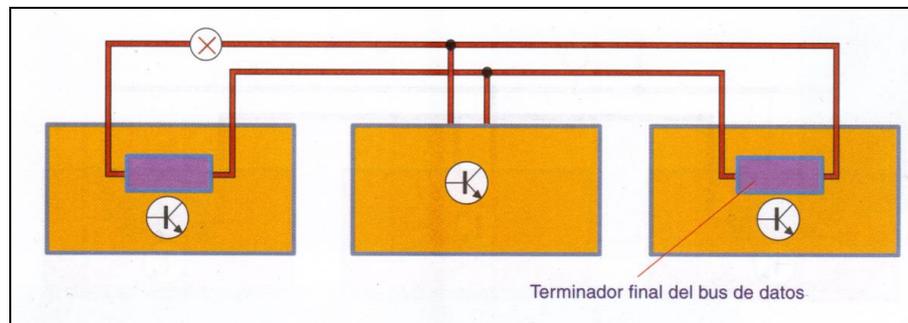


Figura 2.33 Interrupción de un Cable del Bus

Cortocircuito entre los cables del bus.

Para efectuar esta comprobación tenemos que desconectar todas las unidades de control, incluido el panel de instrumentos, y nos tiene que dar resistencia infinita.

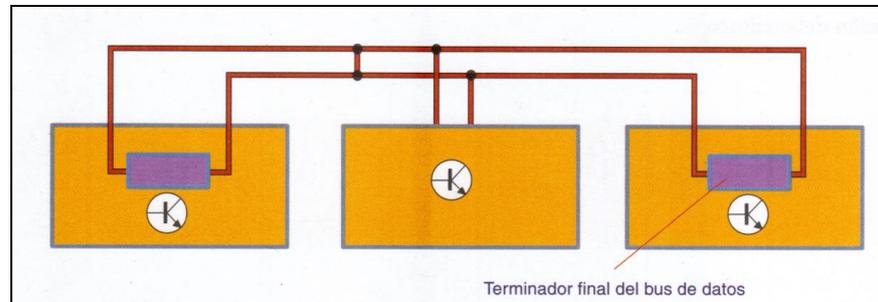


Figura 2.34 Cortocircuito entre los cables del Bus

Derivación o cortocircuito con + o -

Al igual que en el caso anterior, hay que desconectar todas las unidades de control y comprobar el aislamiento con respecto a + y - de la batería.

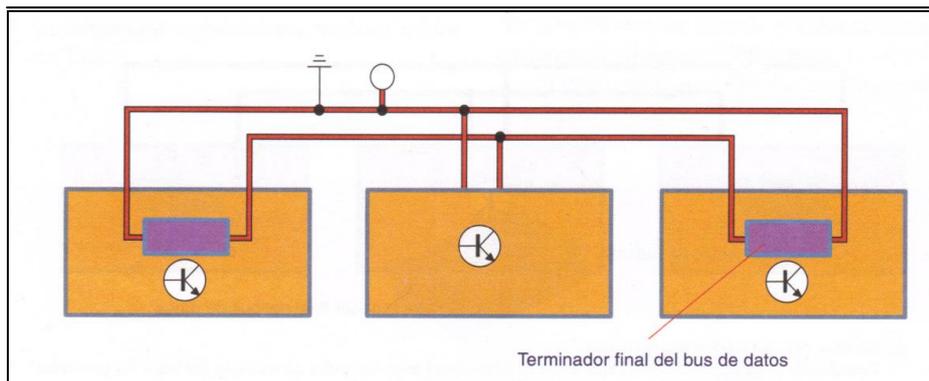


Figura 2.35 Derivación a Tierra

Verificación del osciloscopio.

Conectados los dos canales del osciloscopio a los terminales correspondientes de cualquier unidad de control, al dar al contacto comienza la emisión de datos. Se debe apreciar en el osciloscopio la información exacta que se está enviando, pero a nivel práctico lo que nos interesa ver es que las dos señales existen.

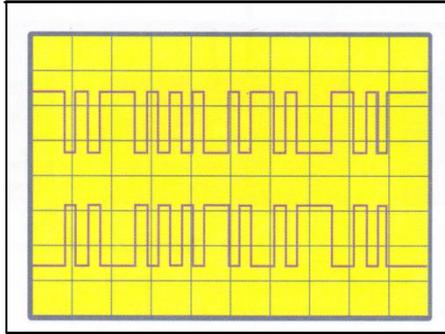


Figura 2.36 Verificación Osciloscopio

III. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SIMULADOR DE GESTIÓN ELECTRÓNICA

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Este simulador posee la característica principal de generar señales de accionamiento mediante puntos de prueba, generalizados con el fin de poner en funcionamiento la ECU a ser diagnosticada. Los valores y señales de cada componente del simulador tienen un análisis previo tomando en cuenta los parámetros indicados por el fabricante en sus respectivos manuales con la finalidad de lograr un preciso y eficaz funcionamiento de todos los parámetros principales utilizados en las ECU aplicados en la inyección electrónica.

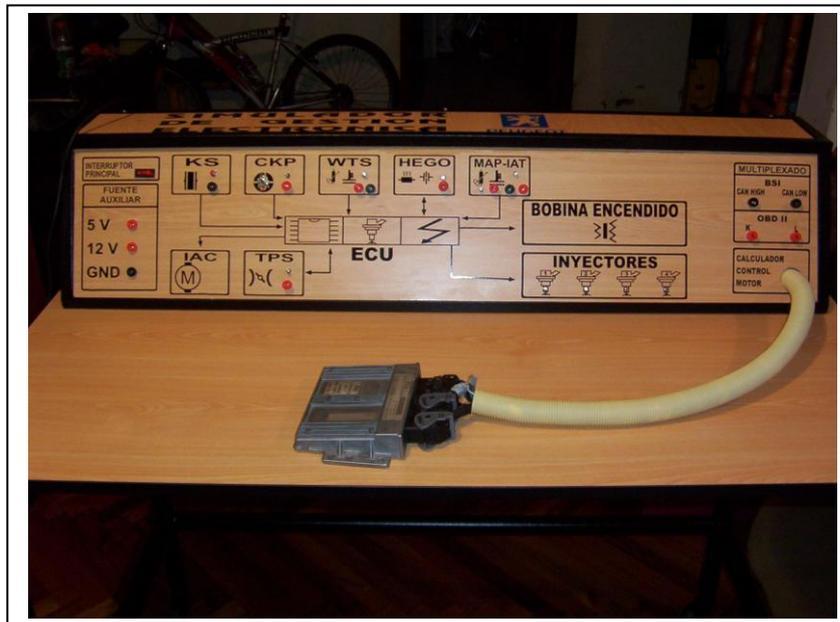


Figura 3.1 Simulador

En el simulador la principal función, es interpretar el papel que cumple cada sensor en la inyección electrónica, generando de esta manera señales de funcionamiento hacia la Unidad de Control Electrónico (ECU), la misma que se encargará 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 ECU.

3.2. SEÑALES A PROBAR

En el simulador se ha considerado puntos de pruebas generalizados en todos los sistemas Motronic que son de suma importancia para el diagnóstico de las ECU.

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

Tabla III.1 Conexiones de la ECU

Aplicación	Abreviatura
Captador temperatura agua motor	WTS (4005)
Tierra de Encendido	GND
Salida autodiagnóstico	OBD II
Motor paso a paso regulación ralentí	IAC (1225)
Captador de presión y temperatura del aire en la admisión	MAP – IAT (1312)
Voltaje de Referencia	VREF
Sensor de Oxígeno de Escape calentado	HEGO 1351
Captador del régimen del motor	CKP (1313)
Voltaje para el vehículo	BAT
Captador de posición mariposa	TPS (1316)
Inyectores 1 al 4	INJ 1 al 4 (133X)
Captador de picado o golpeteo	KS (1120)

Bobina de encendido	(1135)
ECU	(1320)

En la figura 3.2 se encuentra el diagrama de conexión eléctrica de los sensores y actuadores, de acuerdo a su codificación para el diagrama esquemático.

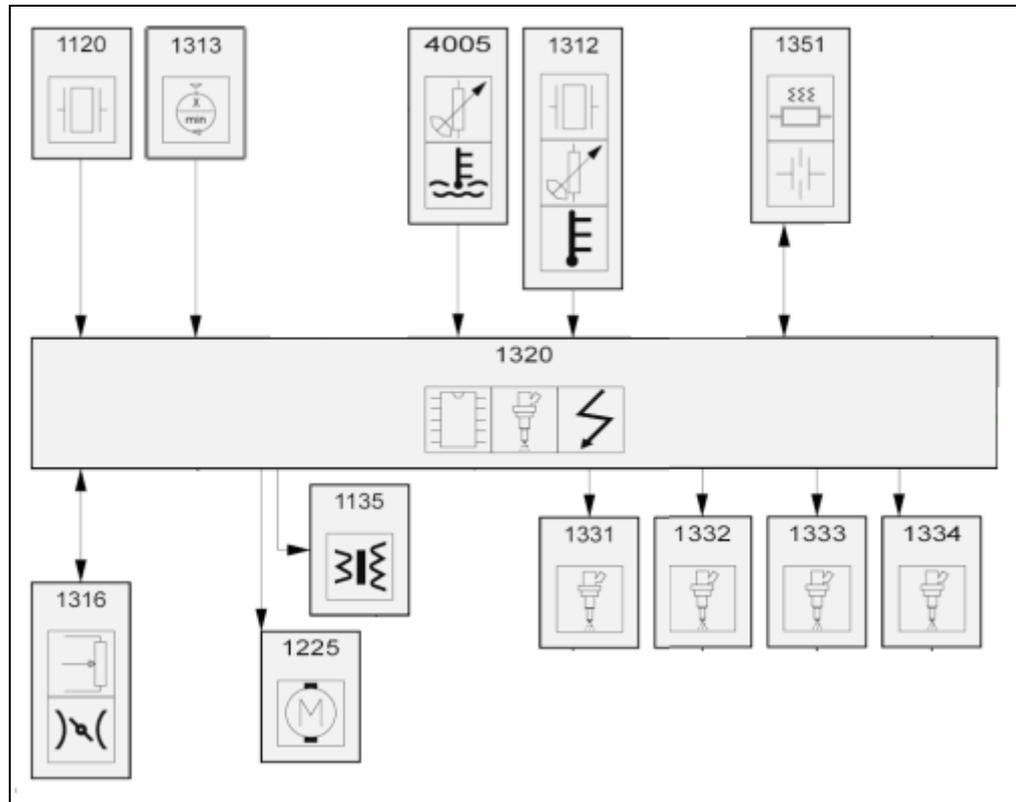


Figura 3.2 Sensores y Actuadores

3.3. PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SIMULADOR

En el presente proyecto se considero todas las señales de entrada y salida de la ECU, para realizar los dispositivos de simulación, de todos los componentes que se detallan a continuación.

3.3.1. SENSOR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA DEL AIRE EN LA ADMISIÓN

El sensor de presión de aire en la admisión es un sensor de nueva generación e incorpora un sensor de temperatura de aire en la admisión.

El sensor mide constantemente la presión en la entrada en el colector de admisión así, como la temperatura del aire que ingresa al motor.

Se alimenta con +5V desde la ECU cuando el encendido se encuentra en contacto.

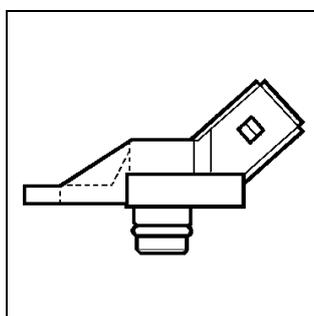


Figura 3.3 Sensor de presión y temperatura del aire en la admisión

Información sobre la presión de aire en la admisión

El sensor emite un voltaje proporcional a la presión calculada y es de tipo piezoresistivo (la resistencia varía de acuerdo a la presión).

La ECU utiliza esta información para determinar:

- La masa de aire absorbida por el motor (con los parámetros de velocidad del motor y temperatura del aire).
- El caudal de inyección para diferentes estados de funcionamiento del motor y diferentes presiones atmosféricas.
- El avance del encendido.

También realiza una corrección de la altura a nivel del mar para el cálculo del tiempo de inyección.

La masa útil de aire absorbida por el motor varía en función de:

- La presión atmosférica, por ende la altitud a nivel del mar.
- La temperatura del aire.
- La velocidad del motor.

Se toman medidas de presión:

- Cada vez que el encendido está en contacto.
- Cuando existen cargas altas a bajas revoluciones (al subir una pendiente, cambiando tanto la altura como la presión).

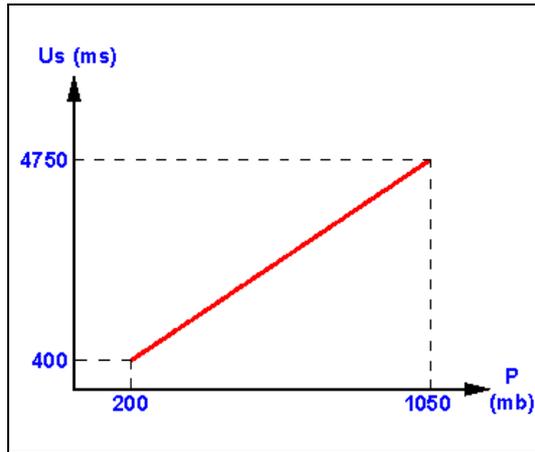


Figura 3.4 Curva de funcionamiento del MAP

3.3.1.1. Diseño del circuito del sensor MAP

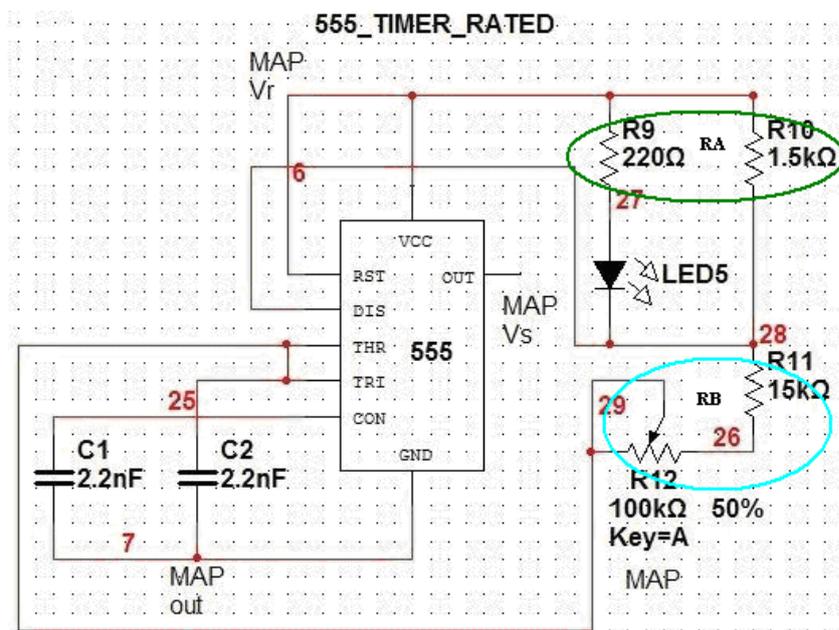


Figura 3.5 Circuito del sensor MAP

El integrado 555 se encuentra en la operación estable con el cual se conseguirá la señal Vs. Por lo tanto se hace uso de las siguientes fórmulas para el diseño del circuito estable.

Para obtener el valor de R_B se usa la ecuación de tiempo de bajada

$$t_{baja} = 0.695 R_B C$$

Donde se asume el valor del capacitor de acuerdo con los valores existentes en el mercado

$$0.099 \text{ ms} = 0.695 R_B (2.2 * 10^{-9} \text{ F})$$

Reemplazando valores se obtiene

$$R_B = \frac{0.1 \text{ ms}}{0.695 (2.2 * 10^{-9} \text{ F})}$$

$$R_B = 65402 \Omega \approx 65 \text{ K}\Omega$$

Para obtener los valores de R_A se realiza por medio de la ecuación del tiempo en alto

$$t_{alto} = 0.695 (R_A + R_B) C$$

$$0.09 \text{ ms} = 0.695 (R_A + R_B) (2.2 * 10^{-9} \text{ F})$$

$$R_A = \frac{0.099 \text{ ms}}{0.695 * C} - R_B$$

$$R_A = 201 \Omega$$

Información sobre la temperatura del aire en la admisión

La resistencia del sensor de temperatura del aire en la admisión es de tipo NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura), por lo tanto, disminuye cuando aumenta la temperatura.

La ECU utiliza esta información para calcular la masa de aire absorbido por el motor.

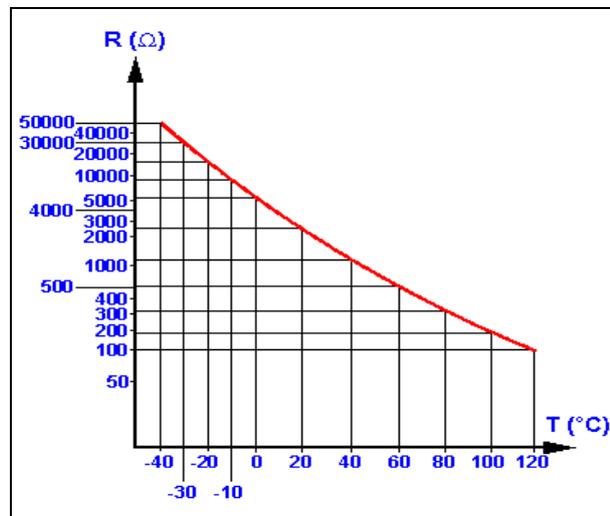


Figura 3.6 Curva de funcionamiento del IAT

3.3.1.2. Diseño del circuito del sensor IAT

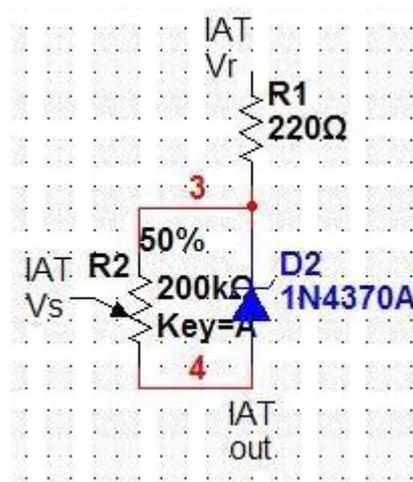


Figura 3.7 Circuito del sensor IAT

$$V_Z = V_{R2}$$

$$V_{R2} = \frac{V_f * R_2}{R_2 + R_1}$$

$$V_{R2} = \frac{5V * 200 * 10^3 \Omega}{200 * 10^3 \Omega + 220 \Omega} = 4.99V$$

Debido al diodo zener que se utiliza regula a un voltaje de $V_z = 2.4V$. El voltaje en la resistencia R_2 (V_{R2}) es mayor al voltaje V_z .

3.3.2. SENSOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR. CKP

El sensor de velocidad del motor consiste en un núcleo magnético y un bobinado. Se coloca opuesto al eje de un anillo con 60 dientes, 2 de los cuales han sido removidos para determinar el PMS (punto muerto superior).

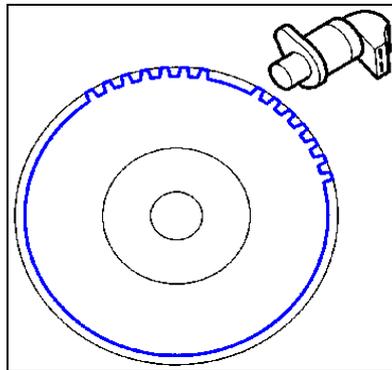


Figura 3.8 SENSOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR

Cuando los dientes del volante pasan frente al sensor, se crea una variación del campo magnético. Esta variación induce un voltaje alterno (onda sinusoidal) en el bobinado. La frecuencia y amplitud de esta señal son proporcionales a las RPM del motor.

Especificaciones del sensor:

- Resistencia: x Ohms,
- Luz: 1 mm \pm 0,5 (no adjustable).

Especificaciones del anillo:

- 60 - 2 = 58 dientes (un diente corresponde a 6° del cigüeñal)

El voltaje del sensor de velocidad del motor se transmite a la ECU y se utiliza para indicar:

- La velocidad del motor
- Las variaciones repentinas en la velocidad del motor.

Las variaciones antes mencionadas pueden ser positivas o negativas dependiendo si son causadas por una aceleración o desaceleración.

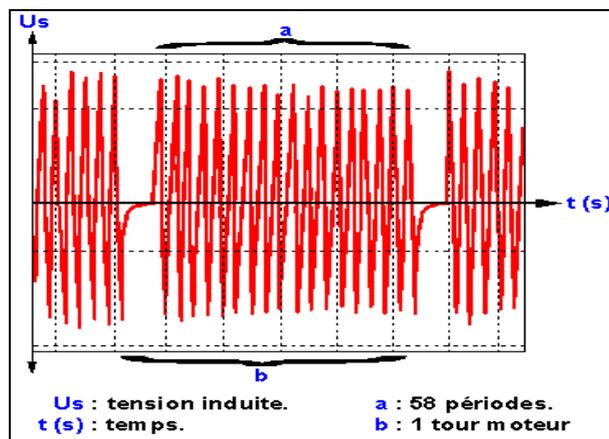


Figura 3.9 Señal del CKP

Al usar esta información, la ECU puede deducir un camino en mal estado para evitar que se active la función de detección de fallas.

Esta información permite a la ECU controlar los varios estados de funcionamiento del motor (apagado, en funcionamiento) y los modos (aceleración, corte de inyección, incremento de potencia, etc).

La ECU detecta cualquier falla de encendido analizando las variaciones en velocidad del motor entre las combustiones sucesivas.

Durante la operación normal, para una revolución del cigüeñal, el volante debe estar conforme a 2 aceleraciones que corresponden a las 2 combustiones durante esta revolución.

Si una aceleración no se detecta, se presentó una falla de encendido.

La luz de diagnóstico parpadea si ocurrieran fallas de encendido que pudieran dañar el catalizador. Si las fallas de encendido superan los límites regulados, la luz se mantendrá iluminada.

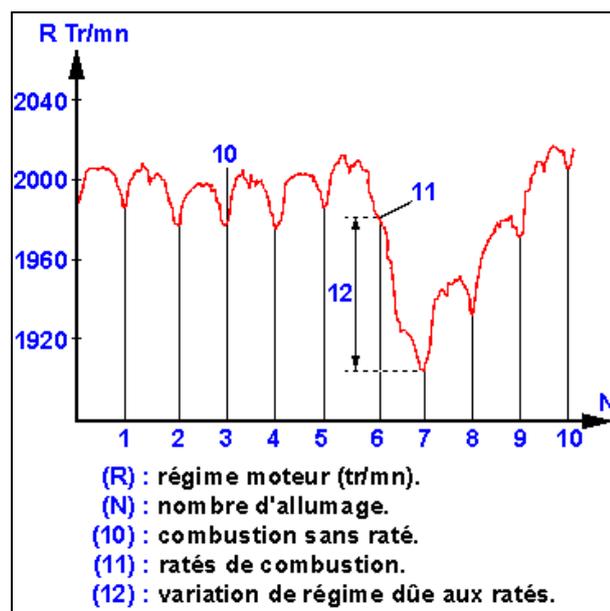


Figura 3.10 Anulación de detección de fallas por camino en mal estado.

3.3.2.1. Diseño del circuito del sensor CKP

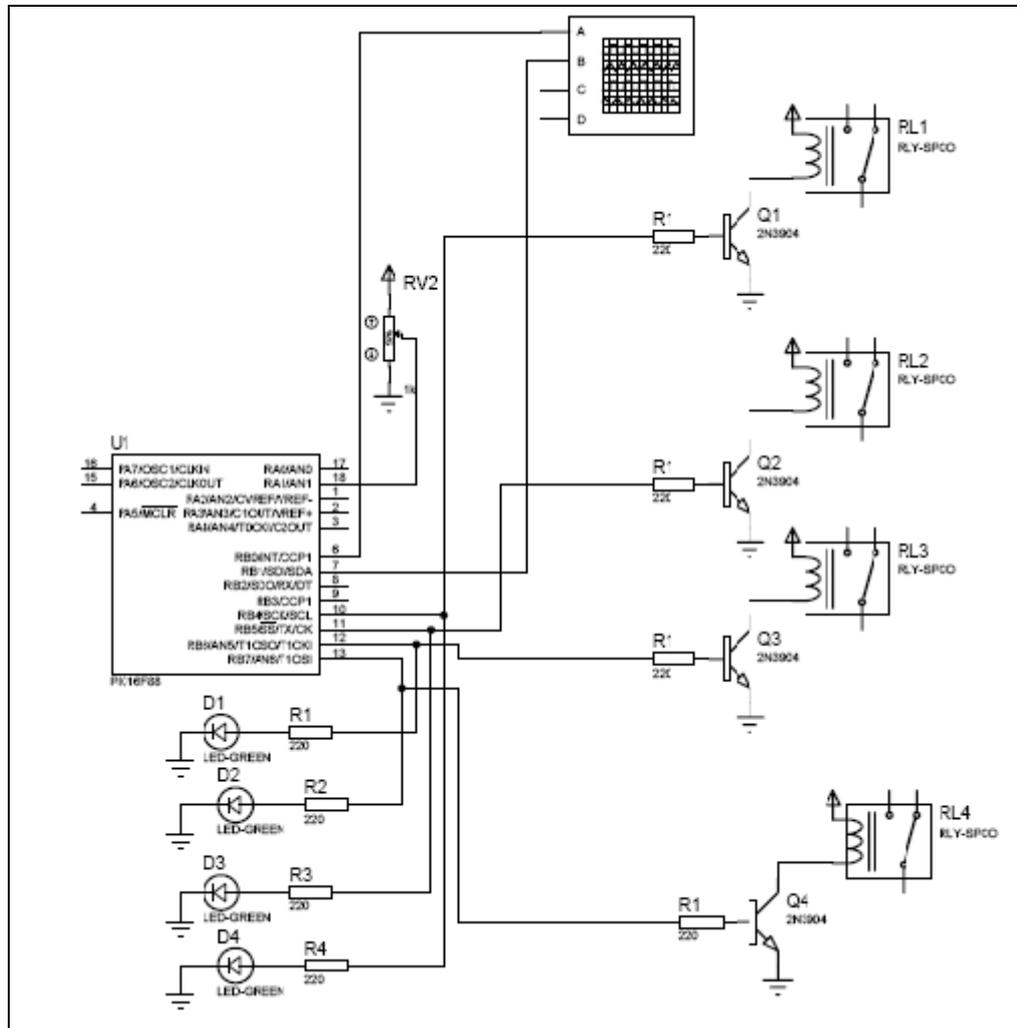


Figura 3.11 Circuito del sensor CKP

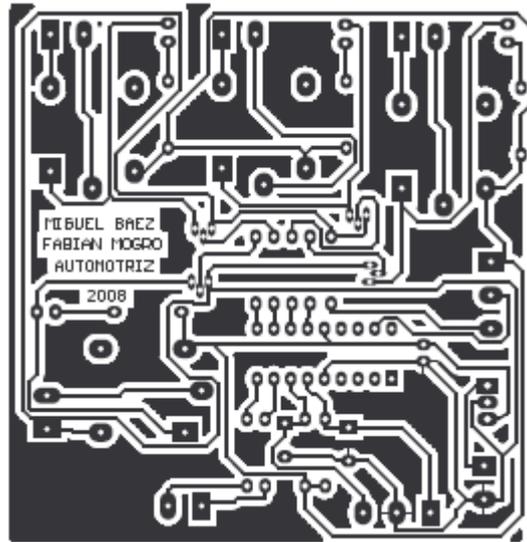


Figura 3.12 Circuito impreso del sensor CKP

3.3.3. SENSOR DE PICADO O GOLPETEO. KS

El sensor de golpeteo es de tipo piezoeléctrico y se coloca en el bloque de motor.

Este sensor se utiliza para detectar golpes (vibraciones causadas por la detonación de la mezcla en la cámara de combustión). Si se repite este fenómeno puede destruir las piezas mecánicas debido a una subida anormal de la temperatura de las paredes del cilindro.

Este sensor provee un voltaje que corresponde a las vibraciones del motor. Después de recibir esta información, la ECU retarda el avance del encendido del cilindro o cilindros afectados por 3° con una disminución máxima de 12° . De esta forma regresará al nivel original progresivamente.

Al mismo tiempo que retarda el avance, la ECU aumenta la riqueza de la mezcla aire/combustible para prevenir que la temperatura de los gases de escape aumente demasiado.

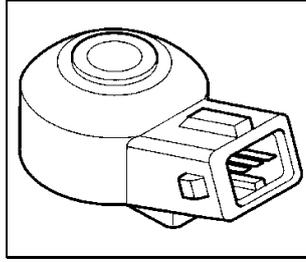


Figura 3.13 Sensor de picado o golpeo

Operación sin golpeo:

La curva (h) de la figura 3.14 demuestra el cambio en la presión de un cilindro. El sensor de golpeo emite una señal (i) que corresponde a la curva (h).

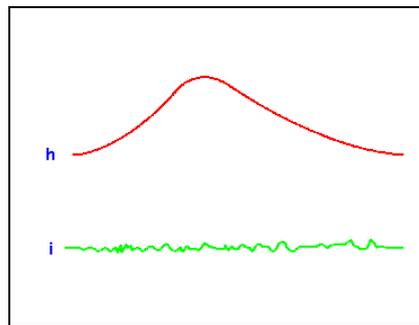


Figura 3.14 Señal normal del KS

Operación con golpeo:

La intensidad y frecuencia de la señal (i) del sensor son mayores, como apreciamos claramente en la figura 3.15

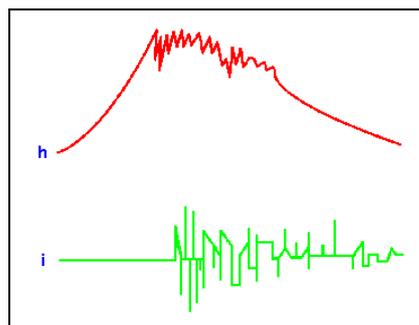


Figura 3.15 Señal con actividad del KS

3.3.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE. WTS

El sensor de temperatura del refrigerante tiene como función indicar a la ECU la temperatura del refrigerante en el circuito de refrigeración y por lo tanto la temperatura del motor. La ECU utiliza la información de temperatura del refrigerante para calcular el avance, el tiempo de la inyección, la refrigeración del motor, entre otros.

El sensor de temperatura del refrigerante utiliza +5 V por la ECU situada en la cubierta del la toma del refrigerante. Los resistores eléctricos de estos sensores son de tipo NTC (coeficiente negativo de temperatura), por lo que la resistencia disminuye mientras que la temperatura aumenta.

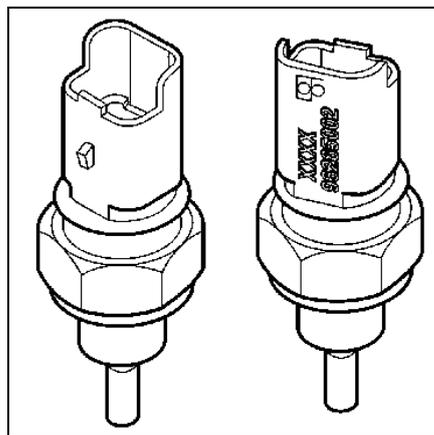


Figura 3.16 Sensor de temperatura del motor

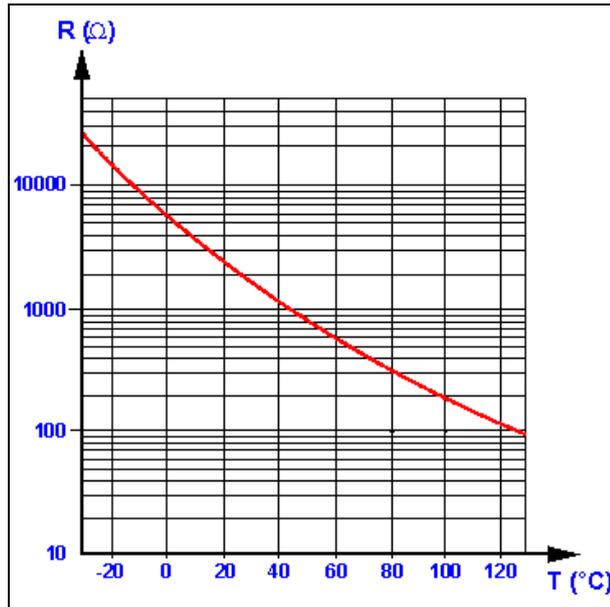


Figura 3.17 Curva de funcionamiento del WTS

3.3.4.1. Diseño del circuito del sensor WTS

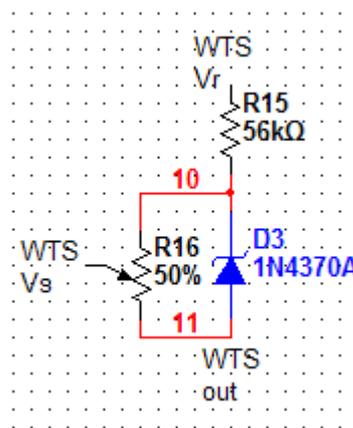


Figura 3.18 Diseño del circuito del sensor WTS

$$V_Z = V_{R16}$$

$$V_{R16} = \frac{V_r * R_{16}}{R_{16} + R_{15}}$$

$$V_{R16} = \frac{5V * 6 * 10^3 \Omega}{6 * 10^3 \Omega + 56 * 10^3 \Omega} = 0.48V$$

3.3.5. INYECTORES

Los inyectores son de tipo inyección doble. Se alimentan de +12 V por medio del relé de múltiple función.

La ECU controla los inyectores por separado conectándolos a tierra en el orden 1-3-4-2 cuando las válvulas de admisión son cerradas.

La cantidad de combustible inyectado depende del tiempo de la abertura del inyector (llamado tiempo de inyección).

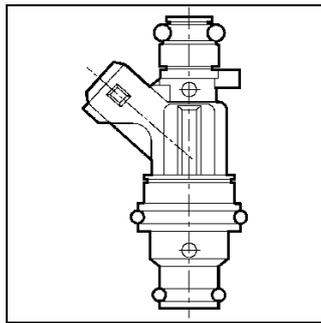


Figura 3.19 Inyector

Los pulsos de inyección provienen de la ECU provocando un campo magnético en el bobinado del electroimán, el núcleo es atraído lo que provoca que la aguja se desplace de su asiento dejando pasar un chorro pulverizado.

Resistencia del bobinado = 14.5 ohmios a 20°C.

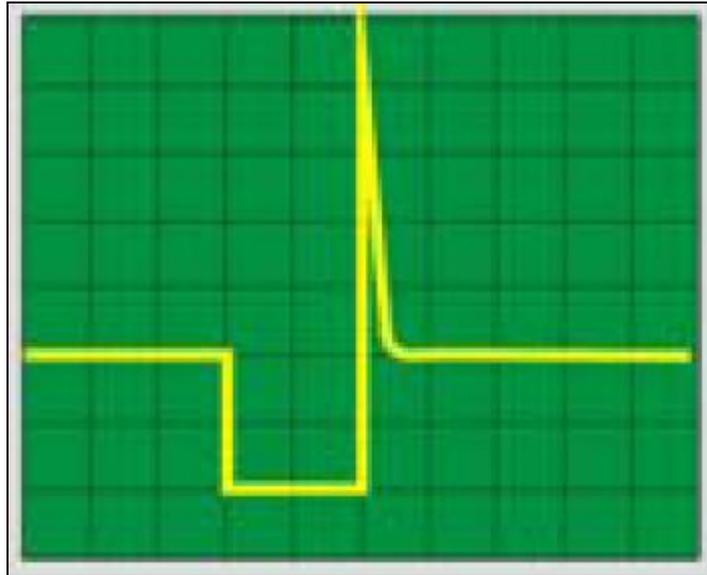


Figura 3.20 Curva de funcionamiento del inyector

3.3.6. SENSOR DE OXÍGENO. HEGO

Este sensor esta montado en el múltiple de escape, en la entrada al catalizador y suministra permanentemente un voltaje a la ECU que representa el contenido en oxígeno de los gases de escape. La figura 3.21 presenta un sensor hego de 4 terminales.

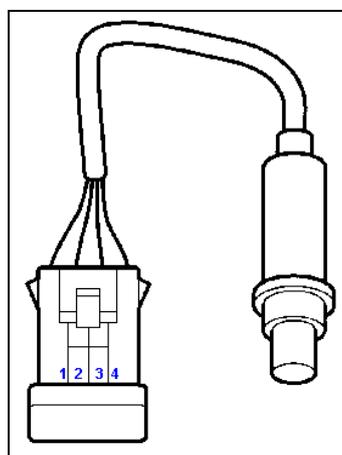


Figura 3.21 Sonda Lambda

Este voltaje, que es analizado por la ECU, se utiliza para corregir el tiempo de la inyección, así:

Mezcla rica:

Voltaje del sensor: 0.6 V - 0.9

Mezcla pobre:

Voltaje del sensor: 0.1 V - 0.3 V.

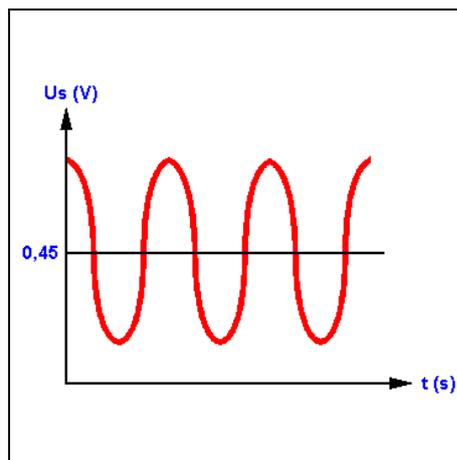


Figura 3.22 Señal del HEGO

Un componente de calentamiento interno permite que alcance su temperatura de funcionamiento rápidamente, en este caso más de 350°C. Esta temperatura de funcionamiento se alcanza en el plazo de 15 segundos.

El resistor del calefactor es controlado por la ECU usando señales cuadradas con el objetivo de controlar la temperatura del sensor del oxígeno. Cuando la temperatura de los gases de escape está sobre 800°C, el sensor del oxígeno no requiere un control prolongado.

Estas fases ocurren:

- Cuando el motor está frío (temperatura menor a 20°C)
- En cargas al motor.

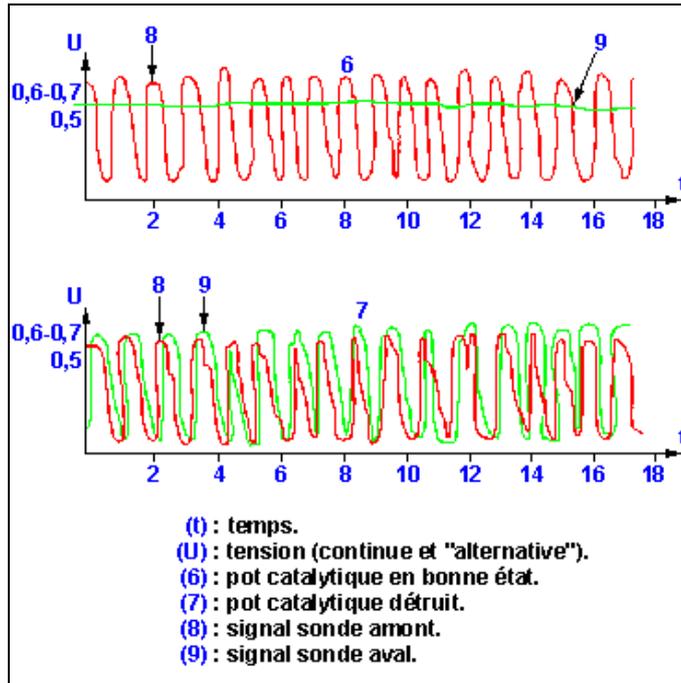


Figura 3.23 Señal de comparación del HEGO antes y después del catalizador

3.3.6.1. Diseño del circuito del sensor HEGO

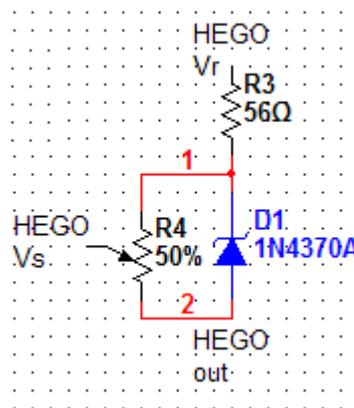


Figura 3.24 Diseño del circuito del sensor HEGO

$$V_Z = V_{R4}$$

$$V_{R4} = \frac{V_r * R_4}{R_4 + R_3}$$

$$V_{R2} = \frac{5V * 8\Omega}{8\Omega + 56\Omega} = 0.625V$$

3.3.7. MOTOR PASÓ A PASO REGULACION RALENTI. IAC

El motor de pasos de regulación de ralentí se ubica en el extremo del múltiple de admisión o en la cubierta de la mariposa; es controlado eléctricamente por la ECU.

Este motor de pasos controla el flujo de aire tomado en paralelo a la mariposa con el objetivo de:

- Proveer un flujo de aire adicional (arranque en frío).
- Regular el ralentí en función de la temperatura, carga del motor, vida del motor, consumo.
- Mejorar el retorno a marcha lenta (golpe de gas) aumentando el número de pasos para asegurar que el motor vuelva a ralentí suavemente.

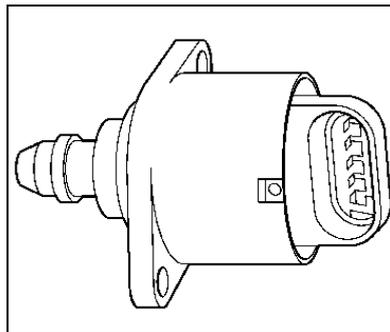


Figura 3.25 Motor paso a paso

3.3.8. POTENCIÓMETRO DE LA VÁLVULA REGULADORA. TPS

El potenciómetro de la válvula reguladora está situado en su cubierta. Provisto de +5 V por la ECU, este potenciómetro transmite un voltaje variable a la ECU en función de la posición de la válvula reguladora (requerimiento del conductor).

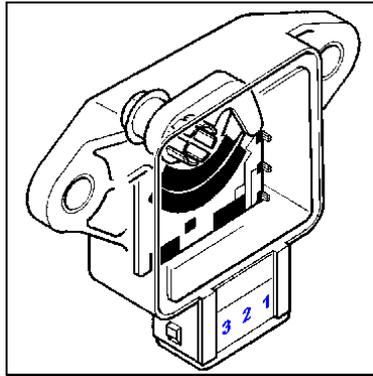


Figura 3.26 Sensor de posición de la mariposa

Esta información se utiliza para reconocer posiciones de ninguna carga y carga completa para la aceleración, corte de la inyección y estrategias de la recuperación de fuerza.

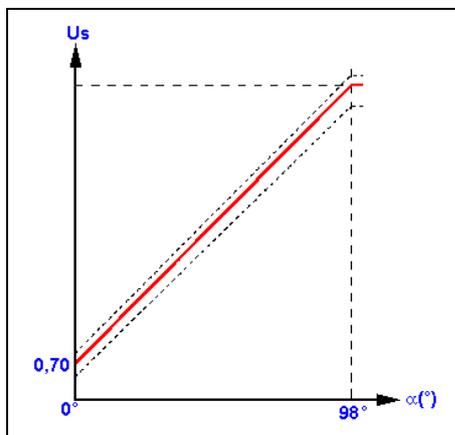


Figura 3.27 Curva de funcionamiento del TPS

Este potenciómetro también ejecuta un modo de funcionamiento en emergencia si una avería ocurre en el sensor de la presión de aire en la admisión.

3.4. DISEÑO DE LA TARJETA

El diseño del circuito impreso de la tarjeta del simulador se lo realizó en el software de National Instruments “Circuit Design Suite WORKBENCH® v10.0”. 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 WORKBENCH®.

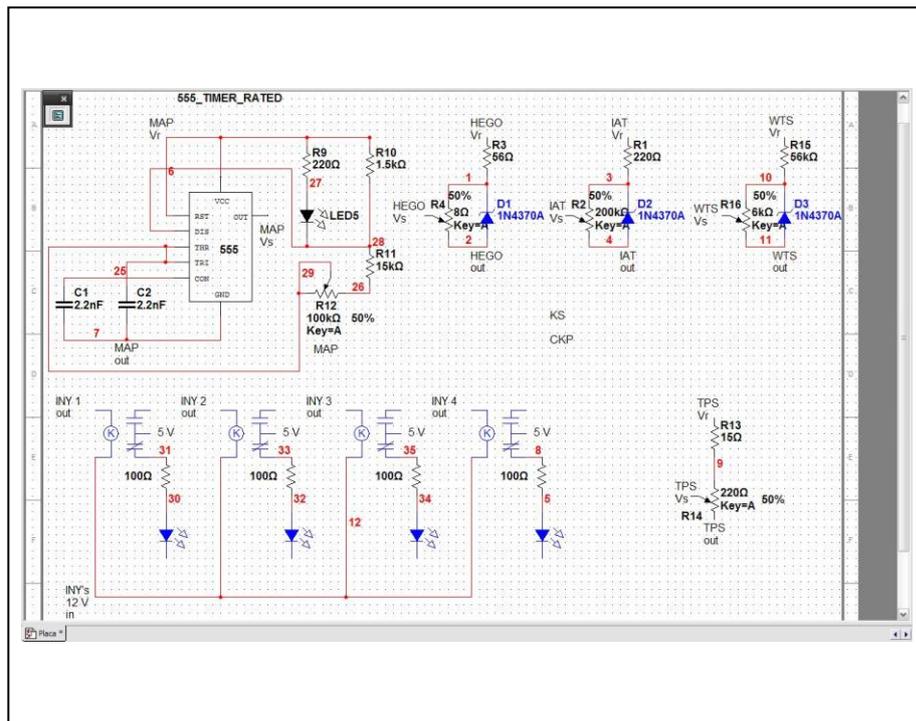


Figura 3.28 Diagrama Esquemático del Circuito Impreso

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

electrónicos que simulan los diferentes componentes del sistema de inyección electrónica.

3.5. MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS – ELECTRÒNICOS

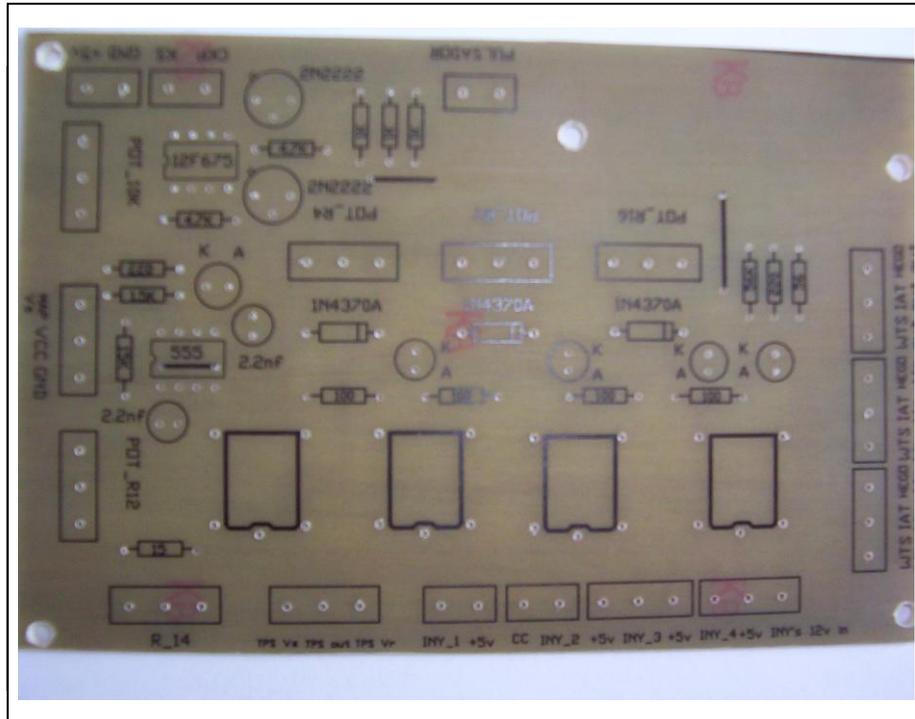


Figura 3.31 Serigrafía del Circuito Impreso de la Tarjeta Electrónica

Observamos en la figura 3.29 que estos son los elementos interactuantes con la ECU una vez que cumpla su ciclo de funcionamiento dependiendo su caso, los mismos que se encargarán de dar el diagnóstico preciso en base a su accionamiento y señales observadas para los diferentes sistemas de la ECU que se encuentren dañados, si así fuera el caso.

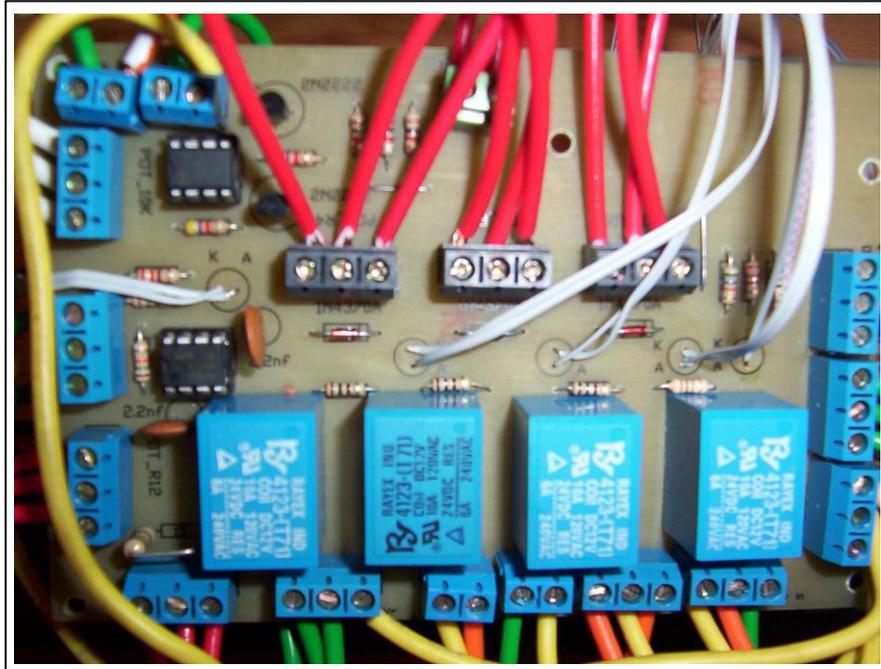


Figura 3.32 Tarjeta electrónica ensamblada

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



Figura 3.33 Fuente de Alimentación

3.6. CONEXIONES AL TABLERO DE INSTRUMENTACIÓN

Los componentes requeridos para el simulador se instaló en la parte posterior del tablero de control, con su respectivas trayectorias de circuitos, que van desde interconexiones desde la ECU hasta cada uno de los sensores y actuadores simulados en el proyecto.

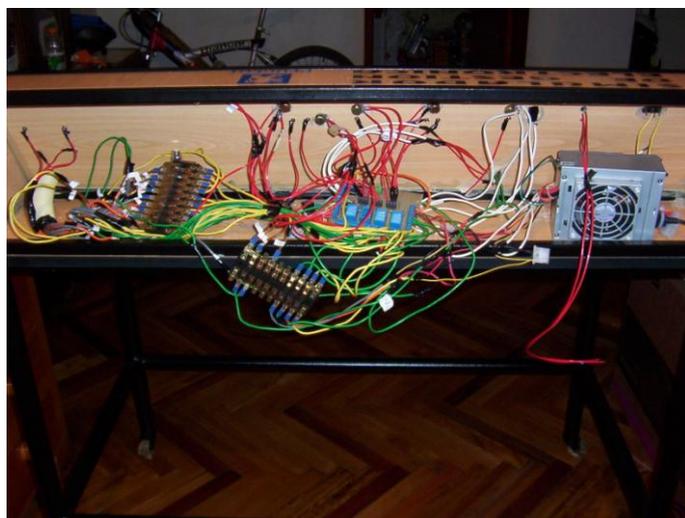


Figura 3.34 Conexiones al Tablero

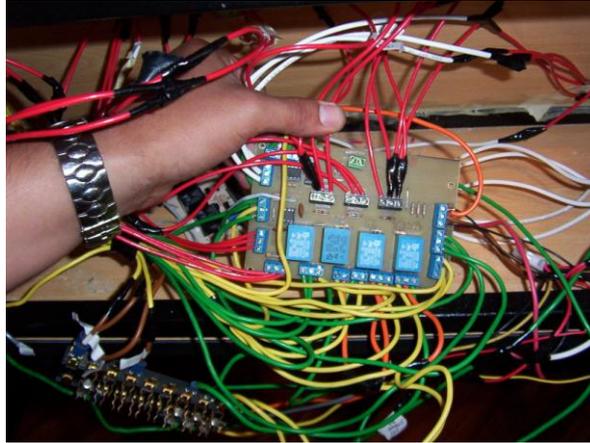


Figura 3.35 Conexiones entre componentes

3.7. ANÁLISIS DE LA ECU

La ECU es del fabricante SAGEM® serie 2000 para inyección electrónica BOSCH® ME7.4.4 / M7.4.4., la misma que posee en su interior todos los elementos detallados en el primer capítulo (figura 3.25).



Figura 3.36 ECU SAGEM 2000



Figura 3.37 Estructura Interna de la ECU

La característica de esta computadora es que posee 3 conectores que comunican a la ECU con la BSI y la BM34 para las funciones de Confort del vehículo requeridas por el multiplexado y no varía la distribución de los pines para la gama de motorización 1.4, 1.6 y 2.0 de PEUGEOT®



Figura 3.38 Conector de la ECU del Vehículo



Figura 3.39 Conector de la ECU

IV. PROCEDIMIENTOS Y PRUEBAS DEL EQUIPO

4.1. PROCEDIMIENTOS

Para el uso adecuado del simulador es necesario seguir una serie de procedimientos que a continuación se detallan:

1. Conectamos el simulador a una toma de corriente, verificando que el interruptor principal este en posición OFF y las perillas a tope a la izquierda.
2. Colocamos la ECU en el simulador por medio de sus conectores correspondientes.
3. Ponemos en la posición ON el interruptor principal para que todas sus funciones sean energizadas y esperamos la rutina de autodiagnóstico.
4. Encendemos el interruptor del circuito del sensor CKP, para indicar marcha del motor hacia la ECU con el Banco de Pruebas.
5. Comenzamos a realizar la toma de las distintas mediciones con la ayuda multímetro de cada parámetro siguiendo un orden de funcionamiento de la ECU, según las variables que se quieran analizar, esta rutina dependerá exclusivamente del diagnóstico que se haya realizado al módulo en el vehículo.
6. Inserte si es necesario equipos de diagnóstico como osciloscopio en los distintos pines de salida del modulo para observar parámetros en funcionamiento de acuerdo a las medidas que se desee realizar.

4.2. PRUEBAS

Para la realización de las pruebas contamos con un scanner CARMAN SCAN VG modificado en la opción para utilizarlo como un osciloscopio de uso automotriz 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 (CKP, WTS, MAP, IAT, HEGO, etc.), actuadores (inyectores, bombas de alimentación, IAC) así como diversos dispositivos eléctricos y electrónicos usados en los automóviles Peugeot.

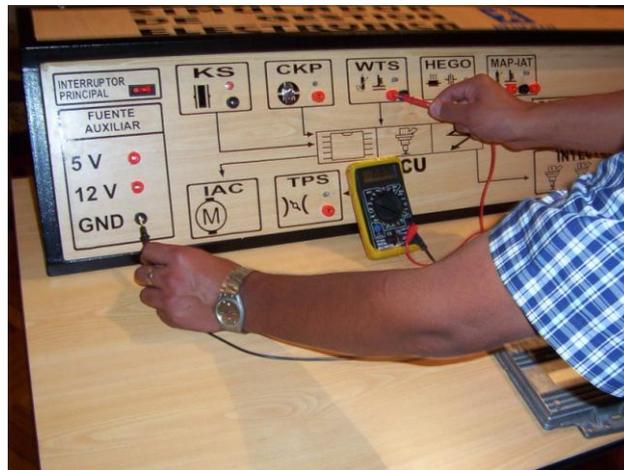


Figura 4.1 Instalación del multímetro a cada elemento

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 4.2.



Figura 4.2 Pantalla de calibración del scanner



Figura 4.3 Pantalla LCD del scanner

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

La figura 4.4 nos indica la curva generada por el simulador de la multiplexacion Can High.

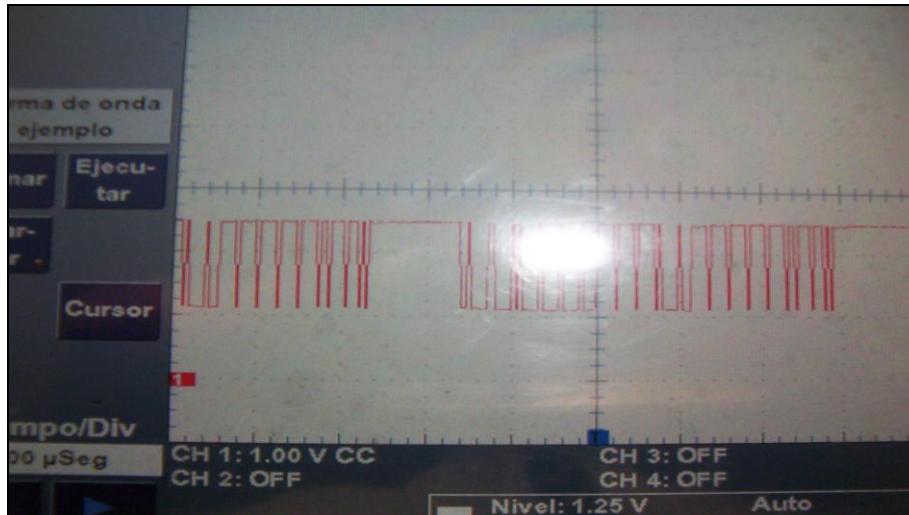


Figura 4.4 Can HI

Para la conexión de multiplexado Can High utilizamos el siguiente Pin.



Figura 4.5 Pin de conexión Can HI

La figura 4.6 es la representación del Can Low en el banco de pruebas.

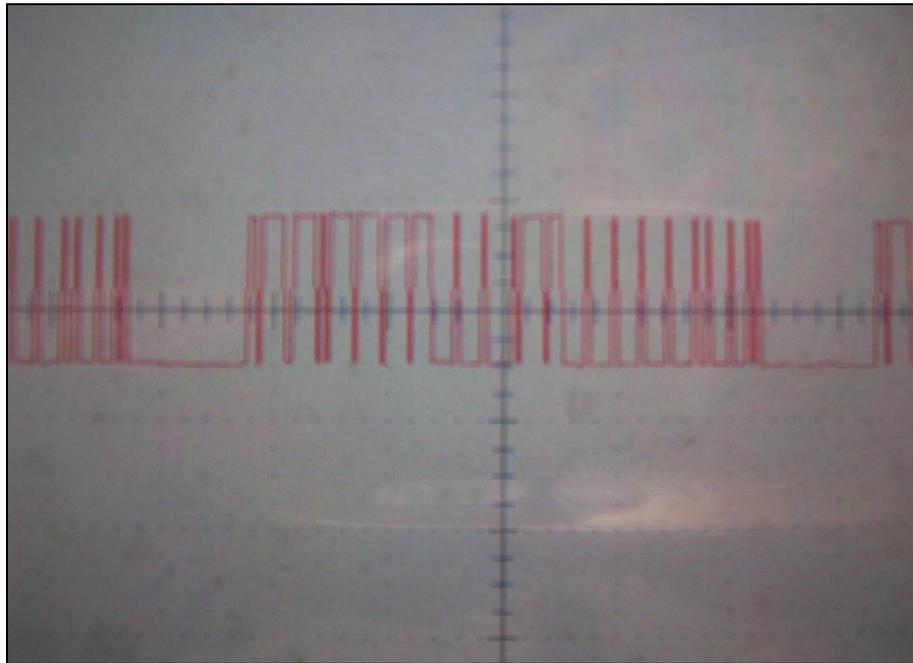


Figura 4.6 Can LOW

Para obtener la representación del Can Low la siguiente figura indica el Pin de conexión del mismo.

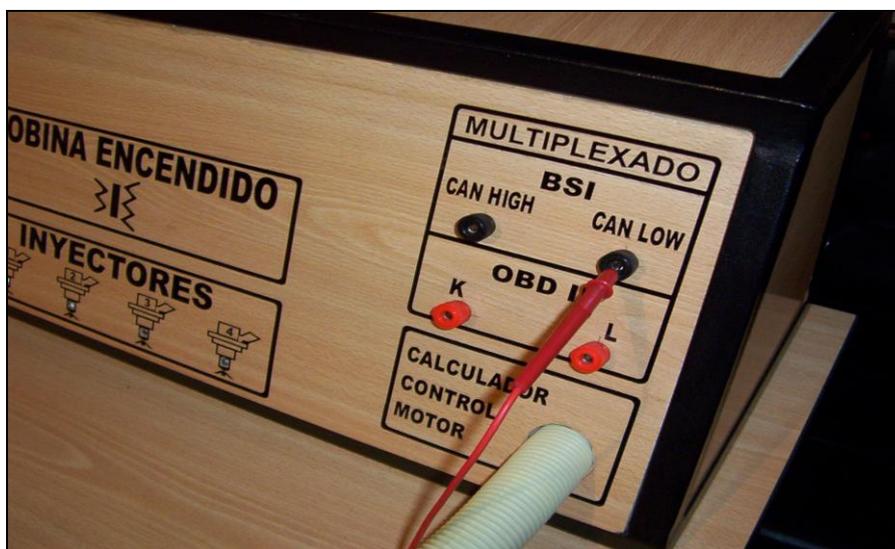


Figura 4.7 Pin de conexión Can LOW

La figura 4.8 nos ayuda hacer una comparación de las curvas de multiplexación Can High y Can Low, tanto de las obtenidas en el banco de pruebas como de las que tenemos como ejemplo de las curvas, en las que podemos observar que existe comunicación.

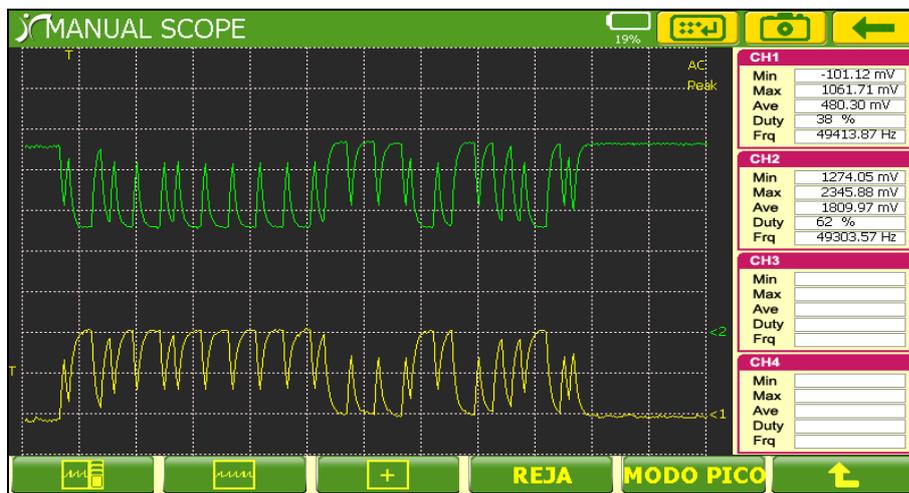


Figura 4.8 Can HI, Can LOW

La figura 4.9 nos indica la curva que obtuvimos del sensor CKP en el simulador.

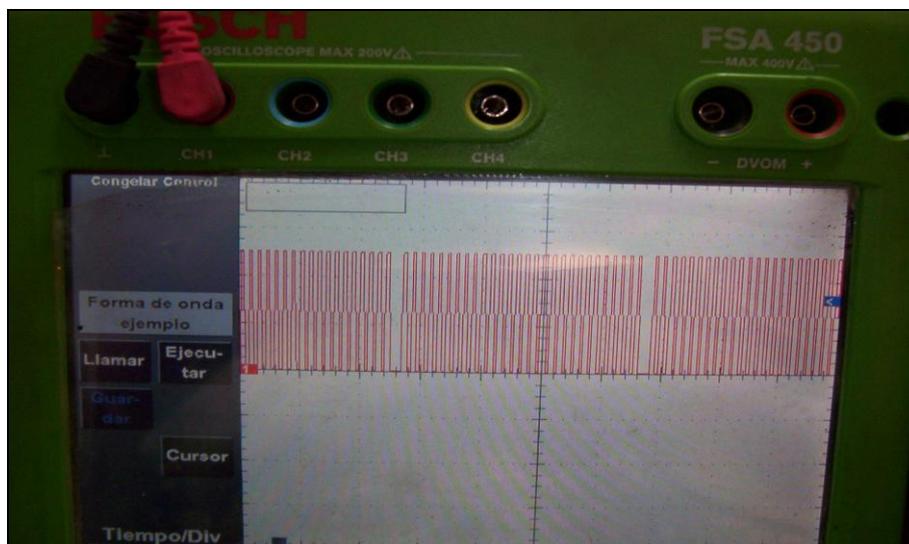


Figura 4.9 Onda sensor CKP

A continuación se detalla la ubicación del Pin de conexión del sensor CKP en el banco.

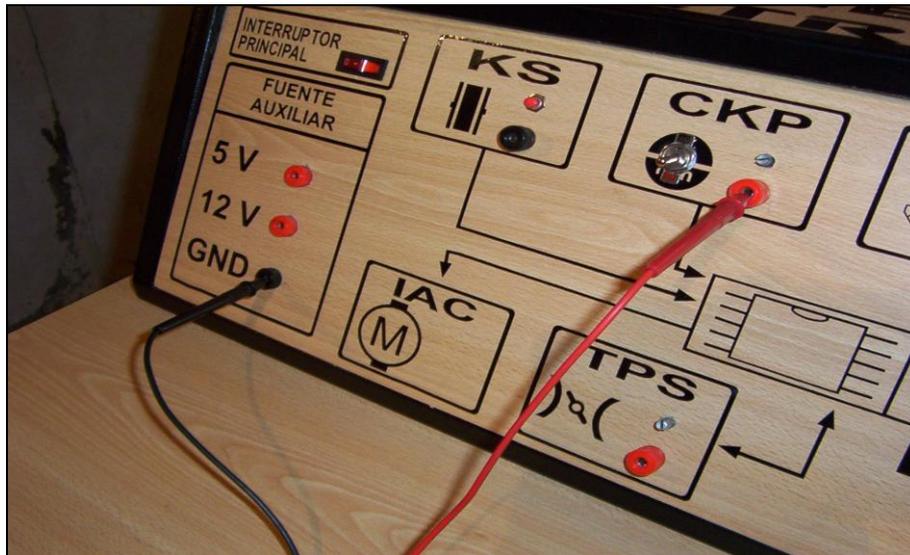


Figura 4.10 Pin de conexión CKP

La figura 4.11 representa un ejemplo de la curva que deseamos obtener del sensor CKP, para así poder realizar las comparaciones de la curva obtenida en el banco.

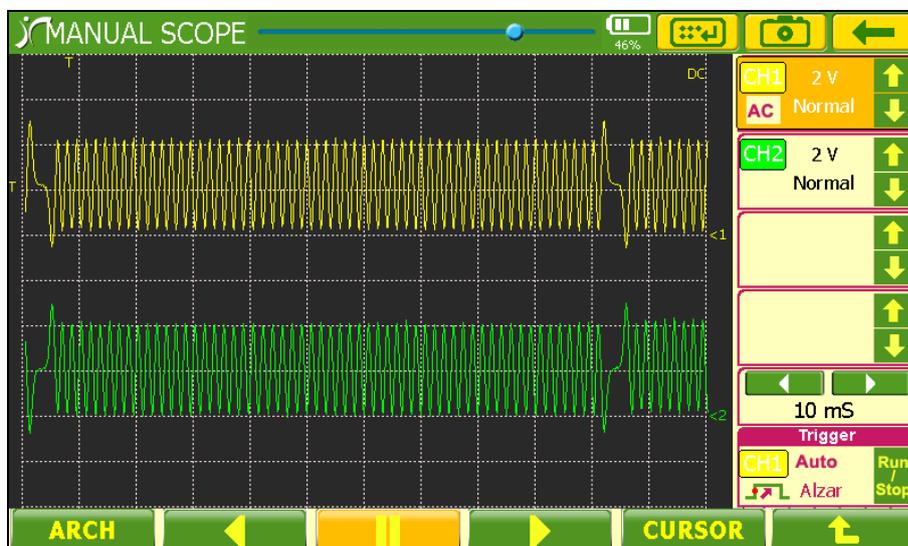


Figura 4.11 Onda sensor CKP

Del sensor MAP de nuestro simulador se obtuvo la siguiente curva.

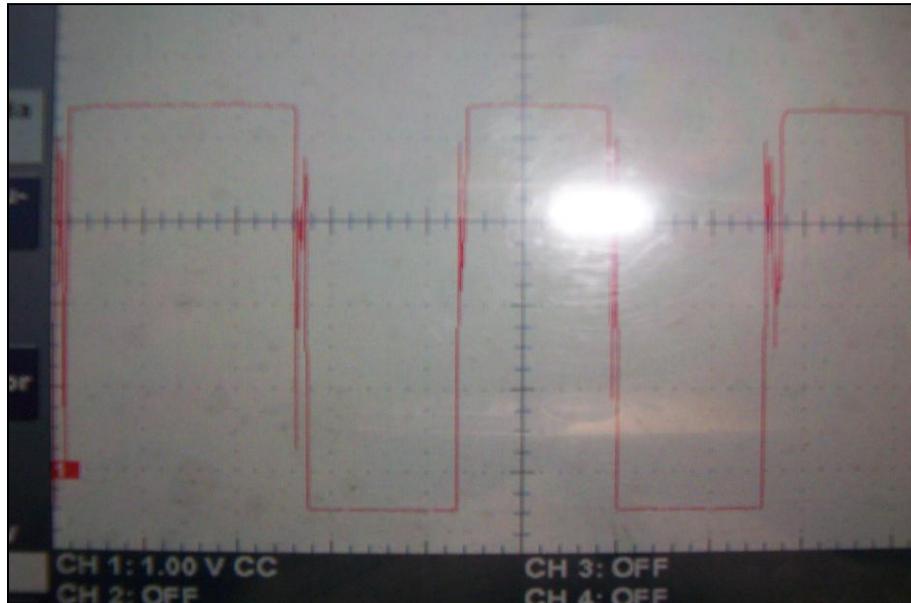


Figura 4.12 Onda sensor MAP

Si deseamos obtener la curva del sensor Map es necesario conectar la punta del osciloscopio como se indica en la figura 4.13.

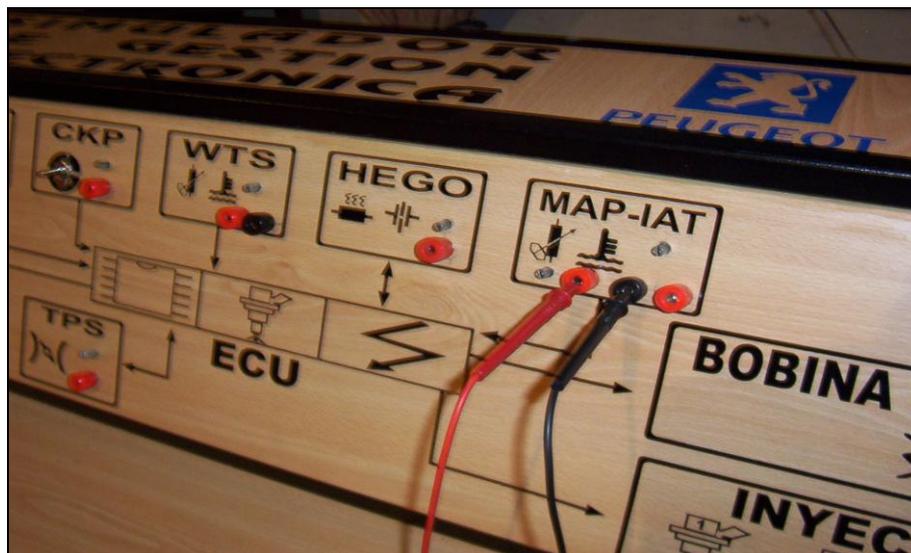


Figura 4.13 Pin de conexión MAP

La figura 4.14 que tenemos a continuación representa la curva a obtener del sensor MAP.

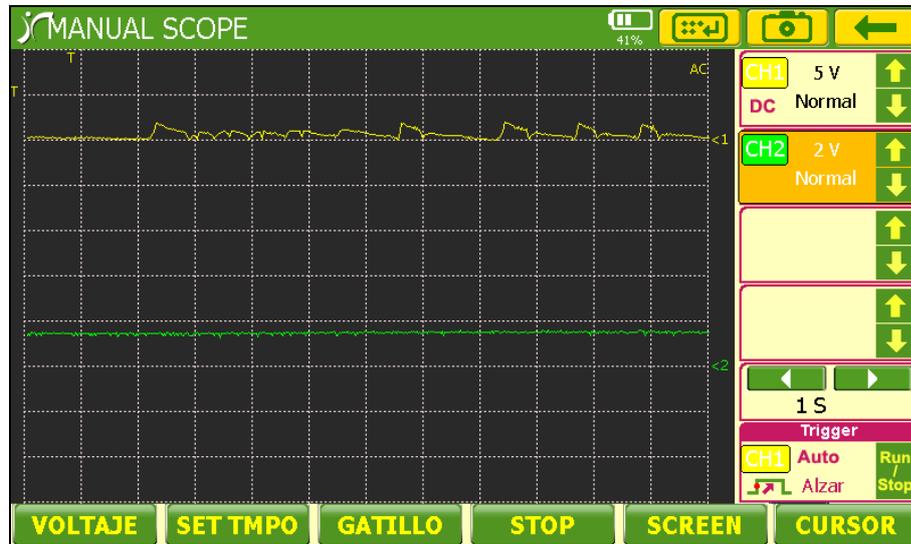


Figura 4.14 Onda sensor MAP

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

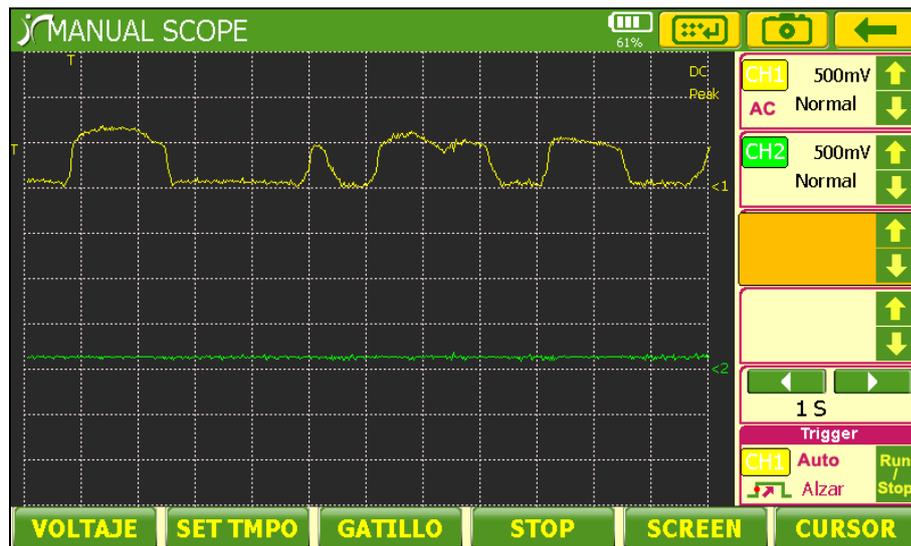


Figura 4.15 Onda sensor HEGO

Se comprueba los sensores WTS (Sensor de Temperatura del Agua), IAT (Sensor de Temperatura de Aire); que son termistores de tipo NTC insertando la punta del osciloscopio en las tomas del banco respectivamente.

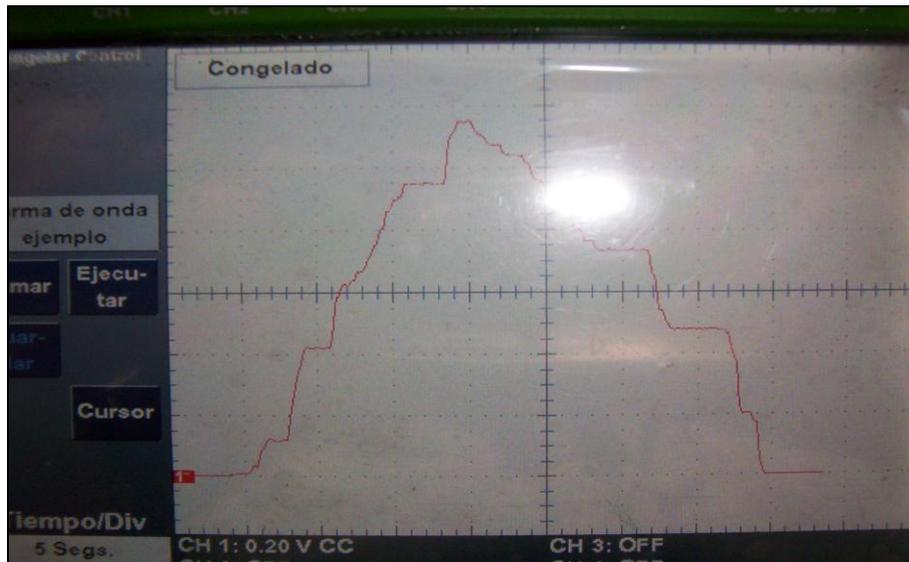


Figura 4.16 Onda sensor WTS

Para obtener la curva del sensor WTS es necesario conectar las puntas del osciloscopio en los siguientes Pines.

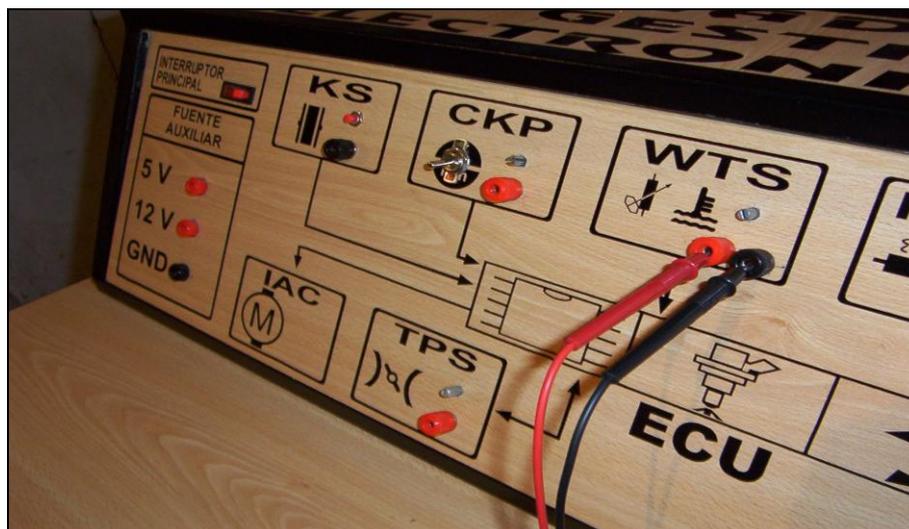


Figura 4.17 Pin de conexión WTS

Para concluir tenemos la representación de la curva característica del sensor WTS.

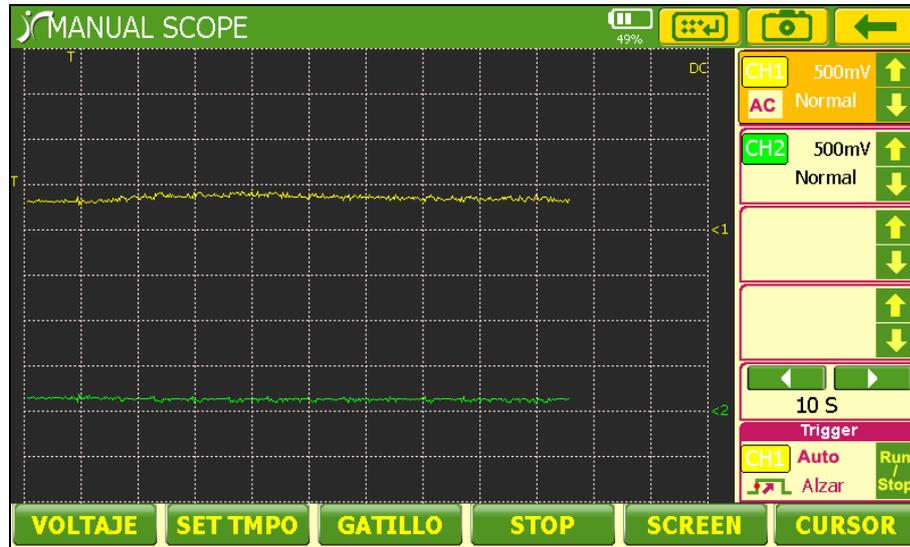


Figura 4.18 Onda sensores tipo NTC (WTS – IAT)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Luego de la realización de este proyecto de tesis podemos concluir lo siguiente:

- Se diseño y construyó un simulador de gestión electrónica para vehículos Peugeot, a través, de la generación de fuentes de señal típicas de los sensores interpretadas por la computadora y activar a los distintos actuadores que intervienen en un sistema de inyección electrónica a gasolina.
- Se comprobó que el simulador permite realizar pruebas en los vehículos Peugeot de las gamas 1.4, 1.6, y 2.0 lt., por las características similares de funcionamiento, diagramación, forma y posición de los conectores obteniendo así, un equipo versátil para utilizarlo en diagnóstico y reparación de computadoras automotrices para la marca.
- Se elaboró diagramas eléctricos y electrónicos de las señales de los sensores específicos para el banco de simulación, permitiendo obtener las curvas características de cada uno, para realizar un eficiente entrenamiento en este tipo de sistemas, tomando en cuenta los valores específicos de cada componente que intervienen en el proyecto diseñado.
- Se comprobó que para señales generadas por el simulador concuerdan con funcionamiento normal de las que son generadas por los sensores del vehículo para el cual fue diseñado el banco de simulación.
- Se realizo la aplicación tomando en cuenta el factor ergonómico, brindando comodidad al operario que va a trabajar en simulador realizando mediciones más rápidas en las tomas implementadas e interpretando de

manera visual los eventos típicos de un sistema de gestión electrónica, además, permite la interacción en el diagnóstico con instrumentos de medición adicionales para comprobar el correcto funcionamiento del mismo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que al realizar cualquier tipo de conexión eléctrica dentro de un banco de pruebas y aún más si éste 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 se debe verificar que se siga un orden secuencial de armado, empezando por los cables, hasta las tarjetas y fuentes de alimentación facilitando una clara idea de cómo se encuentra estructurado el proyecto.
- Para comprobar un el sistema de inyección electrónica, debe utilizarse una lógica de manipulación del banco, partiendo de la puesta en contacto para proveer los voltajes de alimentación requeridos, la generación de ondas del captor de giro CKP y la simulación de las diversas variantes de entrada, para el análisis posterior del comportamiento de los actuadores, se empezará con el orden adecuado que tendrían que acontecer los eventos eléctricos en funcionamiento normal del vehículo y se lograra observar variaciones en las salidas o actuadores dependientes del estado de las entradas de la ECU.
- Cuando empiece a realizar pruebas de funcionamiento en el simulador y se observe que algún indicador led que no se enciende, se recomienda empezar a revisar los fusibles del simulador para usar el banco al máximo rendimiento, de no darse solución inmediata se debe revisar los planos de instalaciones para diagnosticar la causa del fallo específicamente.

- Para poder analizar completamente la comunicación multiplexada se sugiere trabajar conjuntamente la ECU con su respectiva BSI y transponder, así como el respectivo código del inmovilizador del vehículo, según los procedimientos que recomienda el fabricante.

VI. BIBLIOGRAFÍA

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.

<https://servicebox.peugeot.com>

www.redtécnicaautomotriz.com

www.autoxuga.com

www.chipdoc.com

www.elmundomotor.elmundo.es

www.st.com

ANEXOS

Anexo # 1

Programa para la simulación del sensor CKP

```
                ERRORLEVEL -302
LIST    P=16F819

        __CONFIG_CP_OFF & _WDT_OFF & _INTRC_IO & _PWRTE_ON & _MCLR_OFF & _BODEN_ON
        __IDLOCS    H'0100'

CBLOCK    H'20'    ; Inicio de bloque de variables del programa, dirección
    w_temp                ; 20 H
    status_temp           ; Variables usadas en el programa
    PASA
    NIVEL
    BANDERA
    TIEMPO
    DATO
    AUX
    BAND
    ALFA_H
    ALFA_L
    BAN_IF
    LIM_INF
    LIM_SUP
    FREC
    PULSOS
    BAN_AD
    AD_1_H
    AD_1_L
    AD_2_H
    AD_2_L
    CONF_AD
    INYEC
    TEMP4

ENDC                ; Fin de bloque de variables de programa
INCLUDEP16F819.INC    ; Se carga la librería del micro a ser usado
;-----
    ORG                0X00    ; Dirección de inicio del programa
    GOTO    INICIO
    ORG                0X04    ; Dirección de salto de interrupciones del programa
;
    RETFIE
    GOTO    INTER
;-----
;Sub rutina de atención a interrupciones
;-----
INTER
BANKSEL        PORTB ; Banksel selecciona el banco en donde se encuentra
                ; el registro indicado
    BCF        INTCON,GIE    ; Desactivo todas las interrupciones
    MOVWF    w_temp        ; save off current W register contents
    MOVF     STATUS,w        ; move status register into W register
    MOVWF    status_temp    ; save off contents of STATUS register
    BANKSEL    PIR1        ;selecciona banco en donde está en registro PIR1
    BTFSS    PIR1,ADIF
    GOTO    TIMER
;-----
;Sub rutina de conversor análogo a digital
;-----
AD_CONV
    BANKSEL        ADRESH    ;Selecciona el banco del ADRESH
    MOVF     ADRESH,W        ;Recupero el valor del byte alto de la conversión
    MOVWF    AD_1_H
    BANKSEL        ADRESL
    MOVF     ADRESL,W        ; Recupero el valor del byte bajo de la conversión
    BANKSEL        PORTA
    MOVWF    AD_1_L
```

```

RRF      AD_1_H,F      ; las cuatro instrucciones dividen para 4 el
RRF      AD_1_H,F      ; valor de la conversion A/D
RRF      AD_1_L,F
RRF      AD_1_L,F
MOVF    AD_1_L,W
IORWF   AD_1_H,W
MOVWF   INYEC          ; Cargo los valores para controlar el tiempo de
MOVWF   FREC           ; encendido de inyectores y la frecuencia de la onda
MOVLW   B'10000001'   ;ADON=1 (se Activa el Conv. A/D CANAL 1)
MOVWF   CONFI_AD
CALL    CARGA_AD

GOTO    FININTER ; Salta al final de la subrutina
;-----
;Sub rutina de Timer 0 (generación de onda)
;-----

TIMER
BANKSEL PORTA          ;Selecciona el banco correspondiente
BTFSS  INTCON,TMR0IF  ; Verifica si el Timer 0 termino de contar
GOTO   TIMER2
BCF    INTCON,TMR0IF
DECFSZ PULSOS,F       ; decrementa contador de Pulso
GOTO   BAJO
MOVLW  .58             ; si pulsos son cero, se carga nuevamente el valor 58
MOVWF  PULSOS
MOVF   FREC,W
MOVWF  TMR0           ; carga el Timer 0 con el valor guardado en Frec
BSF    PORTB,1        ; en dos pines del Puerto b se tiene la salida de la
BCF    PORTB,0        ; onda
CLRF   BAN_IF
GOTO   FININTER

BAJO
INCF   BAN_IF,F; verifica el siguiente estado de la onda "alto o bajo"
BTFSS  BAN_IF,0
GOTO   OFF            ; salta a poner en bajo la onda
GOTO   ON             ; salta a poner en alto la onda

ON
BANKSEL TMR0
BSF    PORTB,1
BCF    PORTB,0
MOVF   FREC,W
MOVWF  TMR0
GOTO   FININTER

OFF
BANKSEL TMR0
BCF    PORTB,1
BSF    PORTB,0
MOVF   FREC,W
MOVWF  TMR0
GOTO   FININTER          ; salta al final de la subrutina de interrupción

;-----
;Sub rutina de encendido de inyectores
;-----
TIMER2
BANKSEL PIR1          ; Selecciona el banco donde esta el registro indicado
BCF    PIR1,TMR2IF    ; verifica si el Timer 2 termino de contra el tiempo
BANKSEL PIE1
BCF    PIE1,TMR2IE
BANKSEL PORTB          ; apaga los inyectores que se encuentren encendidos
MOVLW  0X0F
ANDWF  PORTB,F

FININTER
BANKSEL PORTB
movf   status_temp,w  ; retrieve copy of STATUS register
movwf  STATUS         ; restore pre-isr STATUS register contents
swaf   w_temp,f
swaf   w_temp,w       ; restore W register contents
BSF    INTCON,PEIE    ; Restaura las configuraciones iniciales
BSF    INTCON,TMR0IE  ; de los registros de interrupciones
BCF    INTCON,INTE

```

```

BCF     INTCON,RBIE
BSF     INTCON,GIE
RETDFE           ; Sale de la subrutina de interrupción y regresa al
                ; lugar donde estaba.

;***** SUBROUTINA CONFIGURAR CONVERTOR AD *****
; CARGA_AD
    BANKSEL     PORTA           ;
    MOVF     CONF1_AD,W         ;RECUPERO CONFIGURACIÓN
    BANKSEL     ADCON0         ;Banco 0
    MOVWF    ADCON0
    MOVLW    .80                ;RETARDO
    MOVWF    TEMP4
    DECFSZ   TEMP4,F
    GOTO     $-1
    ;BSF     ADCON0,GO         ;INICIO LA CONVERSION
    RETURN

;*****
; INICIO

    BANKSEL     OSCCON         ; Selecciona el banco donde esta el registro
    MOVLW    B'01100000'       ; configure el reloj interno del micro a 4MHz
    MOVWF    OSCCON
    BANKSEL     OSCTUNE
    MOVLW    0x3F              ; Selecciona configuración del PIC16F628
    MOVWF    OSCTUNE           ; para uso de reloj interno.

    BANKSEL     ADCON1
    MOVLW    B'11000101'       ;FRE/64,PORTB,0 COMO ENTRADA ANALOGA
    MOVWF    ADCON1           ;EL RESTO I/O DIGITALES
    BANKSEL     TRISA
    MOVLW    B'00000011'       ;PORT 1,5 = OUT, PORT 2,3,4= IN I/O
    MOVWF    TRISA            ;PORTB,0 IN ANALOGA
    MOVLW    B'00001100'       ;PORTB I/O
    MOVWF    TRISB

    BANKSEL     ADCON0
    MOVLW    B'10000001'       ;JUSTIFICACION DE DERECHA, CONVERTOR ACTIVADO
    MOVWF    ADCON0           ;CANAL 0
    BANKSEL     OPTION_REG     ; Selecciona el banco donde está el registro indicado
    BSF     OPTION_REG,7       ; desactiva las resistencias de PULL UP
    BCF     OPTION_REG,INTEDG   ;Desactiva el flanco de interrupción externa
    BCF     OPTION_REG,T0CS     ;ACTIVO TIMER
    BCF     OPTION_REG,T0SE
    BCF     OPTION_REG,PSA      ; PRE ESCALA PARA EL TIMER
    BSF     OPTION_REG,PS2
    BSF     OPTION_REG,PS1
    BSF     OPTION_REG,PS0     ;PRE ESCALA=1/256

    CLRF     INTCON            ; Configuración de interrupciones
    BSF     INTCON,PEIE        ; Activa interrupción de periféricos externos
    BSF     INTCON,TMR0IE      ; Activa interrupción de Timer 0
    BCF     INTCON,INTE
    BCF     INTCON,RBIE
    BCF     INTCON,INTF
    BCF     INTCON,RBIF
    BCF     INTCON,TMR0IF
    BSF     INTCON,GIE         ; ; Activa interrupción general
    BANKSEL     PORTA
    CALL     DELRAM             ; llama subrutina de limpiado de variables de programa
    CALL     RELOJ              ; llama subrutina de retardo
    MOVLW    B'10000001'       ;ADON=1 (se Activa el Conv. A/D CANAL 0)
    MOVWF    CONF1_AD          ; carga configuración en el convertor A/D
    CALL     CARGA_AD           ; llama subrutina de configuración de convertor A/D

    BANKSEL     T2CON           ; Configuración del Timer 2
    MOVLW    B'00001101'       ; Activa Timer 2 e inicia conteo
    MOVWF    T2CON
    BANKSEL     PORTB
    CLRF     PORTB             ; Limpia los puertos del Micro
    CLRF     PORTA
    BANKSEL     PIE1
    BSF     PIE1,ADIE          ; Activa interrupción del convertor A/D

```

```

BCF    PIE1,TMR1IE    ; Desactiva interrupción del Timer 1
CALL   RELOJ          ; llama subrutina de retardo
BANKSEL    ADCON0
BSF    ADCON0,GO      ; INICIO LA CONVERSION
BANKSEL    PORTA
MOVLW   .58           ; Carga el valor de los pulsos que se generan en la onda
MOVWF   PULSOS
GOTO    PP            ; Salta al programa principal

;***** SUBROUTINA PARA ENCERAR RAM *****
DELRAM
    CLRF    STATUS
    movlw   0x20      ;initialize pointer
    movwf   FSR       ;to RAM
NEXT
    clrf    INDF      ;clear INDF register
    incf    FSR,F     ;inc pointer
    movlw   0x5F
    subwf   FSR,W
    btfss   STATUS,Z
    goto   NEXT
    RETURN

;***** SUBROUTINA DE RETARDO *****
RELOJ
    MOVLW   .40      ; Genera un retardo de 120 micro segundos
    MOVWF   PASA
    DECFSZ  PASA,F   ;Decrementa la variable PASA
    GOTO    $-1     ;En caso que aun no sea CERO regresa a seguir decrementando
    RETURN        ;En caso que ya sea CERO sale de la subrutina

;*****programa principal*****
PP
    BANKSEL    PORTA      ; Selecciona el banco donde esta el puerto A
    BTFSS    PORTB,3     ; Verifica si esta encendido el vehículo
    GOTO    SALTO        ;En caso negativo va a leer el conversos A/D
    BANKSEL  PORTB      ;en caso afirmativo Selecciona el banco donde esta el ;puerto B

PUL1
    BANKSEL    PORTB      ;Inicio de bloque donde cuenta los primeros 15 pulsos
    BANKSEL    PORTB      ;Selecciona el banco donde esta el registro PUERTO B
    MOVF     PULSOS,W     ;Mueve el valor actual de la variable PULSOS a W
    BCF     STATUS,Z     ;Limpia el registro de control de cero en una operación
    SUBLW   .15          ;Resta 15 al valor actual de PULSOS
    BTFSS   STATUS,Z     ;Verifica si la operación da CERO
    GOTO    PUL1        ;En caso negativo regresa a repetir la operación

PUL2
    BANKSEL    PORTB      ; Inicio de bloque cuenta los siguientes 15 pulsos (30)
    BANKSEL    PORTB      ;Selecciona el banco donde esta el registro PUERTO B
    MOVF     PULSOS,W     ;Mueve el valor actual de la variable PULSOS a W
    BCF     STATUS,Z     ;Limpia el registro de control de cero en una operación
    SUBLW   .30          ;Resta 30 al valor actual de PULSOS
    BTFSS   STATUS,Z     ;Verifica si la operación da CERO
    GOTO    PUL2        ;En caso negativo regresa a repetir la operación

PUL3
    BANKSEL    PORTB      ; Inicio de bloque cuenta los siguientes 15 pulsos (45)
    BANKSEL    PORTB      ;Selecciona el banco donde esta el registro PUERTO B
    MOVF     PULSOS,W     ;Mueve el valor actual de la variable PULSOS a W
    BCF     STATUS,Z     ;Limpia el registro de control de cero en una operación
    SUBLW   .45          ;Resta 45 al valor actual de PULSOS
    BTFSS   STATUS,Z     ;Verifica si la operación da CERO
    GOTO    PUL3        ;En caso negativo regresa a repetir la operación

PUL4
    BANKSEL    PORTB      ; Inicio de bloque cuenta los siguientes 13 pulsos (58)
    BANKSEL    PORTB      ;Selecciona el banco donde esta el registro PUERTO B
    MOVF     PULSOS,W     ;Mueve el valor actual de la variable PULSOS a W

```

```

BCF     STATUS,Z           ;Limpia el registro de control de cero en una operación
SUBLW  .58                 ;Resta 58 al valor actual de PULSOS
BTFSS  STATUS,Z           ;Verifica si la operación da CERO
GOTO   PUL4                ;En caso negativo regresa a repetir la operación

SALTO
MOVLW  B'10000001'        ;En caso afirmativo salta a leer el conversor A/D
MOVWF  CONF1_AD            ;ADON=1 (se Activa el Conv. A/D CANAL 1)
CALL   CARGA_AD            ;Carga configuración para reinicia otra conversión
BANKSEL      ADCON0        ;Llama a subrutina de configuración
BSF    ADCON0,GO           ;Inicia conversión
BANKSEL      PIE1          ;Selecciona banco donde esta el registro PIE1
BSF    PIE1,ADIE           ;Activa interrupción del conversor A/D
GOTO   PP                  ;Salta al Programa Principal, sigue en un laso cerrado

END                                ;Fin del programa

```

Anexo # 2

Data Sheet Pic 16F819



PIC16F818/819

18/20-Pin Enhanced Flash Microcontrollers with nanoWatt Technology

Low-Power Features:

- Power Managed modes:
 - Primary Run: X1, RC oscillator, 87 μ A, 1 MHz, 2V
 - INTRC: 7 μ A, 31.25 kHz, 2V
 - Sleep: 0.2 μ A, 2V
- Timer1 oscillator: 1.8 μ A, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 0.7 μ A, 2V
- Wide operating voltage range:
 - Industrial: 2.0V to 5.5V

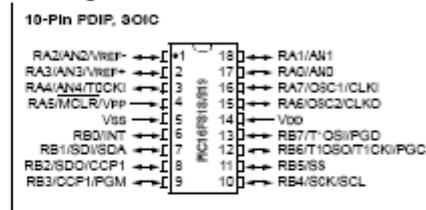
Oscillators:

- Three Crystal modes:
 - LP, XT, HS: up to 20 MHz
- Two External RC modes
- One External Clock mode:
 - EClO: up to 20 MHz
- Internal oscillator block:
 - 8 user selectable frequencies: 31 kHz, 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz

Peripheral Features:

- 18 I/O pins with individual direction control
- High sink/source current: 25 mA
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during Sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM (CCP) module:
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit, 5-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master/Slave) and I2C™ (Slave)

Pin Diagram



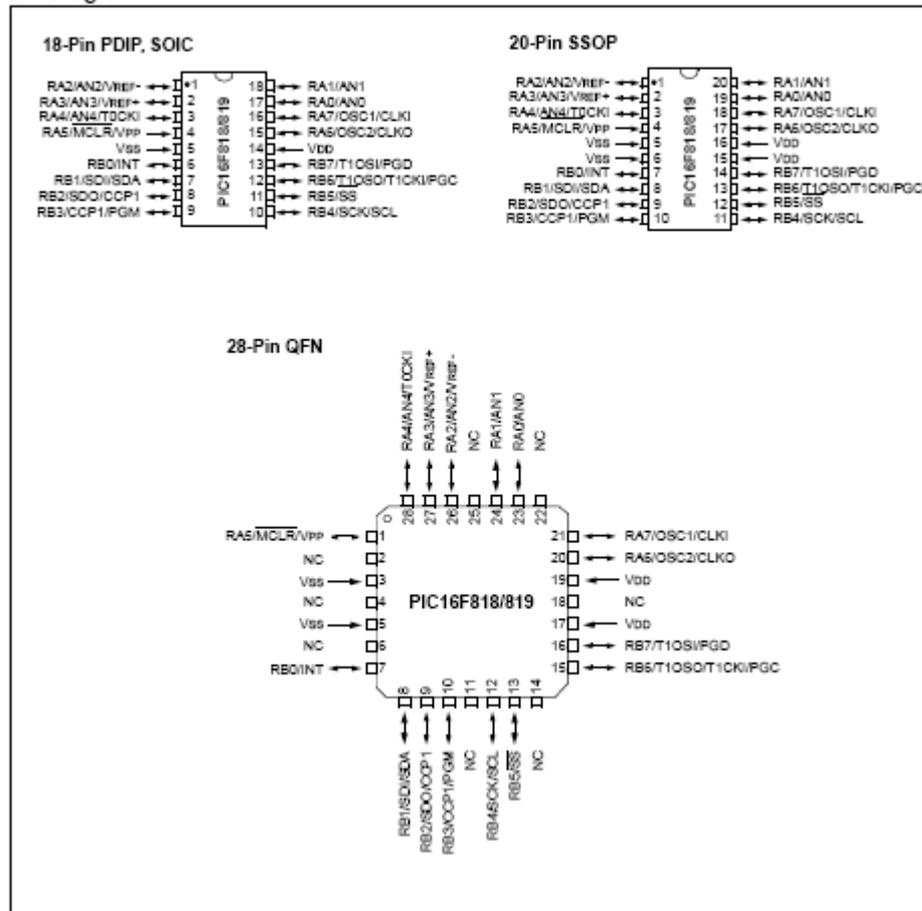
Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycles Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 typical erase/write cycles EEPROM data memory typical
- EEPROM Data Retention: > 40 years
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Low-Voltage Programming
- In-Circuit Debugging via two pins

Device	Program Memory		Data Memory		I/O Pins	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	SSP		Timers 8/16-bit
	Flash (Bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)				SPI™	Slave I2C™	
PIC16F818	1700	1024	128	128	18	5	1	Y	Y	2/1
PIC16F819	3504	2048	256	256	18	5	1	Y	Y	2/1

PIC16F818/819

Pin Diagrams



Anexo # 3

Data Sheet Capacitor

TRC

Vishay Techno



Resistor/Capacitor Networks, Coated SIP



ELECTRICAL SPECIFICATIONS - RESISTORS

Resistance Range: 50 ohms to 1 kilohm. Others available.
 Resistance Tolerance: $\pm 2\%$, $\pm 5\%$ standard. $\pm 1\%$ available.
 Temperature Coefficient of Resistance: $\pm 150\text{PPM}/^\circ\text{C}$.
 Operating Temperature Range: -55°C to $+125^\circ\text{C}$.
 Operating Voltage: 50 VDC maximum. Higher voltage available.

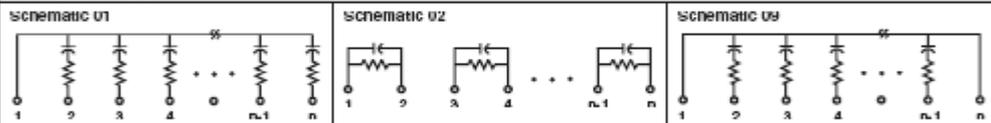
FEATURES

- Highly stable thick film resistors.
- NPO or X7R capacitors for line terminator.
- Wide operating temperature range.
- Custom Resistor/Capacitor schematics available.

ELECTRICAL SPECIFICATIONS - CAPACITORS

Type: NPO or X7R.
 NPO Capacitance Range Standard: 33pF - 3900pF, other values available.
 X7R Capacitance Range: 470pF - 0.1 μF , other values available.
 Tolerance: NPO Type = $\pm 10\%$, $\pm 20\%$. X7R Type = $\pm 10\%$, $\pm 20\%$. Tighter tolerance available. Consult factory at 818-781-1642.
 Voltage Rating: 50VDC. Higher voltage available.

SCHEMATICS



NOTE: Custom schematics available.

DIMENSIONS in inches [millimeters]

NUMBER OF PINS	DIMENSIONS in inches [millimeters]		
	A (Max.)	B ± 0.005 [.127]	C (Max.)
6	0.500 [14.99]	0.500 [12.70]	0.250 [6.40]
7	0.600 [17.03]	0.600 [15.24]	0.300 [8.89]
8	0.700 [20.07]	0.700 [17.78]	0.350 [9.89]
9	0.800 [22.61]	0.800 [20.32]	0.350 [9.89]
10	0.900 [25.15]	0.900 [22.86]	0.350 [9.89]
11	1.00 [27.69]	1.00 [25.40]	0.350 [9.89]
12	1.19 [30.23]	1.10 [27.94]	0.350 [9.89]

NOTE: Other sizes available.

ORDERING INFORMATION

TRC MODEL	00 NUMBER OF PINS	01 SCHEMATIC	101 RESISTANCE VALUE (OHMS)	J RESISTANCE TOLERANCE	560 CAPACITANCE VALUE (pF)	K CAPACITANCE TOLERANCE*
			First two digits are significant, third digit signifies number of zeros to follow.	T = $\pm 1\%$ G = $\pm 2\%$ J = $\pm 5\%$	First two digits are significant, third digit signifies number of zeros to follow.	K = $\pm 10\%$ M = $\pm 20\%$

*Tighter tolerance available.

Anexo # 4

Data Sheet 555

El circuito integrado 555 presenta varios tipos de encapsulado:

- a. 8 patillas en MINIDIP en plástico
- b. Cápsula DIP de 14 patillas
- c. Encapsulado metálico TO-99

Estando las dos últimas casi en desuso (a lo largo de la práctica usaremos el DIP 8 patillas).

Funcionamiento del NE 555:

La tensión de funcionamiento del 555 va de 5V a 20V. Interiormente, en la patilla 8 va conectado un divisor de tensión mediante 3 resistencias.

La patilla 6 es una de las importantes, sale del comparador superior y cuando la tensión de referencia, en la patilla 6, sea mayor a dos tercios de V_{cc} , entonces este comienza a funcionar llegando al flip flop y sacando un uno, donde llega a un transistor que en este momento actúa como un interruptor cerrado y también llega a la salida invirtiendo esta señal que entra y transformándola en 0.

La patilla 5 es la entrada negativa del comparador superior.

La patilla 2 es la entrada negativa del comparador inferior, cuando este tiene una tensión de referencia inferior a un tercio de V_{cc} , entonces el comparador inferior empieza a funcionar, dando un impulso al flip flop saliendo de él un 0, entonces llega al transistor que al no llegar tensión a la base de este, funciona como interruptor cerrado, y llegando a la salida que invirtiéndolo saca un 1 ó sea v_{cc} .

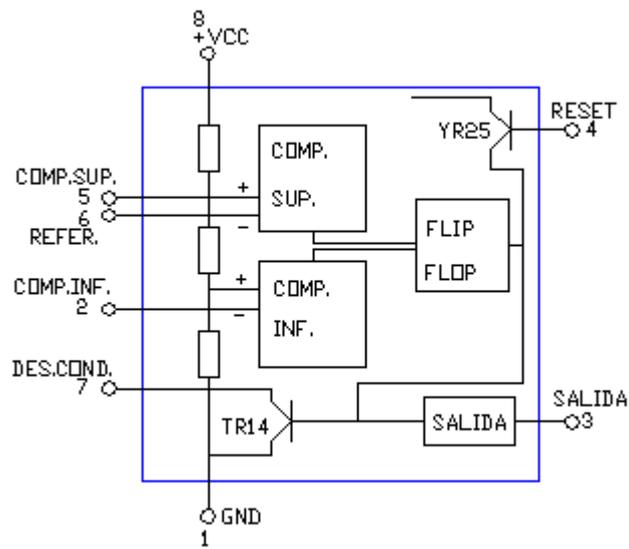
La patilla 1 va directamente a masa.

La patilla 7 es la de descarga del condensador.

La patilla 3 es la salida.

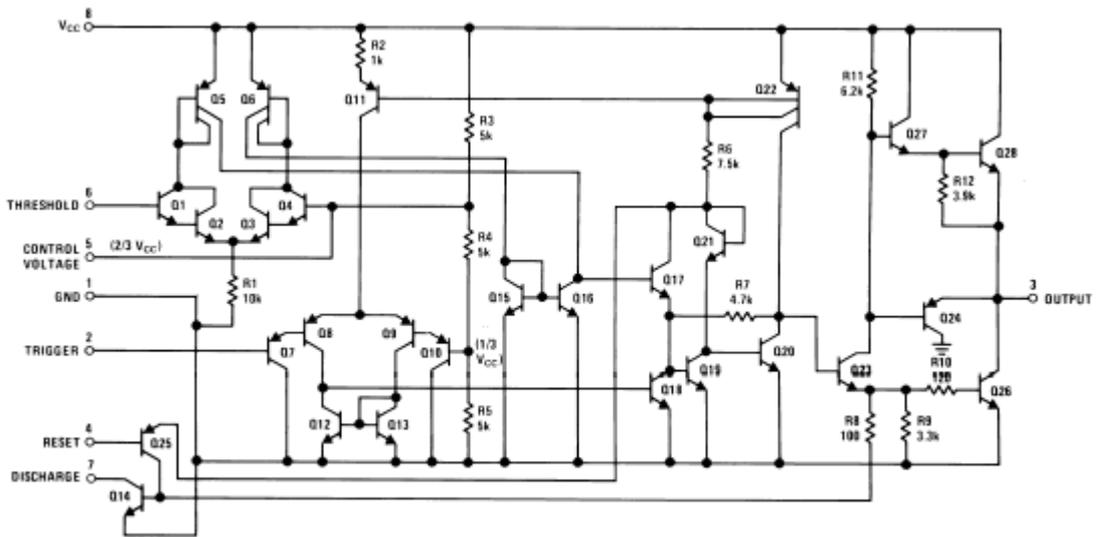
La patilla 4 es el reset.

La patilla 8 es +VCC.



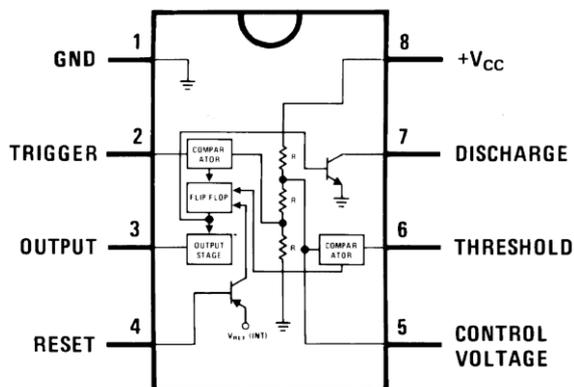
ESTRUCTURA INTERNA

La circuitería interna del 555 según National Semiconductors, es la siguiente:



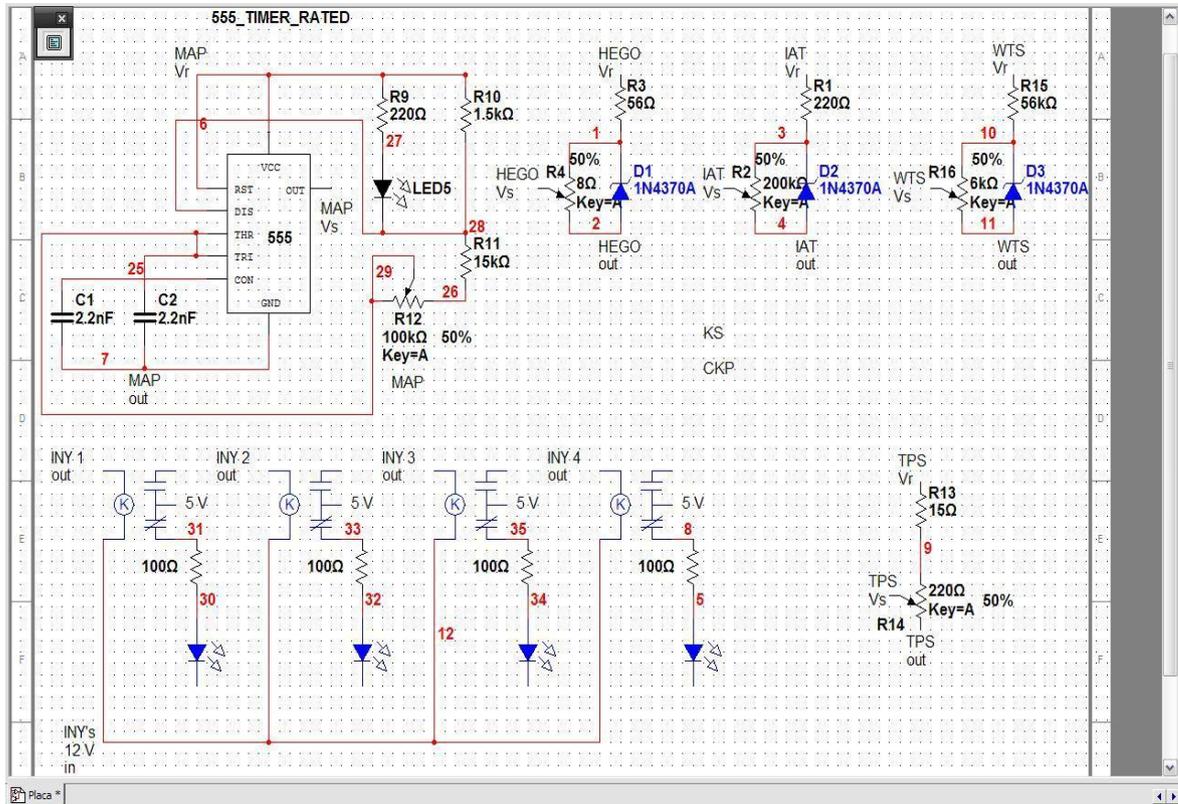
D5007851-1

El diagrama de conexión es el siguiente:



Anexo # 5

Diagrama Esquemático General



Anexo # 6

Diagrama Esquemático Sensor CKP

