



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO INTERFACE CON
LA ECU PARA EL CONTROL DE OPERACIÓN DE LAS RPM DEL
MOTOR”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ**

REALIZADO POR:

**DAVID ALFREDO MARIÑO GRIJALVA
DIEGO FERNANDO VILLAGOMEZ CHOLOTA**

Latacunga, Noviembre 2009

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por **Diego Fernando Villagómez Cholota** y **David Alfredo Mariño Grijalva**, bajo nuestra supervisión.

Ing. Germán Erazo
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Sixto Reinoso
CODIRECTOR DE PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. Germán Erazo (DIRECTOR)

ING. Sixto Reinoso (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO INTERFACE CON LA ECU PARA EL CONTROL DE OPERACIÓN DE LAS RPM DEL MOTOR”**, realizado por los señores Diego Fernando Villagómez Cholota y David Alfredo Mariño Grijalva, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la publicación 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 portátil. Autorizan a los señores Diego Fernando Villagómez Cholota y David Alfredo Mariño Grijalva que lo entreguen al Ing. Juan Castro, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Noviembre del 2009.

Ing. Germán Erazo

DIRECTOR

Ing. Sixto Reinoso

CODIRECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros: Diego Fernando Villagómez Cholota
David Alfredo Mariño Grijalva

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO INTERFACE CON LA ECU PARA EL CONTROL DE OPERACIÓN DE LAS RPM DEL MOTOR”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este 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, Noviembre del 2009.

Diego Villagómez

C.I. 180383315-9

David Mariño

C.I. 060404660-7

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros: Diego Fernando Villagómez
David Alfredo Mariño Grijalva

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO INTERFACE CON LA ECU PARA EL CONTROL DE OPERACIÓN DE LAS RPM DEL MOTOR”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Noviembre del 2009.

Diego Villagómez

C.I. 180383315-9

David Mariño

C.I. 060404660-7

DEDICATORIA

A mis padres José Ricardo y Ruth Cumanda por ser mi apoyo incondicional durante toda mi vida, me enseñaron a enfrentar los retos y nunca dejarme vencer, dar un paso hacia delante y luego otro más, para ustedes éste logro.

A mis hermanos Silvia y Santiago que siempre estuvieron animándome para continuar adelante.

Y a mis familiares por su afecto, confianza y apoyo.

A todos ustedes por estar siempre a mi lado, Gracias.....

Diego Villagómez

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres y hermanos por estar siempre a mi lado, por impulsar mi desarrollo profesional y humano, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por enseñarme que un hijo es el reflejo de lo que es su familia.

A mi querida abuelita por no dejarme en los momentos que más la necesitaba.

Y a nuestro padre que está en el cielo cuidando de nosotros en todo momento.

David Mariño

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme, protegerme y darme la sabiduría para enfrentar mis retos.

A mis padres, hermanos y toda mi familia que fueron mi inspiración para construir este sueño.

A todos mis profesores en especial a los ingenieros Germán Erazo y Sixto Reinoso por guiarme y compartir sus conocimientos durante mi formación profesional y la realización de ésta tesis.

Y para aquellos que me apoyaron desinteresadamente, compartiendo su apoyo y confianza

Diego Villagómez

AGRADECIMIENTO

A nuestro padre todo poderoso por darme salud y vida para completar una etapa más en la vida.

A mis padres y hermanos por siempre confiar en mi e impulsarme a la consecución de nuevos objetivos.

A mis profesores que supieron impartir sus conocimientos, de manera especial al Ing. Germán Erazo e Ing. Sixto Reinoso, director y codirector respectivamente, por sabernos guiar a lo largo del proceso de este proyecto.

David Mariño

RESUMEN

El presente proyecto tiene por objetivo el diseño y construcción de un sistema mecánico – electrónico que permita controlar las revoluciones del motor en base a los puntos óptimos de las curvas características del mismo.

El módulo tiene una interfaz visual sencilla y amigable con el usuario para que la manipulación del mismo sea lo más fácil posible, comandando de esta manera todas sus funciones.

El capítulo I, se refiere a la unidad de control electrónico del vehículo en el que se detallan sus componentes y los diferentes sensores utilizados en el mismo.

El capítulo II, trata de las curvas características del motor de combustión interna en los cuales se basa el objetivo del sistema.

En el capítulo III, se realiza el diseño del módulo interface, selección de sensores empleados y componentes electrónicos utilizados. Además se efectúa la construcción del estrangulador que es la parte mecánica del proyecto.

En el capítulo IV, se enfoca en la construcción del módulo electrónico interface, el montaje y acoplamiento en el vehículo, además se realizan las pruebas de funcionamiento del sistema en general.

PRESENTACIÓN

Este proyecto abarca distintas áreas del conocimiento científico adquirido en el transcurso de nuestra carrera para el diseño, construcción e implementación de un nuevo sistema únicamente encontrado en vehículos de alta gama.

La Escuela Politécnica del Ejército impulsa la innovación científica, es de esta manera que hemos diseñado un sistema de control capaz de limitar las revoluciones del motor en base a sus curvas características.

Se presenta este proyecto como base a futuras investigaciones y distintas aplicaciones en el campo automotriz, así como incentivo para despertar el interés en el desarrollo de nuevas tecnologías.

Este sistema fue implementado en el vehículo Chevrolet Optra 1.8l TA, perteneciente a la Carrera de Ingeniería Automotriz debido a que es una versión de vehículos muy común en el país.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

I.- SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL AUTOMÓVIL	- 1 -
1.1.- GESTIÓN ELECTRÓNICA EN EL AUTOMÓVIL	- 1 -
1.1.1.- LA ECU.....	- 1 -
1.1.1.1.- Función de la ECU	- 2 -
1.1.1.2.- Estructura.....	- 4 -
1.1.1.3.- Otras centrales electrónicas usadas en los vehículos	- 5 -
1.1.2.- SENSORES EN EL AUTOMÓVIL.....	- 6 -
1.1.2.1.- Definición.....	- 6 -
1.1.2.2.- Clasificación.....	- 8 -
1.1.2.3.- Particularidades de los sensores del automóvil.....	- 9 -
1.1.3.- TIPOS DE SENSORES.....	- 11 -
1.1.3.1.- Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	- 11 -
1.1.3.2.- Sensor de posición del árbol de levas (CMP)	- 16 -
1.1.3.3.- Sensor de posición del estrangulador (TPS, TP)	- 19 -
1.1.3.4.- Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).....	- 21 -
1.1.4.- TIPOS DE SEÑALES	- 24 -
1.1.4.1.- Señales Analógicas	- 24 -
1.1.4.2.- Señales Digitales	- 25 -
1.2.- COMPONENTES DE UN MODULO ELECTRONICO.....	- 28 -
1.2.1.- ELEMENTOS ELECTRONICOS USADOS EN LA ECU	- 28 -
1.2.1.1.- Componentes Pasivos.....	- 28 -
1.2.1.1.1.- Resistencias	- 28 -
1.2.1.1.2.- Condensadores.....	- 33 -
1.2.1.2.- Componentes Activos.....	- 38 -
1.2.1.2.1.- Diodos	- 40 -
1.2.1.2.2.- Transistores	- 47 -
1.2.2.- MICROPROCESADOR.....	- 51 -
1.2.2.1.- Unidad Central de Proceso (CPU).....	- 51 -
1.2.2.1.1.- Entradas de un Sistema con Microprocesador.....	- 52 -
1.2.2.1.2.- Salidas de un Sistema con Microprocesador	- 53 -
1.2.2.2.- Programa de un Microprocesador.....	- 54 -
1.2.2.3.- Interface Serial	- 55 -
1.2.2.4.- Microcontroladores.....	- 56 -
1.2.3.- MEMORIA.....	- 58 -
1.2.3.1.- Memoria del Microprocesador	- 61 -
1.2.3.1.1.- Memorias para almacenar el Programa	- 61 -
1.2.3.1.2.- Memoria para almacenar Datos	- 62 -
1.2.4.- RELOJ (CLOCK).....	- 63 -
1.2.5.- PERIFERICOS	- 64 -
1.2.5.1.- Circuito de alimentación o fuente.....	- 64 -
1.2.5.1.1.- Reguladores De Tensión.....	- 65 -
1.2.5.2.- Circuitos de Control	- 66 -
1.2.5.2.1.- Transistores De Potencia Mosfet.....	- 66 -

CAPÍTULO II

II.- CURVAS CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA -	68 -
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	- 68 -
2.2.- CURVAS CARACTERÍSTICAS.....	- 69 -
2.2.1.- CURVA DE POTENCIA	- 69 -
2.2.2.- CURVA DE TORQUE O PAR TORSIONAL.....	- 69 -
2.2.3.- CURVA DE CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE	- 70 -

CAPÍTULO III

III.- DISEÑO ELECTRÓNICO PARA EL MÓDULO DE INTERFACE.....	- 73 -
3.1.- OBJETIVOS.....	- 73 -
3.2.- INTRODUCCIÓN.....	- 73 -
3.3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 74 -
3.4.- JUSTIFICACIÓN.....	- 75 -
3.5.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	- 75 -
3.6.- METAS	- 76 -
3.7.- SELECCIÓN DE SENSORES	- 76 -
3.7.1.- MAP	- 76 -
3.7.2.- CMP	- 78 -
3.8.- PARÁMETROS Y SEÑALES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL MÓDULO INTERFACE	- 79 -
3.9.- SEÑALES DE SENSORES Y SU PROCESAMIENTO	- 81 -
3.10.- SEÑALES DE SALIDA.....	- 86 -
3.11.- DIAGRAMA DE BLOQUE DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	- 87 -
3.12.- DISEÑO DEL MÓDULO	- 87 -
3.12.1.- DISEÑO DEL DIAGRAMA ELECTRÓNICO	- 88 -
3.12.2.- SELECCIÓN DE COMPONENTES	- 89 -
3.12.3.- DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL MÓDULO.....	- 90 -
3.12.4.- ANÁLISIS ECONÓMICO.....	- 91 -
3.12.5.- CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO EN PROTO-BOARD	- 92 -
3.12.6.- CONSTRUCCIÓN DEL ESTRANGULADOR	- 100 -

CAPÍTULO IV

IV.- PROGRAMACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO INTERFACE.....	- 106 -
4.1.- PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR	- 106 -
4.2.- CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO INTERFACE	- 106 -
4.3.- MONTAJE Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN EL VEHÍCULO	- 110 -
CONCLUSIONES.....	- 114 -
RECOMENDACIONES.....	- 115 -
ANEXOS	- 117 -
ANEXO A	- 118 -
ANEXO B.....	- 125 -
BIBLIOGRAFIA	- 116 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.- Unidad de control electrónico	- 1 -
Figura 1.2.- Esquema ECU	- 2 -
Figura 1.3.- Estructura interna ECU	- 5 -
Figura 1.4.- Función de un sensor.....	- 6 -
Figura 1.5.- Sensores en el automóvil.....	- 7 -
Figura 1.6.- Procesamiento de señales en la ECU	- 9 -
Figura 1.7.- Características de los sensores	- 9 -
Figura 1.8.- Evolución de los sensores	- 10 -
Figura 1.9.- Esquema sensor inteligente	- 11 -
Figura 1.10.- Oscilograma sensor de posición del cigüeñal tipo inductivo	- 12 -
Figura 1.11.- Sensor inductivo y rueda fónica (rueda dentada)	- 14 -
Figura 1.12.- Oscilograma sensor de posición del cigüeñal efecto hall	- 15 -
Figura 1.13.- Tipos de sensores CMP	- 17 -
Figura 1.14.- Oscilograma sensor de posición del árbol de levas efecto hall	- 18 -
Figura 1.15.- Ubicación sensor TP	- 20 -
Figura 1.16.- Oscilograma sensor de presión absoluta del múltiple de admisión	- 21 -
Figura 1.17.- Ubicación sensor MAP	- 22 -
Figura 1.18.- Oscilograma sensor de presión absoluta múltiple de admisión variación de frecuencia	- 23 -
Figura 1.19.- Señal analógica	- 24 -
Figura 1.20.- Señal digital	- 25 -
Figura 1.21.- Conversión analógica – digital.....	- 26 -
Figura 1.22.- Tolerancia: sin indicación +/- 20%	- 31 -
Figura 1.23.- Código de colores.....	- 32 -
Figura 1.24.- Resistencias SMD	- 33 -
Figura 1.25.- Tipos de condensadores	- 34 -
Figura 1.26.- Condensadores electrolíticos.....	- 35 -
Figura 1.27.- Condensadores de poliéster.....	- 36 -
Figura 1.28.- Condensadores de poliéster tubular.....	- 36 -
Figura 1.29.- Condensadores cerámicos	- 37 -
Figura 1.30.- Condensadores cerámicos de tubo	- 37 -
Figura 1.31.- Tipos de condensadores	- 38 -
Figura 1.32.- Semiconductores	- 39 -
Figura 1.33.- Simbología de un diodo	- 40 -
Figura 1.34.- Polarización del diodo.....	- 42 -
Figura 1.35.- Características de funcionamiento de un diodo.....	- 43 -
Figura 1.36.- Diodo Led	- 45 -
Figura 1.37.- Identificación de un diodo.....	- 46 -
Figura 1.38.- Tipos de transistores.....	- 47 -
Figura 1.39.- Zonas de activación de un transistor bipolar	- 48 -
Figura 1.40.- Transistor BJT.....	- 49 -
Figura 1.41.- Transistores MOSFET	- 50 -
Figura 1.42.- Bloque de organización del microcontrolador	- 52 -
Figura 1.43.- Programa de un microprocesador.....	- 55 -
Figura 1.44.- Principales comunicaciones síncronas y asíncronas.....	- 56 -
Figura 1.45.- Esquema de un microcontrolador.....	- 58 -
Figura 1.46.- Tipos de memoria.....	- 58 -
Figura 1.47.- Memorias tipo DIL.....	- 59 -
Figura 1.48.- Memorias tipo PLCC	- 60 -
Figura 1.49.- Memorias tipo SOP	- 61 -
Figura 1.50.- Timers	- 63 -
Figura 1.51.- Principio PWM	- 63 -
Figura 1.52.- Circuito fuente.....	- 64 -
Figura 1.53.- Diagrama de bloque regulador de tensión.....	- 65 -
Figura 1.54.- Transistor MOSFET.....	- 66 -
Figura 1.55.- Circuito de control	- 67 -

Figura 2.1.- Curvas características de un motor de combustión interna	70 -
Figura 2.2.- Curvas características: potencia, torque y consumo específico	72 -
Figura 3.1.- Ubicación sensor MAP	77 -
Figura 3.2.- Diagrama eléctrico sensor MAP	77 -
Figura 3.3.- Conector sensor MAP	77 -
Figura 3.4.- Ubicación sensor CMP.....	78 -
Figura 3.5.- Diagrama eléctrico sensor CMP.....	78 -
Figura 3.6.- Conector sensor CMP	79 -
Figura 3.7.- Prototipo estrangulador	80 -
Figura 3.8.- Oscilograma sensor MAP	80 -
Figura 3.9.- Oscilograma sensor CMP	81 -
Figura 3.10.- Señal sensor CMP	81 -
Figura 3.11.- Detalle 1	82 -
Figura 3.12.- Sensor CMP ralentí	83 -
Figura 3.13.- Sensor CMP 3000 rpm	83 -
Figura 3.14.- Sensor CMP 4000 rpm	83 -
Figura 3.15.- Sensor CMP 5800 rpm	84 -
Figura 3.16.- Señal sensor MAP	85 -
Figura 3.17.- Adaptación estrangulador.....	85 -
Figura 3.18.- Características servomotor Hitec HS-311	86 -
Figura 3.19.- Diagrama de bloque de señales de entradas y salidas	87 -
Figura 3.20.- Circuito electrónico del módulo	88 -
Figura 3.21.- Esquema circuito electrónico	92 -
Figura 3.22.- Circuito fuente.....	93 -
Figura 3.23.- Conexión del circuito fuente	94 -
Figura 3.24.- Oscilador	95 -
Figura 3.25.- Conexión del oscilador.....	95 -
Figura 3.26.- Conexión del optoacoplador	96 -
Figura 3.27.- Pulsadores	97 -
Figura 3.28.- Forma de conexión de los pulsadores en el circuito	98 -
Figura 3.29.- Microcontrolador	99 -
Figura 3.30.- Conexión del cristal al PIC	99 -
Figura 3.31.- LCD del sistema.....	100 -
Figura 3.32.- LCD en funcionamiento	100 -
Figura 3.33.- Planos estrangulador	101 -
Figura 3.34.- Perspectiva estrangulador.....	102 -
Figura 3.35.- Estrangulador	102 -
Figura 3.36.- Servomotor.....	103 -
Figura 3.37.- Estrangulador acoplado con servomotor	103 -
Figura 3.38.- Sistema completo en prototipo.....	104 -
Figura 3.39.- Esquema motor a pasos.....	105 -
Figura 4.1.- Ruteado placa electrónica	106 -
Figura 4.2.- Impresión de pistas sobre papel termotransferible	107 -
Figura 4.3.- Impresión de pistas sobre baquelita	107 -
Figura 4.4.- Aplicación de ácido sobre la baquelita impresa	108 -
Figura 4.5.- Final del proceso de reacción del ácido sobre la baquelita.....	108 -
Figura 4.6.- Agujereado de placa electrónica	109 -
Figura 4.7.- Implementación de componentes electrónicos en placa.....	109 -
Figura 4.8.- Medición de continuidad sobre placa.....	110 -
Figura 4.9.- Ubicación del módulo electrónico en el vehículo	111 -
Figura 4.10.- Botones del módulo electrónico	112 -
Figura 4.11.- Ubicación del estrangulador en el vehículo	113 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1 Bornes de identificación del sensor MAP.....	- 78 -
Tabla III.2 Bornes de identificación del sensor CMP.....	- 79 -
Tabla III.3- Elementos utilizados en el módulo.....	- 89 -
Tabla III.4- Componentes y costos.....	- 91 -

I.- SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL AUTOMÓVIL

1.1.- GESTIÓN ELECTRÓNICA EN EL AUTOMÓVIL

1.1.1.- LA ECU (UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO)

La unidad de control recibe informaciones de los diferentes captadores y sondas, las analiza en función de su programa y gobierna los diferentes órganos de encendido e inyección. También se la conoce como: ECC, ECM, ECU, ECCS, CPU, PCM, VCM, etc.

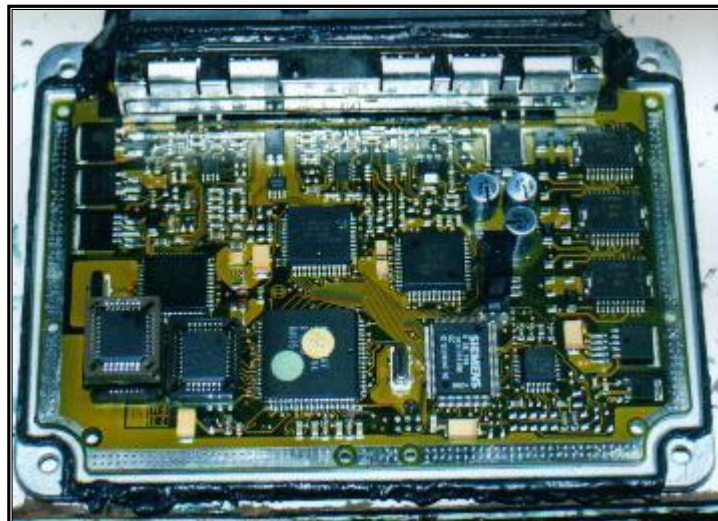


Figura 1.1.- Unidad de control electrónico

La ECU utiliza microprocesadores para reunir información, procesarla y enviar señales a los transistores excitados para que activen los diferentes circuitos actuadores. Los tres procesadores principales son el RAM (memoria temporal), el ROM (programa básico de computadora) y el PROM (programa de sintonía fina), estos tres microprocesadores son el corazón de la CPU.

1.1.1.1.- Función de la ECU

Tiene por función procesar la información recibida de los sensores y desarrollar el programa almacenado en la memoria. La unidad electrónica de control opera bajo el siguiente principio:

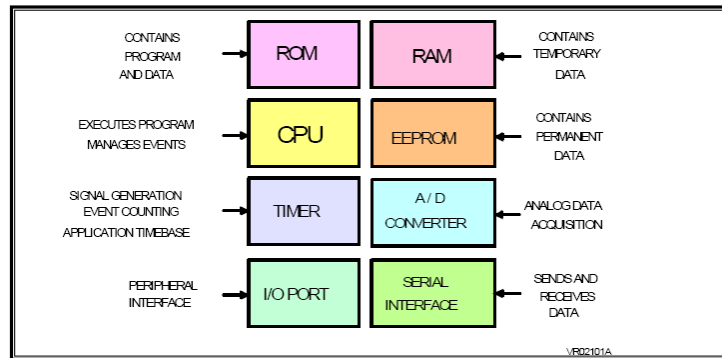


Figura 1.2.- Esquema ECU

Las señales recibidas por la ECU se procesan y se almacenan temporalmente en la memoria RAM, luego el procesador del sistema compara dichos datos con los existentes en la memoria ROM y toma la decisión, la cual se traduce en un tren de pulso de inyección para obtener mezclas ideales, ricas o pobres según la condición de funcionamiento del motor; también gobierna el funcionamiento del electro ventilador, la válvula de purga del cánister y en los sistemas más avanzados, el avance al encendido, entre otras cosas.

En los sistemas actuales, la unidad de control dispone de memorias PROM o EEPROM, las cuales es posible reprogramar para cambiar o corregir ciertos parámetros de funcionamiento.

La ECU es capaz de controlar diversas funciones. Además es capaz de proporcionar un control más preciso y sofisticado. Las funciones que pueden ser controladas por la ECU son las siguientes:

a.- Control de Inyección de Combustible

Este control es básicamente idéntico a aquel del sistema E.F.I. sin embargo la ECU proporciona un control más minucioso. Por ejemplo, se utiliza un sistema de control de aprendizaje para mantener en todo momento una proporción óptima de mezcla ralenti.

b.- Control de Puesta a Punto del Encendido

Corresponde a una función nueva. La puesta a punto óptima del encendido es determinada al recibir las señales de distintos sensores.

c.- Control Bomba de Combustible

La ECU controla, el voltaje aplicado a la bomba de combustible, este reduce el voltaje aplicado a la bomba de combustible para así reducir el ruido de la bomba de combustible y el consumo de energía eléctrica en ralenti.

d.- Auto-Diagnóstico

Verifica si los sistemas de señales de entrada y de salida hacia y desde la unidad de control son normales.

e.- Control de Régimen de Marcha en Vacío

Recibe señales de diversos sensores y regula el motor a régimen de marcha en vacío óptimo de acuerdo a la carga del motor.

f.- Control Ralenti

Aumenta el régimen de marcha en vacío cuando el voltaje de la batería es bajo o cuando hay muchos interruptores de carga accionados.

g.- Control Regulador de Presión

Aumenta temporalmente la presión de combustible cuando se pone en marcha el motor con elevada temperatura de refrigerante. Existe otro módulo además de la unidad de control.

h.- Control Regulador de Aire

En el sistema convencional el regulador de aire normalmente se excitaba con el interruptor de encendido en posición ON. En otros casos el regulador de aire es excitado solo cuando la bomba de combustible está en funcionamiento, con el objeto de reducir el consumo de energía eléctrica.

1.1.1.2.- Estructura

La unidad de control se encuentra dentro de una carcasa metálica. Los sensores, los actuadores y la alimentación de corriente. Están conectados a la unidad de control a través de un conector multipolar.

Los componentes de potencia para la activación directa de los actuadores están integrados en la carcasa de la unidad de control, de tal forma que se garantiza una buena disipación térmica hacia la carcasa.

Una mayoría de componentes electrónicos están ejecutados en técnica SMD (Surface Mounted Devices, componentes montados en superficie). Solo hay unos pocos componentes de potencia que están cableados así como los enchufes. Esto permite una construcción muy idónea para ahorrar espacio y peso.

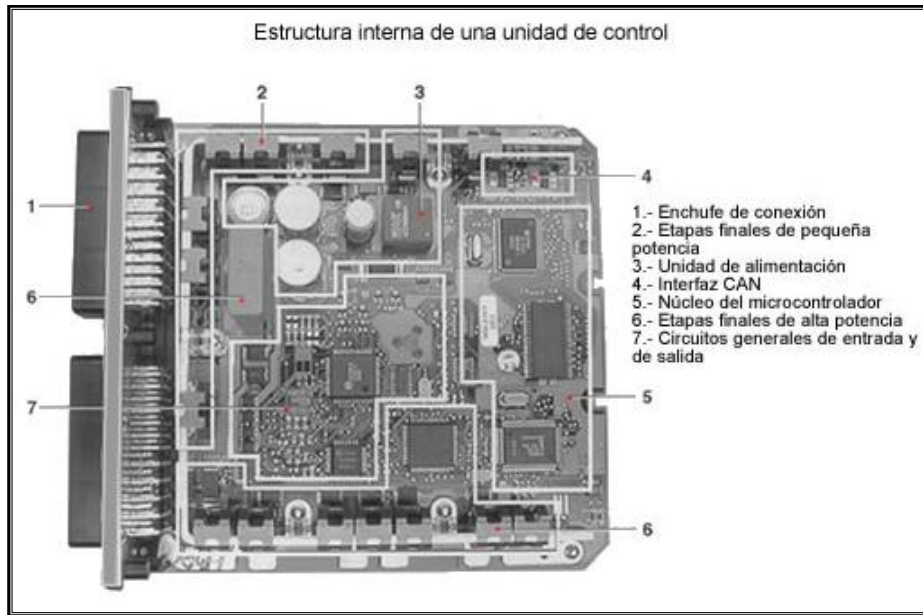


Figura 1.3.- Estructura interna ECU

1.1.1.3.- Otras Centrales Electrónicas usadas en Vehículos

En la electrónica del automóvil una central electrónica (en inglés *electronic control unit*, ECU y en alemán *Steuergeraet*, SG), es un sistema integrado que controla al menos un subsistema eléctrico en el vehículo. Las últimas generaciones de vehículos sofisticados pueden llegar a rondar las 100 centrales electrónicas, entre las que cabe destacar:

- Central electrónica del motor
- Central electrónica de la transmisión
- Central electrónica del airbag
- Central electrónica telefónica
- Interfaz hombre máquina
- Central electrónica en las puertas
- Central electrónica del asiento
- Central electrónica para el sistema climático
- Central electrónica del panel de instrumentos
- Central electrónica del ABS
- Centrales electrónicas para la estabilidad del vehículo como EPS

Tener bajo control todas las centrales electrónicas así como su compleja intercomunicación se ha convertido en uno de los grandes retos de la industria automovilística. Si bien con el tiempo se fusionan centrales electrónicas para ahorrar costes, peso y mensajes en el bus de intercomunicación, siempre surgen nuevas centrales cumpliendo nuevas funciones, como pueden ser los sistemas de cámaras de 360 grados o las centrales para el control de los remolques traseros.

1.1.2.- SENSORES EN EL AUTOMÓVIL

Los automóviles actuales tienen una cantidad importante de sensores (de 60 a 70 sensores en algunos casos). Estos sensores son necesarios para la gestión electrónica del automóvil y son utilizados por las unidades de control que gestionan el funcionamiento del motor, así como la seguridad y el confort del vehículo.

1.1.2.1.- Definición

El sensor (también llamado sonda o transmisor) convierte una magnitud física (temperatura, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.) que generalmente no son señales eléctricas, en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control. La señal eléctrica de salida del sensor no es considerada solo como una corriente o una tensión, sino también se consideran las amplitudes de corriente y tensión, la frecuencia, el período, la fase o así mismo la duración de impulso de una oscilación eléctrica, así como los parámetros eléctricos "resistencia", "capacidad" e "inductancia".

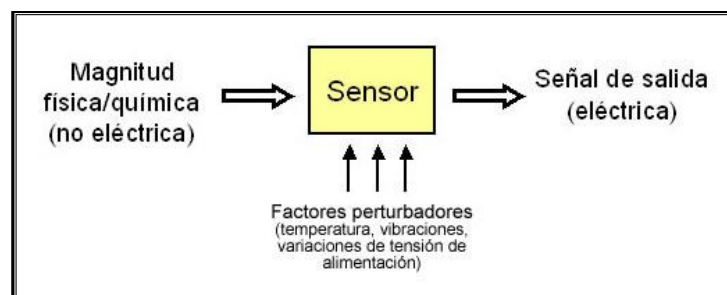


Figura 1.4.- Función de un sensor

El sensor se puede presentar como un "sensor elemental" o un "sensor integrado" este último estaría compuesto del sensor propiamente dicho mas la parte que trataría las señales para hacerlas comprensibles por la unidad de control. La parte que trata las señales generadas por el sensor (considerada como circuitos de adaptación), se encarga en general de dar a las señales de los sensores la forma normalizada necesaria para ser interpretada por la unidad de control.

Existen un gran número de circuitos de adaptación integrados, a la medida de los sensores y ajustados a los vehículos respectivos.

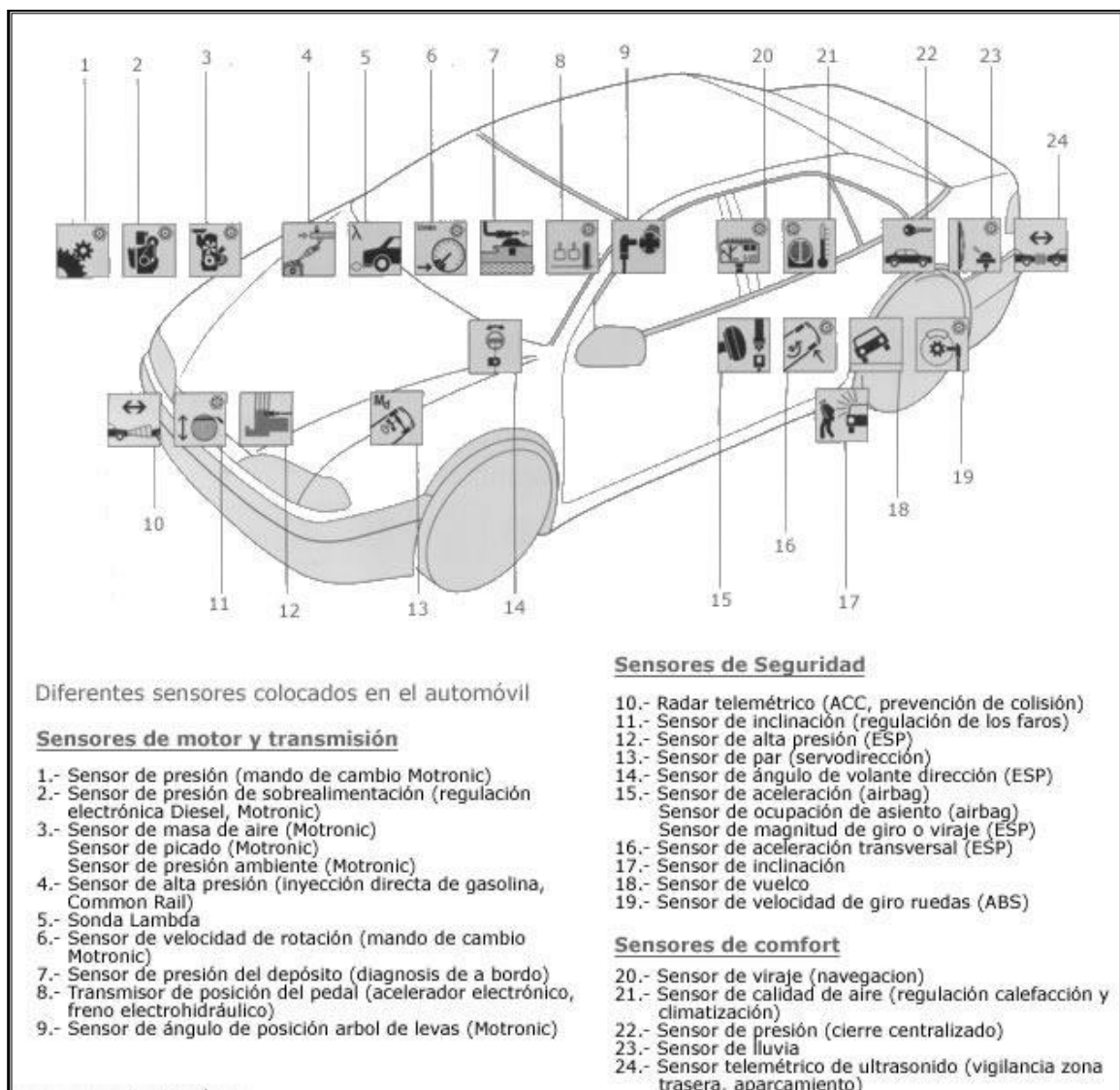


Figura 1.5.- Sensores en el automóvil

1.1.2.2.- Clasificación

Los sensores para automóviles pueden clasificarse teniendo en cuenta distintas características como son:

a.- Función y aplicación

Según esta característica los sensores se dividen en:

- Sensores funcionales, destinados principalmente a tareas de mando y regulación.
- Sensores para fines de seguridad y aseguramiento (protección antirrobo).
- Sensores para la vigilancia del vehículo (diagnosis de a bordo, magnitudes de consumo y desgaste) y para la información del conductor y de los pasajeros.

b.- Según la señal de salida

Teniendo en cuenta esta característica los sensores se pueden dividir en:

- Los que proporcionan una señal analógica (ejemplo: la que proporciona el caudalímetro o medidor de caudal de aire aspirado, la presión del turbo, la temperatura del motor etc.).
- Los que proporcionan una señal digital (ejemplo: señales de conmutación como la conexión/desconexión de un elemento o señales de sensores digitales como impulsos de revoluciones de un sensor Hall) .
- Los que proporcionan señales pulsatorias (ejemplo: sensores inductivos con informaciones sobre el número de revoluciones).

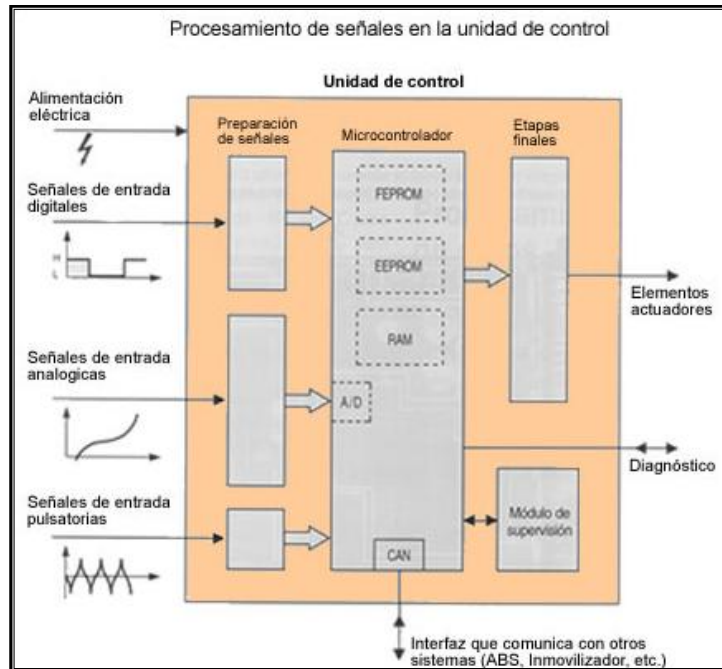


Figura 1.6.- Procesamiento de señales en la ECU

1.1.2.3.- Particularidades de los Sensores del Automóvil

A diferencia de los sensores convencionales, los utilizados en el sector del automóvil están diseñados para responder a las duras exigencias que se dan en el funcionamiento de los vehículos a motor, teniendo en cuenta una serie de factores como son los que se ven en la figura inferior:

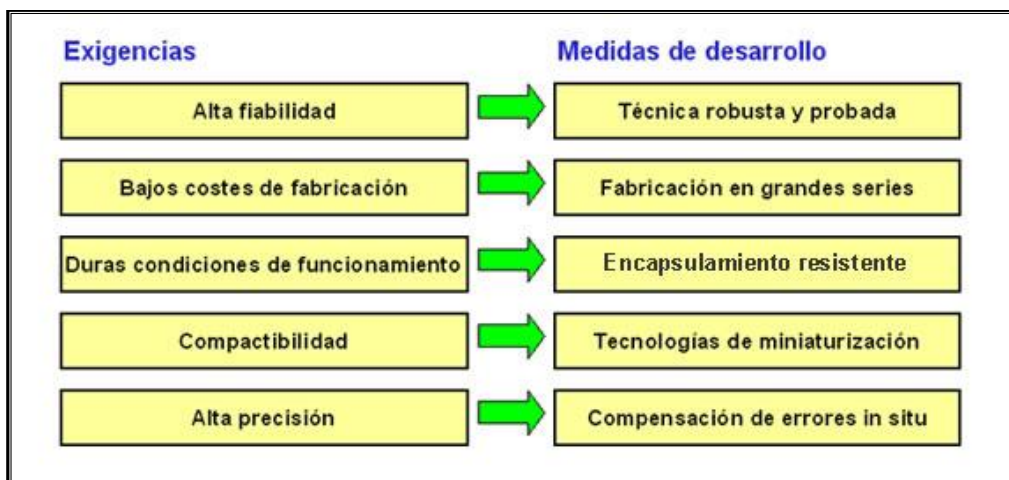


Figura 1.7.- Características de los sensores

Para garantizar la alta precisión, es suficiente de momento (hasta cierta medida) disminuir las tolerancias de fabricación y refinar las técnicas de equilibrado y compensación. Un avance importante vino con la integración híbrida o monolítica del sensor y de la electrónica de tratamiento de señales en el punto mismo de medición, hasta llegar a obtener circuitos digitales complejos tales como los convertidores analógico-digitales y los microordenadores.

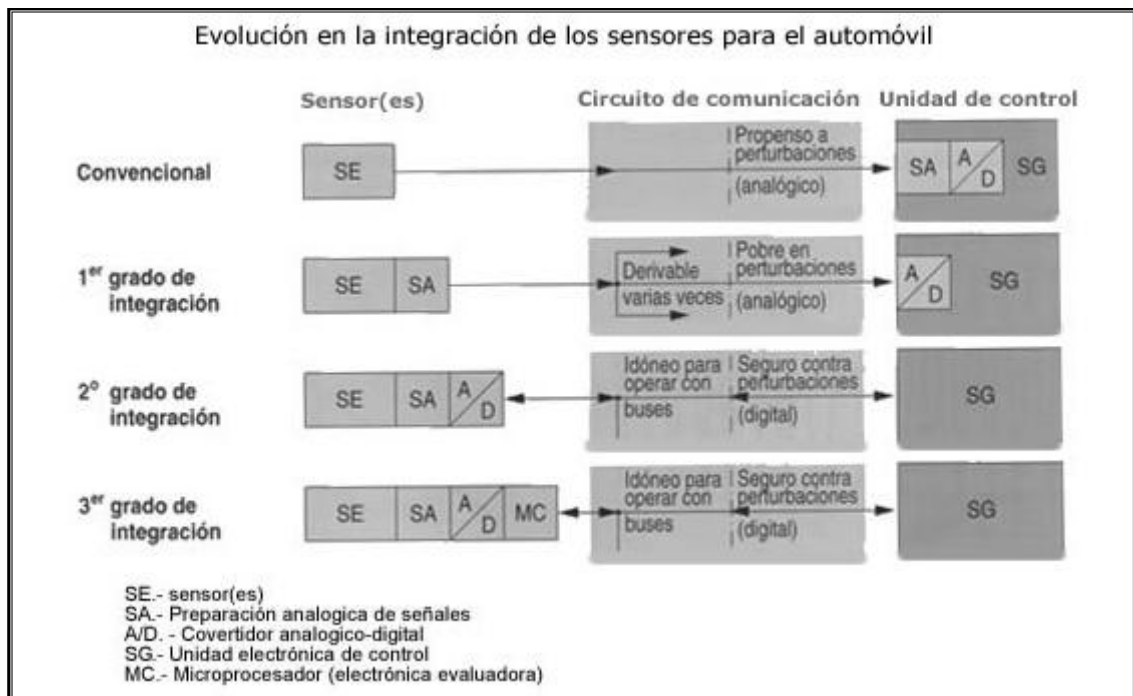


Figura 1.8.- Evolución de los sensores

Los llamados "sensores inteligentes" utilizan hasta el máximo la precisión intrínseca del sensor y ofrecen las siguientes posibilidades:

- Alivio de la unidad de control.
- Interface uniforme, flexible y compatible con el Bus.
- Utilización de los sensores por varios sistemas.
- Aprovechamiento de efectos físicos de reducida amplitud, así como de efectos de medición de alta frecuencia (amplificación y demodulación en el mismo lugar).

- Corrección de divergencias del sensor en el punto de medición, así como equilibrado y compensación comunes del sensor y de su electrónica, simplificadas y mejoradas por memorización de las informaciones correspondientes en una memoria PROM.

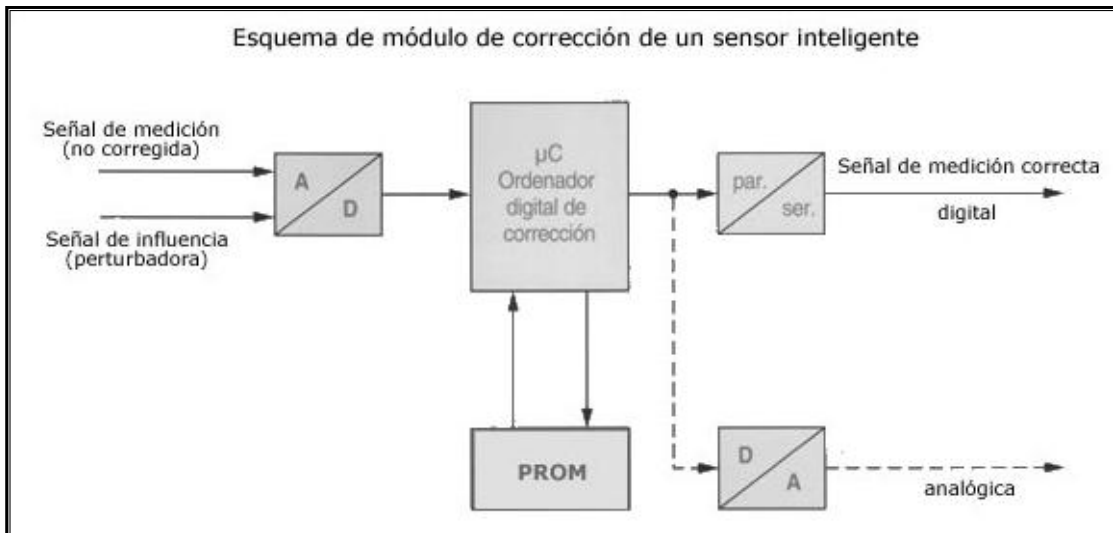


Figura 1.9.- Esquema sensor inteligente

1.1.3.- TIPOS DE SENSORES

Existe una gran variedad de sensores en el automóvil pero solo haremos referencia a los usados en este proyecto.

1.1.3.1.- Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP)

a.- Tipo Inductivo

El sensor CKP de tipo inductivo genera una onda alterna senoidal con una irregularidad cíclica producida por un faltante de dientes sobre la rueda fónica de excitación montada en el cigüeñal.

Consta de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán enfrentado a la rueda dentada o fónica.

Existen dos diseños de ruedas fónicas:

- La mayoría de los sistemas: 60 dientes – 2 dientes = 58 dientes
- En el caso de Ford: 36 dientes – 1 diente = 35 dientes

En el oscilograma se observa el corte en la señal producido por el faltante de dientes, que indica una proximidad en grados al PMS del cilindro 1 y 4.

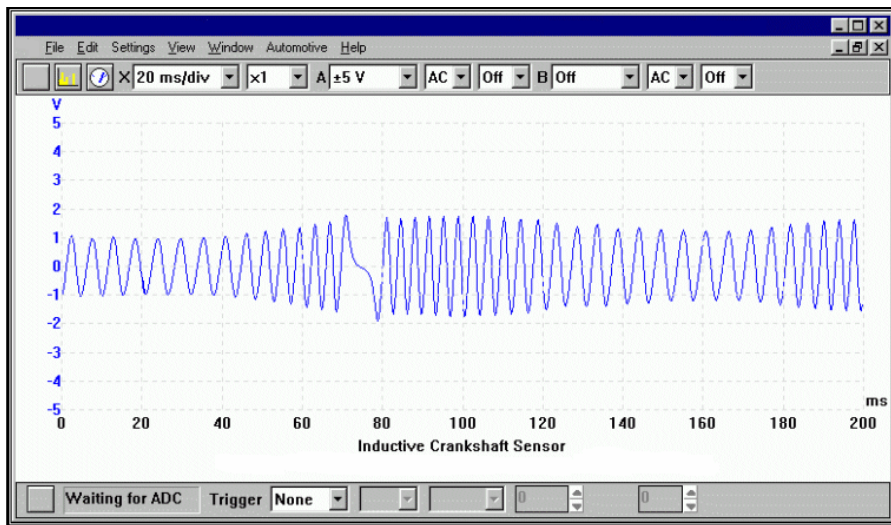


Figura 1.10.- Oscilograma sensor de posición del cigüeñal tipo inductivo

Algunos sensores CKP están montados dentro del distribuidor (Toyota).

Algunos CKP tienen 3 cables, siendo el tercero un mallado o blindaje a masa, para evitar interferencias parásitas del encendido.

Comprobaciones:

- Medición de la resistencia: típica 250 Ohm a 1500 Ohm según sistema.
- Medición de aislamiento a masa: conectar Óhmetro a un pin del sensor y a masa. Debe dar resistencia infinita.
- Comprobación de la señal con osciloscopio.

Señal enviada por un sensor inductivo en el Volante de Inercia del Cigüeñal

Debido a que las señales anteriormente mencionadas podían generar errores, debido a errores de conexión, de malos contactos eléctricos y otras causas, en los nuevos sistemas se ha cambiado el punto de tomar esta señal de revoluciones.

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

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

Estos pulsos generados se envían a la computadora, la misma que traduce estos pulsos como número de vueltas del motor.

Como se entenderá, esta señal será mucho más exacta que la producida en los casos anteriores, ya que el número de pulsos, al ser en gran cantidad para identificar una vuelta del motor, no podrán generar un mayor error en la cuenta de vueltas, siendo este sistema muy efectivo.

El único problema que se puede presentar en estos casos es la presencia de desgaste en los dientes de la cinta o limallas de hierro que pueden producir un defecto o ausencia de señal.

En los sistemas últimos, queriendo obviar este posible inconveniente, se ha diseñado en el eje cigüeñal otra cinta dentada o rueda fónica, localizada en la

parte delantera (polea del cigüeñal) o en alguno de sus codos o muñones de bancada, de tal manera que la limalla o desgaste resulta casi imposible.

Este novedoso sistema utiliza una rueda fónica (rueda dentada) de un número menor de dientes (generalmente 60 en su periferia). La distancia del sensor respecto a los dientes deberá ser de acuerdo al diseño del sensor y de la rueda fónica, pero es recomendable mantener una distancia mínima de 0,6 mm hasta una distancia máxima de 1.2 mm.

El sensor inductivo está constituido por una bobina de alambre, un imán permanente y un núcleo de hierro, todos ellos alojados en un cuerpo metálico o plástico. Los terminales de la bobina están conectados a dos pines del conector exterior, de los cuales se obtiene la señal generada, como lo podemos ver en la siguiente figura.

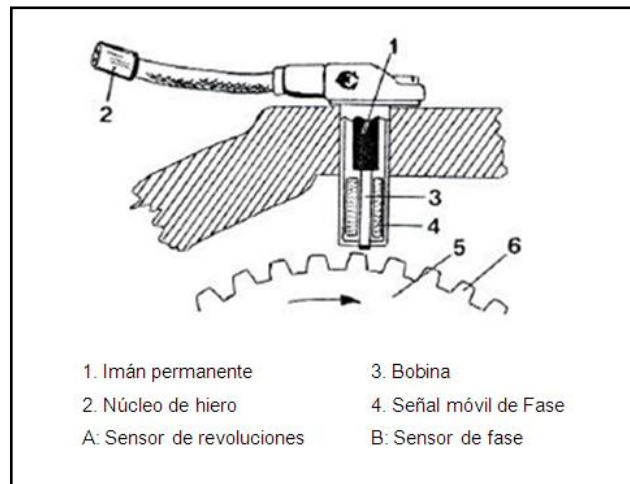


Figura 1.11.- Sensor inductivo y rueda fónica (rueda dentada)

b.- Tipo efecto Hall

El sensor de cigüeñal de tipo Hall genera una onda cuadrada con tantas señales como cilindros tenga el motor. En algunos casos una de las señales es más grande que las demás indicando el PMS del cilindro uno cuando el sistema es de inyección secuencial. Este tipo de sensor suele estar ubicado dentro del

distribuidor y se caracteriza por una campana con ventanas y polleras. El sensor es excitado por la rotación de esta campana. En el oscilograma se observa dicha irregularidad como una onda de mayor duración entre los puntos 3 y 5.

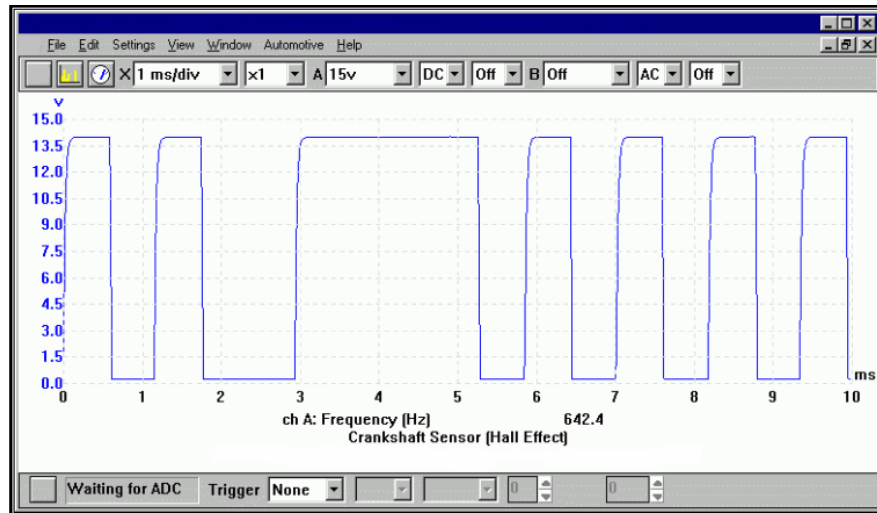


Figura 1.12.- Oscilograma sensor de posición del cigüeñal efecto hall

Hay dos tipos de señales de efecto Hall según su amplitud:

- De 0V a 5V
- De 0V a 12V (como el oscilograma mostrado)

Lo importante en este tipo de onda es que el piso de la señal llegue a 0V (máximo 1V) para que el PCM lo pueda interpretar.

Nota: La medición de este sensor es particularmente importante cuando el motor no enciende.

Estos sensores tienen 3 cables de conexión:

- Alimentación: 12V
- Masa
- Señal

Comprobaciones:

- Medir alimentación del sensor con multímetro. (12 V)
- Comprobar la señal con osciloscopio (Observar que la amplitud de la señal sea normal, que el pico llegue a 10 V por lo menos y el piso menos de 1 V, esto es particularmente importante si el motor no enciende).

1.1.3.2.- Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)

a.- Tipo inductivo

El sensor de árbol de levas inductivo provee al PCM la información que le permite identificar el cilindro número 1. Es utilizado en los sistemas de inyección secuencial.

Es llamado también sensor de fase. Consta de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán. Este sensor está enfrentado a los dientes del árbol de levas y produce una señal cada dos vueltas de cigüeñal. En algunos vehículos está colocado dentro del distribuidor (Toyota).

El voltaje producido por el sensor del árbol de levas será determinado por varios factores: la velocidad del motor, la proximidad del rotor de metal al sensor y la fuerza del campo magnético ofrecida por el sensor. El ECM necesita ver la señal cuando el motor se enciende para su referencia.

Las características de una buena forma de onda inductiva del sensor del árbol de levas son: una onda alterna que aumenta de magnitud como se aumenta la velocidad del motor y proporciona generalmente una señal por 720° de la rotación del cigüeñal (360° de la rotación del árbol de levas). El voltaje será aproximadamente 0.5 voltio al pico mientras que el motor está encendiéndose, levantándose a alrededor 2.5 voltios de pico al pico en la marcha lenta según lo considerado en la demostración del ejemplo.

Comprobaciones:

- Medición de resistencia del sensor y aislamiento a masa (resistencia típica: 250 a 1500 ohm según marca)
- Observar la forma de onda generada con osciloscopio.



Figura 1.13.- Tipos de sensores CMP

b.- Tipo efecto Hall

El sensor del árbol de levas es el sensor de la identificación del cilindro y se utiliza a veces como referencia para medir el tiempo de la inyección secuencial del combustible. La forma de onda de la señal puede ser o una onda magnética senoidal (alterna) o como en este caso particular del oscilograma una onda tipo cuadrada.

Las características de una buena forma de onda de efecto Hall, son una conmutación limpia.

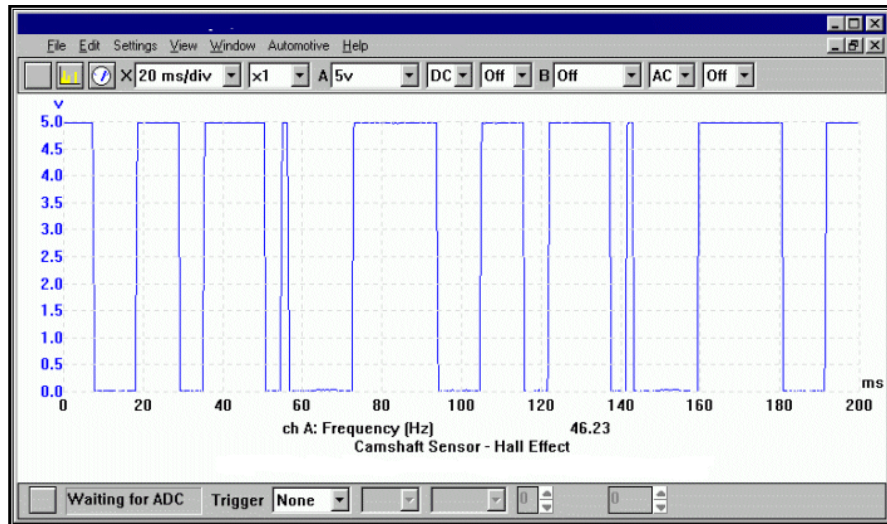


Figura 1.14.- Oscilograma sensor de posición del árbol de levas efecto hall

El sensor tiene tres cables de conexión que son:

- Alimentación del sensor: 5 V.
- Masa del sensor: 0.08V máximo permisible.
- Señal del sensor: 0 V – 5 V.

Comprobaciones:

- Verificar alimentación y masa del sensor con multímetro.
- Medición de la forma de onda de la señal con osciloscopio.
- Nota: En todos los sensores de efecto Hall lo importante en la señal cuadrada es que el piso de la señal llegue a 0 V (máx. 0,5 V) y que el pico máximo alcance por lo menos 4,5 V.

Esta observación es particularmente importante en motores que no encienden.

1.1.3.3.- Sensor de Posición del Estrangulador (TPS, TP)

Throttle Position Sensor, está situado sobre la mariposa, y en algunos casos del sistema monopunto está en el cuerpo (el cuerpo de la mariposa es llamado también como unidad central de inyección).

Su función radica en registrar la posición de la mariposa enviando la información hacia la unidad de control. El tipo de sensor de mariposa más extendido en su uso es el denominado potenciómetro.

Consiste en una resistencia variable lineal alimentada con una tensión de 5 volts que varía la resistencia proporcionalmente con respecto al efecto causado por esa señal.

Si no ejercemos ninguna acción sobre la mariposa entonces la señal estaría en 0V, con una acción total sobre ésta la señal será del máximo de la tensión, por ejemplo 4.6 volts, con una aceleración media la tensión sería proporcional con respecto a la máxima, es decir 2.3 volts.

Generalmente tiene 3 terminales de conexión o 4 cables si incluyen un switch destinado a la marcha lenta. Si tienen 3 cables el cursor recorre la pista pudiéndose conocer según la tensión dicha la posición del cursor.

Si posee switch para marcha lenta (4 terminales) el cuarto cable va conectado a masa cuando es detectada la mariposa en el rango de marcha lenta, que depende según el fabricante y modelo (por ejemplo General Motors acostumbra situar este rango en 0.5 +/- 0.05 volts, mientras que Bosch lo hace por ejemplo de 0.45 a 0.55 Volts).

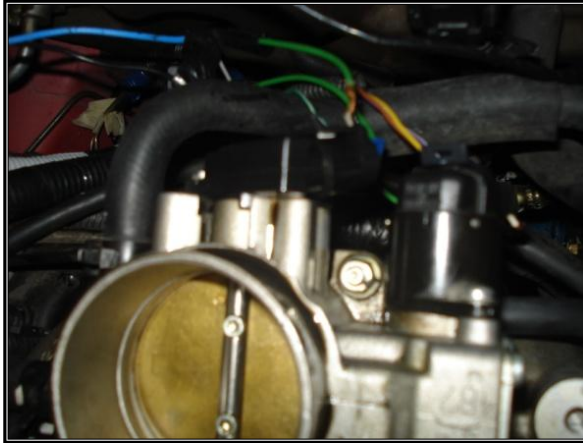


Figura 1.15.- Ubicación TPS

a.- Detectando fallas en los TPS

- ***Control de voltaje mínimo***

Uno de los controles que podemos realizar es la medición de voltaje mínimo. Para esto con el sistema en contacto utilizamos un multímetro haciendo masa con el negativo del multímetro a la carrocería y conectando el positivo al cable de señal.

- ***Control de voltaje máximo***

Se realiza con el sistema en contacto y acelerador a fondo utilizando un multímetro obteniéndose en caso de correcto una tensión en el rango de la tensión de voltaje máxima según el fabricante, generalmente entre 4 y 4.6 volts.

- ***Barrido de la pista***

El barrido de la pista se realiza con un multímetro preferentemente de aguja o con un osciloscopio debiéndose comprobar que la tensión se mantenga uniforme y sin ningún tipo de interrupción durante su ascenso.

La tensión comienza con el voltaje mínimo y en su función normal consiste en una subida hasta llegar al voltaje máximo, valor que depende según el fabricante.

- **Fallas frecuentes**

Un problema causado por un TPS en mal estado es la pérdida del control de marcha lenta, quedando el motor acelerado o regulando en un régimen incorrecto.

La causa de esto es una modificación sufrida en la resistencia del TPS por efecto del calor producido por el motor, produciendo cambios violentos en el voltaje mínimo y haciendo que la unidad de control no reconozca la marcha lenta adecuadamente. Esta falla es una de las más comunes en los TPS, y se detecta mediante el chequeo del barrido explicado anteriormente.

1.1.3.4.- Sensor de Presión Absoluta del Múltiple de Admisión (MAP)

El sensor MAP provee al PCM de una señal correspondiente a la presión absoluta que hay en el múltiple de admisión para calcular la carga motor. Si la presión es baja la carga del motor es pequeña y el PCM inyectará poco combustible. Si en cambio la presión en el múltiple es alta (presión atmosférica o próxima a ella) el PCM interpretará que la carga al motor es grande e inyectará más combustible.

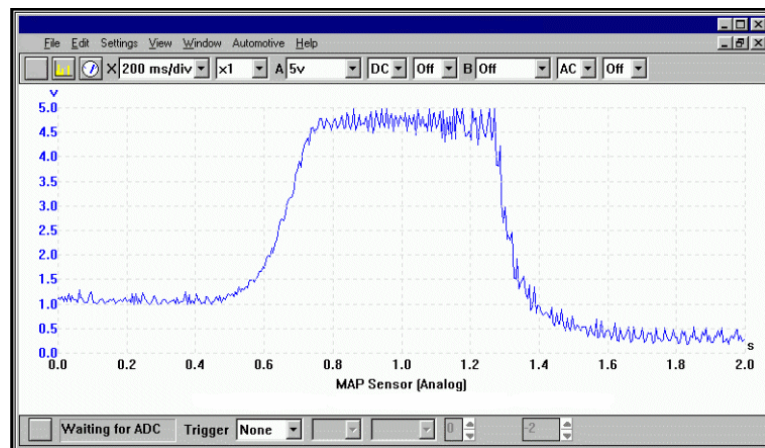


Figura 1.16.- Oscilograma sensor de presión absoluta del múltiple de admisión

Los sensores MAP tienen 3 cables de conexión correspondientes a:

- Alimentación: 5V
- Masa: 0.08V máximo permisible.
- Señal: entre 0,6V y 4,7V

Mediciones:

- Verificar las alimentaciones del sensor.
- Pinchar el cable de señal y medir el voltaje según los siguientes valores típicos:
 - En contacto motor cerrado: 4V a 4,7V (según presión atmosférica).
 - Motor en ralentí: 1,2V a 1,6V.
- En desaceleración brusca: 0,5V a 0,9V.
- En aceleración brusca: la señal debe crecer a 3V o más.

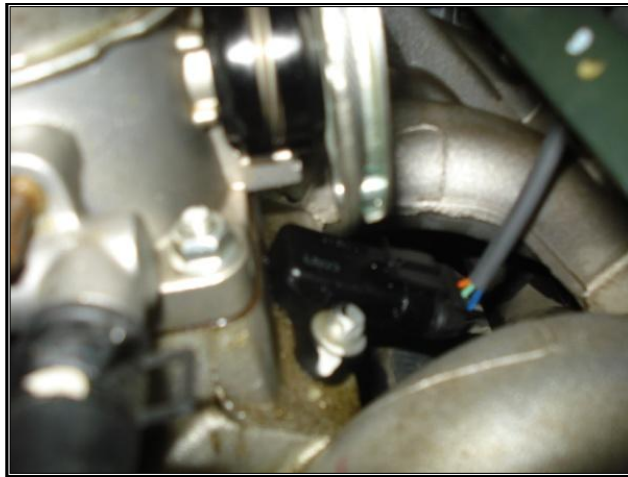


Figura 1.17.- Ubicación sensor MAP

a.- MAP por variación de frecuencia

El MAP por variación de frecuencia es utilizado por los vehículos Ford con computadora EECIV, provee una señal de onda cuadrada de una amplitud de 5V. Mayor presión en el múltiple mayor frecuencia de la señal y viceversa. El rango de trabajo del sensor es de 80Hz a 160Hz.

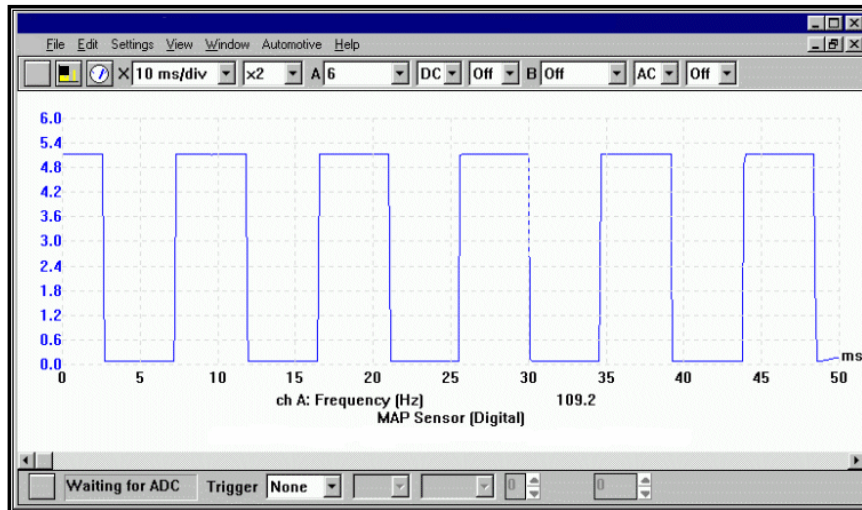


Figura 1.18.- Oscilograma sensor de presión absoluta del múltiple de admisión por variación de frecuencia

Estos sensores poseen 3 cables de alimentación:

- Alimentación: 5V.
- Masa: 0.08V máximo permisible.
- Señal: (a ficha desconectada sobre el cable de señal hay 5V fijos).

Mediciones:

- Verificar las alimentaciones del sensor.
- Pinchar el cable de señal y con frecuencímetro y osciloscopio verificar la señal según los siguientes parámetros:
 - En contacto motor parado: 140Hz a 160Hz según presión atmosférica.
 - Motor en ralentí: 105Hz a 120Hz.
 - En desaceleración brusca: 80Hz a 90Hz.
 - En aceleración brusca: 130Hz o más.

1.1.4.- TIPOS DE SEÑALES

1.1.4.1.- Señales Analógicas

Una señal analógica es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y período (representando un dato de información) en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc.

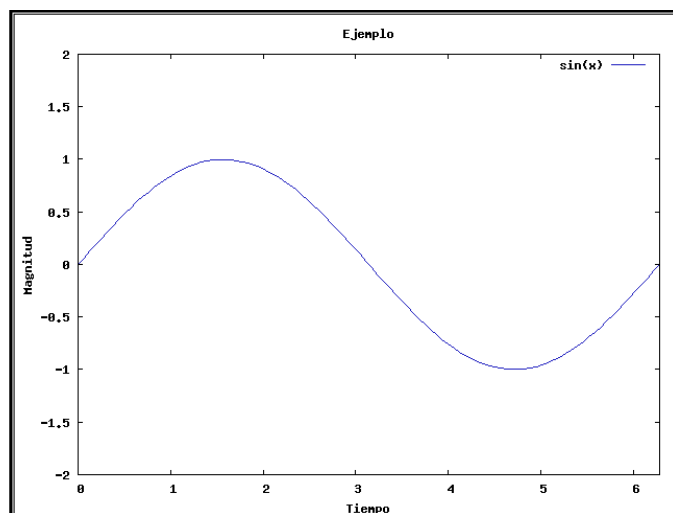


Figura 1.19.- Señal analógica

Desventajas en Términos Electrónicos

Las señales de cualquier circuito o comunicación electrónica son susceptibles de ser modificadas de forma no deseada de diversas maneras mediante el ruido, lo que ocurre siempre en mayor o menor medida.

La gran desventaja respecto a las señales digitales, es que en las señales analógicas, cualquier variación en la información es de difícil recuperación, y esta pérdida afecta en gran medida al correcto funcionamiento y rendimiento del dispositivo analógico.

1.1.4.2.- Señales Digitales

Una señal digital es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. Por ejemplo, el interruptor de la luz solo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada.

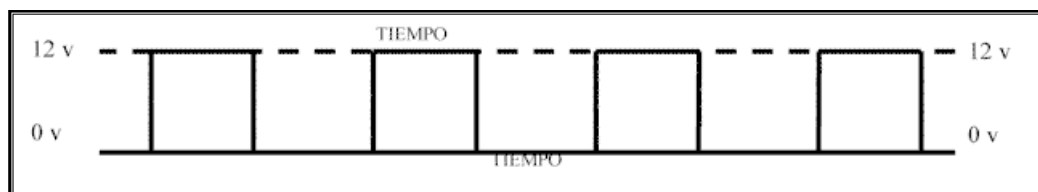


Figura 1.20.- Señal digital

Los sistemas digitales, como por ejemplo el ordenador, usan lógica de dos estados representados por dos niveles de tensión eléctrica, uno alto, H y otro bajo, L (de *High* y *Low*, respectivamente, en inglés). Por abstracción, dichos estados se sustituyen por ceros y unos, lo que facilita la aplicación de la lógica y la aritmética binaria. Si el nivel alto se representa por 1 y el bajo por 0, se habla de lógica positiva y en caso contrario de lógica negativa.

Cabe mencionar que, además de los niveles, en una señal digital están las transiciones de alto a bajo y de bajo a alto, denominadas flanco de subida y de bajada, respectivamente. En la figura 1.20 se muestra una señal digital donde se identifican los niveles y los flancos.

Referido a un aparato o instrumento de medida, decimos que es digital cuando el resultado de la medida se representa en un visualizador mediante números (dígitos) en lugar de hacerlo mediante la posición de una aguja, o cualquier otro indicador en una escala.

c.- Conversión analógica - digital

Una conversión analógica-digital (**CAD**) (o **ADC**) consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante (la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

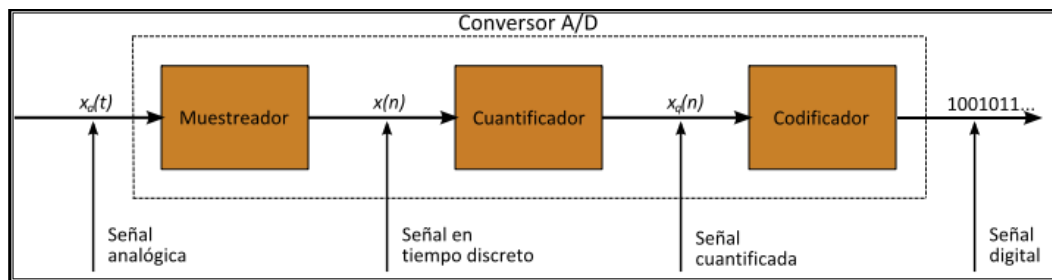


Figura 1.21.- Conversión analógica – digital

La **digitalización** o **conversión analógica-digital** (conversión A/D) consiste básicamente en realizar de forma periódica medidas de la amplitud de la señal y traducirlas a un lenguaje numérico. La conversión A/D también es conocida por el acrónimo inglés **ADC** (*analogic to digital converter*).

En esta definición están patentes los cuatro procesos que intervienen en la conversión analógica-digital:

1. **Muestreo**: el muestreo (en inglés, *sampling*) consiste en tomar muestras periódicas de la amplitud de onda. La velocidad con que se toma esta muestra, es decir, el número de muestras por segundo, es lo que se conoce como frecuencia de muestreo.
2. **Retención** (en inglés, *hold*): las muestras tomadas han de ser retenidas (retención) por un circuito de retención (hold), el tiempo suficiente para permitir evaluar su nivel (cuantificación). Desde el punto de vista matemático este proceso no se contempla, ya que se trata de un recurso técnico debido a limitaciones prácticas, y carece, por tanto, de modelo matemático.

3. **Cuantificación:** en el proceso de cuantificación se mide el nivel de voltaje de cada una de las muestras. Consiste en asignar un margen de valor de una señal analizada a un único nivel de salida. Incluso en su versión ideal, añade como resultado, una señal indeseada a la señal de entrada: el ruido de cuantificación.
4. **Codificación:** la codificación consiste en traducir los valores obtenidos durante la cuantificación al código binario. Hay que tener presente que el código binario es el más utilizado, pero también existen otros tipos de códigos que también son utilizados.

Durante el muestreo y la retención, la señal aún es analógica, puesto que aún puede tomar cualquier valor. No obstante, a partir de la cuantificación, cuando la señal ya toma valores finitos, la señal ya es digital.

Los cuatro procesos tienen lugar en un conversor analógico-digital.

1.2.- COMPONENTES DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO

En el interior del módulo encontramos la electrónica que está compuesta por una gran variedad de componentes y el arreglo del circuito es un trabajo muy delicado de ingenieros especializados que realizan muchos cálculos matemáticos para poder llevar todos esos elementos a la final consecución. Algunos circuitos pueden ser de fácil comprensión para el técnico, pero otros por el contrario requieren un poco más de preparación y esfuerzo, pero el no entender el diseño del circuito, no quiere decir que el técnico no pueda llevar a cabo una buena reparación utilizando el mejor componente para su reemplazo. Dentro de los varios elementos que se van a encontrar en un módulo lo primero que se debe tener en cuenta es si el componente se clasifica como **PASIVO** o **ACTIVO**, el concepto de esta identificación se lista a continuación.

1.2.1.- ELEMENTOS ELECTRÓNICOS USADOS EN LA ECU

1.2.1.1.- Componentes Pasivos

Se puede definir a los componentes pasivos como aquellos que no producen amplificación y que sirven para controlar la electricidad, colaborando al mejor funcionamiento de los elementos activos (los cuales son llamados genéricamente semiconductores). Los componentes pasivos están formados por elementos de diversas clases y se tendrán que considerar independientemente, ya que son diferentes sus objetivos, construcción y resultados, de modo que se pueden dividir en tres grandes grupos:

1.2.1.1.1.- Resistencias

Las resistencias se pueden definir como aquel componente que pone cierta dificultad al paso de la corriente eléctrica. Es decir, ofrece resistencia a dejarse atravesar por la corriente eléctrica en los más variados valores según el tipo de componente, de modo que pueden cumplir diversas funciones.

Las resistencias, son los elementos que más abundan en los circuitos electrónicos.

Cuando destapemos cualquier caja que contenga semiconductores las veremos con profusión, distinguidas en seguida por aros de vivos colores que las envuelven y que, indican el valor de su resistencia óhmica, de acuerdo con su código.

Clases de Resistencias

Estableceremos una clasificación de las resistencias de acuerdo con la forma de estar construidas y también de acuerdo con los materiales con los se lleva a cabo esta construcción.

a.- Resistencias Aglomeradas

Las resistencias aglomeradas se componen de una masa homogénea de grafito mezclado con un elemento aglutinante, fuertemente prensado en forma cilíndrica y encapsulada en un manguito de material aislante como el plástico.

El valor óhmico de una resistencia de carbón, es decir, su mayor o menor facilidad para dejar pasar la corriente eléctrica depende de las proporciones del grafito y aglutinante empleadas en su fabricación.

b.- Resistencias de Capa o Película

En las resistencias de capa o película, el elemento resistivo es una finísima capa de carbón sobre un cuerpo aislante, de forma también cilíndrica. El cuerpo central es, en algunos casos, un minúsculo tubo de cristal con los terminales de conexión conectados a cada extremo.

Una variante de este tipo de resistencias son las llamadas resistencias de película metálica, en las que la capa de carbón ha sido sustituida por una aleación metálica de alta constante resistiva (níquel, cromo u oro-platino) o un óxido metálico como el óxido de estaño.

c.- Resistencias Bobinadas

En las resistencias bobinadas se emplea un hilo conductor que posee una resistencia específica especialmente alta. El hilo conductor se arrolla encima de un cuerpo, generalmente un tubo de cerámica.

En cuanto a los extremos del hilo, se fijan generalmente con abrazaderas que a su vez pueden servir como conexiones para el montaje e, incluso, si las abrazaderas son desplazables se pueden obtener valores de resistencia parciales.

En muchas ocasiones se hallan también colocadas dentro de un prisma cerámico de sección cuadrada y se sellan con una silicona especial para que se hallen debidamente protegidas.

Valor óhmico y tolerancia de las resistencias:

Lo más importante de las resistencias es su valor óhmico, es decir, la oposición que ofrece al paso de la corriente eléctrica. Este valor no tiene ninguna relación con el tamaño sino que los materiales constituyentes de la resistencia.

En cuanto al valor óhmico hay que tener en cuenta que éste queda afectado por el calor, el calor se produce siempre que la corriente eléctrica pasa a través de una resistencia y este aumento de la temperatura modifica el valor de las resistencias.

Por este motivo, en algunos aparatos de medida hay que esperar hasta que se hayan calentado las resistencias antes de hacer la medición para que cese la variación de resistencia que estos elementos provocan.

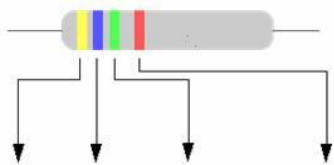
Téngase en cuenta que, después de cierto tiempo, se establece un estado de equilibrio entre el calor producido y el calor irradiado, con lo que la temperatura no sigue aumentando.

De todos modos, el valor asignado a una resistencia es siempre aproximado y de ahí que deba contarse siempre con una tolerancia de modo que el valor nominal puede variar dentro de ciertos límites.

Código de Colores

Es el código con el que se regula el marcado del valor nominal y tolerancia para resistencias fijas de carbón y metálicas de capa fundamentalmente. Se puede resaltar que con estos códigos lo que obtenemos es el valor nominal de la resistencia pero no el valor real que se situará dentro de un margen según la tolerancia que se aplique.

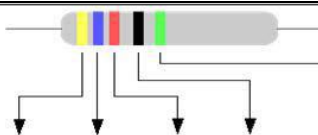
Código de colores para tres o cuatro bandas



COLOR	1ª CIFRA	2ª CIFRA	Nº DE CEROS	TOLERANCIA (+/-%)
PLATA	-	-	0,01	10%
ORO	-	-	0,1	5%
NEGRO	-	0	-	-
MARRÓN	1	1	0	1%
ROJO	2	2	00	2%
NARANJA	3	3	000	-
AMARILLO	4	4	0000	-
VERDE	5	5	00000	-
AZUL	6	6	000000	-
VIOLETA	7	7	-	-
GRIS	8	8	-	-
BLANCO	9	9	-	-

Figura 1.22.- Tolerancia: sin indicación +/- 20%

Código de colores para cinco bandas



COLOR	1ª CIFRA	2ª CIFRA	3ª CIFRA	Nº DE CEROS	TOLERANCIA (+/-%)
PLATA	-	-	-	0,01	-
ORO	-	-	-	0,1	-
NEGRO	-	0	0	-	-
MARRÓN	1	1	1	0	1%
ROJO	2	2	2	00	2%
NARANJA	3	3	3	000	-
AMARILLO	4	4	4	0000	-
VERDE	5	5	5	00000	0,5%
AZUL	6	6	6	000000	-
VIOLETA	7	7	7	-	-
GRIS	8	8	8	-	-
BLANCO	9	9	9	-	-

Figura 1.23.- Código de colores

d.- Resistencias de montaje superficial SMD (Surface Mounted Devices)

Identificar el valor de una resistencia SMD es más sencillo que para una resistencia convencional, ya que las bandas de colores son reemplazadas por sus equivalentes numéricos y así se imprimen en la superficie de la resistencia, la banda que indica la tolerancia desaparece y se la "reemplaza" en base al número de dígitos que se indica, es decir; un número de tres dígitos nos indica en esos tres dígitos el valor del resistencia, y la ausencia de otra indicación nos dice que se trata de una resistencia con una tolerancia del 5%.

Un número de cuatro dígitos indica en los cuatro dígitos su valor y nos dice que se trata de una resistencia con una tolerancia del 1%.

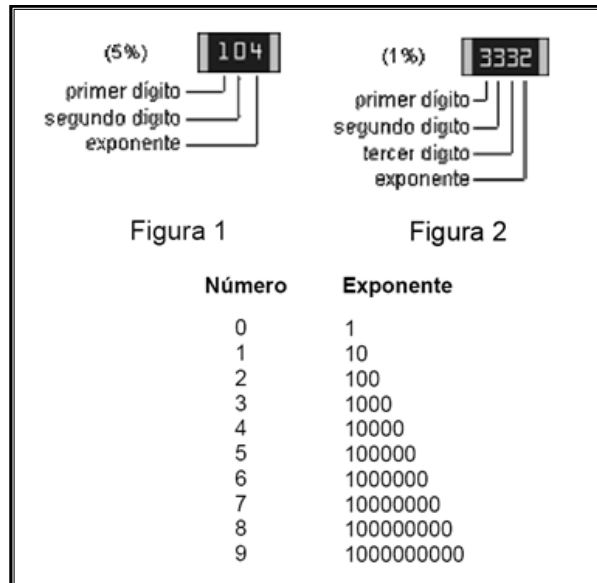


Figura 1.24.- Resistencias SMD

- **Primer dígito:** corresponde al primer dígito del valor.
- **Segundo dígito:** corresponde al segundo dígito del valor.
- **Tercer dígito:** (5%): representa al exponente, o "números de ceros" a agregar (figura 1.24, figura 1).
- **Tercer dígito:** (1%): corresponde al tercer dígito del valor (figura 1.24, fig. 2).
- **Cuarto dígito:** (1%): representa al exponente o "número de ceros" a agregar.

1.2.1.1.2.- Condensadores

Si se quiere entender un poco el significado de los condensadores, se tiene que en el automóvil el condensador más grande que se tiene es la batería, ella absorbe un incremento en el voltaje generado por el alternador y estaría en capacidad de luego entregarlo en un momento que el generador cargue menos que ese voltaje que anteriormente cargó, manteniendo así lo mas constante posible la tensión del sistema.

Básicamente un condensador es un dispositivo capaz de almacenar energía en forma de campo eléctrico. Está formado por dos armaduras metálicas paralelas (generalmente de aluminio) separadas por un material dieléctrico.

Va a tener una serie de características tales como capacidad, tensión de trabajo, tolerancia y polaridad, que deberemos aprender a distinguir.

- **Capacidad:** Se mide en Faradios (F), aunque esta unidad resulta tan grande que se suelen utilizar varios de los submúltiplos, tales como microfaradios ($\mu\text{F}=10^{-6}\text{ F}$), nano faradios ($\text{nF}=10^{-9}\text{ F}$) y pico faradios ($\text{pF}=10^{-12}\text{ F}$).
- **Tensión de trabajo:** Es la máxima tensión que puede aguantar un condensador que depende del tipo y grosor del dieléctrico con que esté fabricado. Si se supera dicha tensión el condensador puede perforarse (quedar cortocircuitado) y/o explotar. En este sentido hay que tener cuidado al elegir un condensador de forma que nunca trabaje a una tensión superior a la máxima.
- **Tolerancia:** Igual que en las resistencias, se refiere al error máximo que puede existir entre la capacidad real del condensador y la capacidad indicada sobre su cuerpo.
- **Polaridad:** Los condensadores electrolíticos y en general los de capacidad superior a $1\ \mu\text{F}$ tienen polaridad, eso es, que se les debe aplicar la tensión prestando atención a sus terminales positivo y negativo. Al contrario que los inferiores a $1\ \mu\text{F}$, a los que se puede aplicar tensión en cualquier sentido, los que tienen polaridad pueden explotar en caso de ser ésta la incorrecta.

Tipos de Condensadores

Se presentan a continuación una serie de condensadores de los más típicos que se pueden encontrar.

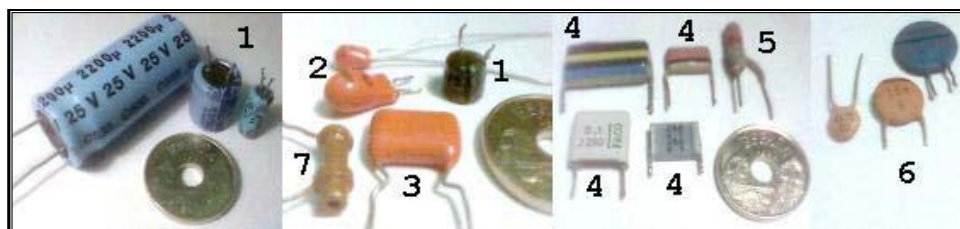


Figura 1.25.- Tipos de condensadores

a.- Electrolíticos

Tienen el dieléctrico formado por papel impregnado en electrolito. Siempre tienen polaridad y una capacidad superior a $1\mu\text{F}$. Observamos claramente que el condensador nº 1 es de $2200\mu\text{F}$, con una tensión máxima de trabajo de 25v. (Inscripción: $2200\mu / 25\text{V}$).

Abajo a la izquierda vemos un esquema de este tipo de condensadores y a la derecha vemos unos ejemplos de condensadores electrolíticos de cierto tamaño, de los que se suelen emplear en aplicaciones eléctricas (fuentes de alimentación, etc.).

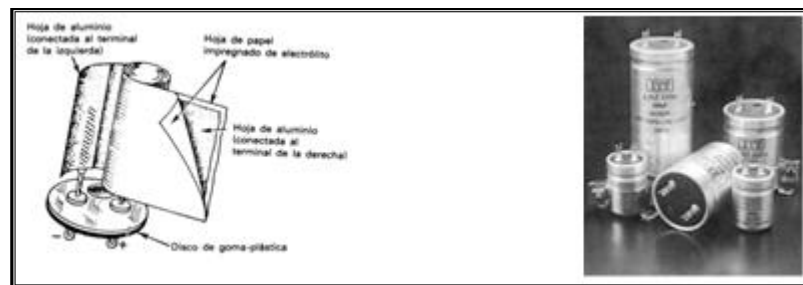


Figura 1.26.- Condensadores electrolíticos

b.- Electrolíticos de Tántalo o de Gota

Emplean como dieléctrico una finísima película de óxido de tantalio amorfo, que con un menor espesor tiene un poder aislante mucho mayor. Tienen polaridad y una capacidad superior a $1\mu\text{F}$. Su forma de gota les da muchas veces ese nombre.

c.- De poliéster metalizado MKT

Suelen tener capacidades inferiores a $1\mu\text{F}$ y tensiones de trabajo a partir de 63V. A continuación vemos su estructura: dos láminas de policarbonato recubierto por un depósito metálico que se bobinan juntas.

d.- De poliéster

Son similares a los anteriores aunque con un proceso de fabricación algo diferente. En ocasiones este tipo de condensadores se presentan en forma plana y llevan sus datos impresos en forma de bandas de color, recibiendo comúnmente el nombre de condensadores "de bandera". Su capacidad suele ser como máximo de 470 nF.

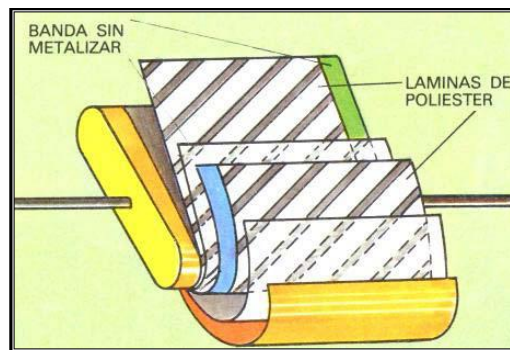


Figura 1.27.- Condensadores de poliéster

e.- De poliéster tubular

Similares a los anteriores, pero enrollados de forma normal, sin aplastar.



Figura 1.28.- Condensadores de poliéster tubular

f.- Cerámico "de lenteja" o "de disco"

Son los cerámicos más corrientes. Sus valores de capacidad están comprendidos entre 0.5 pF y 47 nF. En ocasiones llevan sus datos impresos en forma de bandas de color.

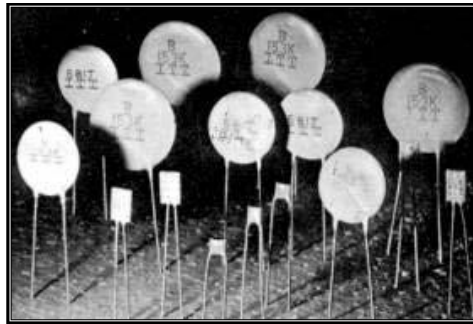


Figura 1.29.- Condensadores cerámicos

g.- Cerámico "de tubo"

Sus valores de capacidad son del orden de los pico faradios y generalmente ya no se usan debido a la gran deriva térmica que tienen (variación de la capacidad con las variaciones de temperatura).

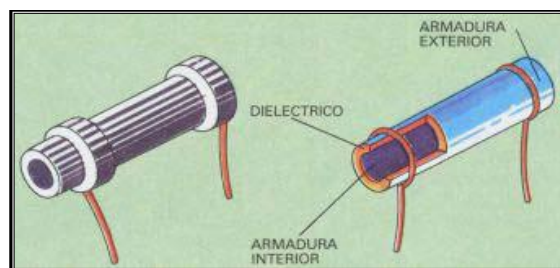


Figura 1.30.- Condensadores cerámicos de tubo

Codificación "101" de los Condensadores

El código 101 es utilizado en los condensadores cerámicos como alternativa al código de colores. De acuerdo con este sistema se imprimen 3 cifras, dos de ellas son las significativas y la última de ellas indica el número de ceros que se deben añadir a las precedentes. El resultado debe expresarse siempre en pico faradios. Así, 561 significa 560 pF, 564 significa 560000 pF = 560 nF.



Figura 1.31.- Tipos de condensadores

1.2.1.2.- Componentes Activos

Dentro de lo que respecta a la electrónica de módulos automotrices la gran evolución de los sistemas se presentó cuando se implementaron en los controles los semiconductores.

Estos componentes tienen un gran número de virtudes porque simplifican los circuitos, sus propiedades permiten que cambien su características de operación como ningún otro material lo podría hacer, para brindar un ejemplo muy simple se

podría decir que este tipo de elementos podría comportarse en un momento similar a un alambre de cobre que conduce la corriente eléctrica y en otro momento se podría comportar en un plástico que no conduce bien la corriente eléctrica, todo esto lo hace el mismo componente y se podría conseguir este cambio tan notable con solo invertir la polaridad del circuito.

Teoría de los Semiconductores

Los semiconductores son materiales generalmente de SILICIO o GERMANIO cuyas características de conducción eléctrica han sido modificadas para esto han sido combinados sin formar un compuesto químico con otros elementos.

A este proceso de combinación se le denomina DOPADO, en este proceso se consiguen básicamente dos tipos de componentes un material denominado tipo P y un material denominado tipo N.

Tipo N: Básicamente se presenta un exceso de electrones.

Tipo P: Básicamente se presenta un déficit de electrones.

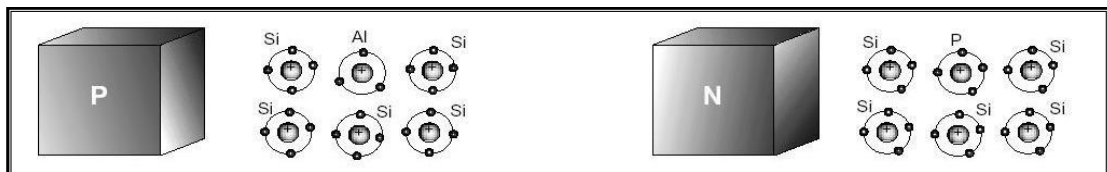


Figura 1.32.- Semiconductores

Los diferentes semiconductores se forman por la combinación de materiales tipo P y tipo N y las características físicas de estos están determinadas por la cantidad de dopado que se realice en las secciones de los semiconductores y así como en la organización física y el tamaño de los materiales. Esto permite fabricar por ejemplo un diodo para corrientes bajas y un diodo para corrientes altas pero el principio es el mismo.

1.2.1.2.1.- Diodos

La explicación del diodo es la característica predominante en los semiconductores aunque existen varios tipos de estos elementos, todos parten del funcionamiento del DIODO SEMICONDUCTOR. Como su nombre lo indica son dispositivos fabricados con dos tipos de material semiconductor uno tipo N y otro tipo P, su nombre proviene de la contracción de las palabras (dos electrones) en ingles.

A la sección de material tipo P se le denomina ánodo y a la sección de material tipo N se le denomina cátodo. En un diodo, su sección de material tipo N tiene impurezas que le permiten poseer un exceso de electrones libres en su estructura así esta parte se hace de cierta forma negativa. Y luego en su sección tipo P se encuentra un déficit y esta parte se torna positiva. Cuando no hay voltaje en el diodo se logra un efecto interesante en la Unión P–N los electrones libres de la sección N se unen con los huecos cercanos a la unión tipo P.

A esta recombinación en la unión del diodo se le denomina DIPOLO, la formación de dipolos en la zona de unión hace que en este lugar se dé un déficit de portadores creando una zona de DEPLEXION algo así como una zanja en la mitad de un camino. A este lugar se le denomina zona de depleción.

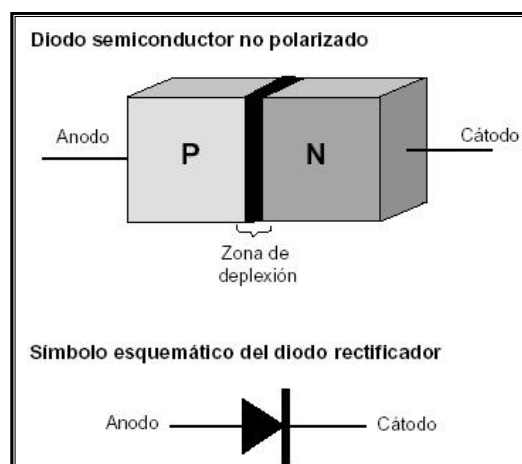


Figura 1.33.- Simbología de un diodo

Cada dipolo tiene un campo eléctrico entre los iones positivos y negativos. Los electrones son repelidos por este campo, cuando tratan de cruzar la zona de depleción para recombinarse con huecos más alejados del otro lado con cada recombinación aumenta el campo eléctrico hasta que se logra el equilibrio es decir se detiene el paso de electrones del material tipo N al material tipo P.

El campo eléctrico formado por los iones se denomina BARRERA DE POTENCIAL para los diodos de Germanio es 0.3 V y para los diodos de Silicio es 0.7 V.

Si se conecta una fuente de potencial eléctrico (Ej. la batería del auto) a las terminales del diodo, de forma que el polo positivo de la batería coincida con el material tipo P y el polo negativo con el material tipo N, se dice que el diodo se encuentra en polarización directa si es en caso contrario la polarización es inversa.

Cuando el diodo se encuentra en polarización directa los electrones libres de la sección N y los huecos de la sección P son repelidos hacia la unión P-N debido al voltaje aplicado por la fuente externa. Si el voltaje de polarización es más grande que la barrera de potencial entonces un electrón de la sección N cruzara a la sección para recombinarse con un hueco de la sección P.

El desplazamiento de los electrones hacia la unión genera iones positivos dentro de la sección N, los cuales atraen a los electrones del conductor externo hacia la zona del cristal.

Una vez dentro los electrones pueden desplazarse también hacia la unión para recombinarse con los huecos de la sección P, mismos que se convierten en electrones de valencia y son atraídos por el polo positivo del conductor externo entonces salen del cristal (semiconductor P) y de ahí se dirigen hacia la batería como lo muestra la figura 1.34.

Si el diodo es polarizado de forma inversa los huecos de la sección P son atraídos hacia el polo negativo de la batería y los electrones de la sección N son atraídos hacia el polo positivo.

Puesto que huecos y electrones se alejan de la unión, la zona de deplexión crece de acuerdo al voltaje inverso aplicado a las terminales del diodo.

Por tanto la zona de deplexión deja de aumentar cuando tiene una diferencia de potencial igual al valor de tensión inversa aplicado.

Con la zona de deplexión aumentada no circula entonces corriente eléctrica. El hecho es que el dispositivo en cierta forma aumento al máximo su resistencia interna.

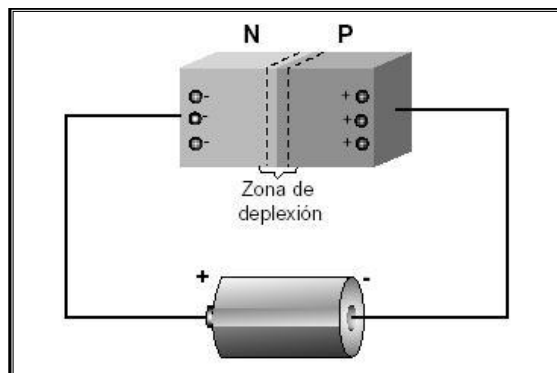


Figura 1.34.- Polarización del diodo

a.- Diodos Rectificadores

El funcionamiento de este diodo, a grandes rasgos es la siguiente:

En la zona directa se puede considerar como un generador de tensión continua, tensión de codo (0.5-0.7 V para el silicio y 0.2-0.4 V para el germanio). Cuando se polariza en inversa se puede considerar como un circuito abierto. Cuando se alcanza la tensión inversa de disrupción (zona inversa) se produce un aumento drástico de la corriente que puede llegar a destruir al dispositivo.

Este diodo tiene un amplio margen de aplicaciones: circuitos rectificadores, limitadores, fijadores de nivel, protección contra cortocircuitos, demoduladores, mezcladores, osciladores, bloqueo y bypass en instalaciones fotovoltaicas, etc.

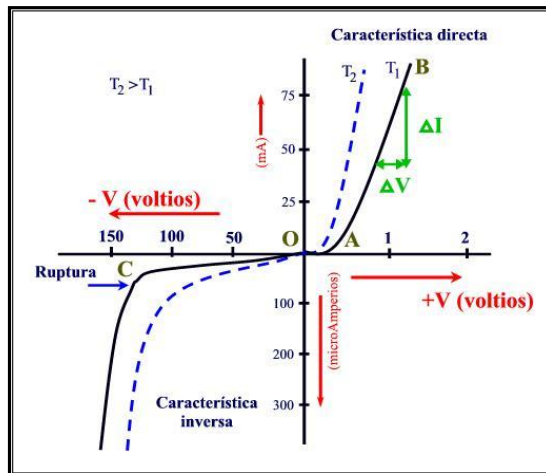


Figura 1.35.- Características de funcionamiento de un diodo

Cuando usamos un diodo en un circuito se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones (a partir de las hojas de características suministradas por el fabricante):

1. La tensión inversa máxima aplicable al componente, repetitiva o no ($V_{Rm\acute{a}x}$) ha de ser mayor (del orden de tres veces) que la máxima que este va a soportar.
2. La corriente máxima en sentido directo que puede atravesar al componente, repetitiva o no (I_{FRM} máx. e I_F máx. respectivamente), ha de ser mayor (del orden del doble) que la máxima que este va a soportar.
3. La potencia máxima que puede soportar el diodo (potencia nominal) ha de ser mayor (del orden del doble) que la máxima que este va a soportar.

b.- Diodo Zener

En la zona directa lo podemos considerar como un generador de tensión continua (tensión de codo). En la zona de disrupción, entre la tensión de codo y la tensión Zener (V_z nom) lo podemos considerar un circuito abierto.

Cuando trabaja en la zona de disrupción se puede considerar como un generador de tensión de valor $V_f = -V_z$.

El Zener se usa principalmente en la estabilidad de tensión trabajando en la zona de disrupción. Podemos distinguir:

1. V_z nom, V_z : Tensión nominal del Zener (tensión en cuyo entorno trabaja adecuadamente el Zener).
2. I_z min.: Mínima corriente inversa que tiene que atravesar al diodo a partir de la cual se garantiza el adecuado funcionamiento en la zona de disrupción (V_z min.).
3. I_z máx.: Máxima corriente inversa que puede atravesar el diodo a partir de la cual el dispositivo se destruye (V_z máx.).
4. P_z : Potencia nominal que no debe sobrepasar el componente.

Aproximadamente se corresponde con el producto de V_z nom e I_z máx.

Cuando usamos un diodo Zener en un circuito se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones (a partir de las hojas de características suministradas por el fabricante):

1. Para un correcto funcionamiento, por el Zener debe circular una corriente inversa mayor o igual a I_z min.
2. La corriente máxima en sentido inverso ha de ser siempre menor que I_z máx.
3. La potencia nominal P_z que puede disipar el Zener ha de ser mayor (del orden del doble) que la máxima que este va a soportar en el circuito.

c.- Diodo Led

El diodo LED presenta un comportamiento análogo al diodo rectificador (diodo semiconductor P-N), sin embargo, su tensión de codo tiene un valor mayor, normalmente entre 1.2-1.5 V.

Según el material y la tecnología de fabricación estos diodos pueden emitir en el infrarrojo (diodos IRED), rojo, azul, amarillo y verde, dependiendo de cual sea la longitud de onda en torno a la cual emita el LED. Entre sus aplicaciones podemos destacar: pilotos de señalización, instrumentación, opto acopladores, etc.

Resulta difícil distinguir, por pura inspección visual, el modelo del LED así como el fabricante: los valores máximos de tensión y corriente que puede soportar y que suministra el fabricante serán por lo general desconocidos. Por esto, cuando se utilice un diodo LED en un circuito, se recomienda que la intensidad que lo atraviese no supere los 20 mA, precaución de carácter general que resulta muy válida.

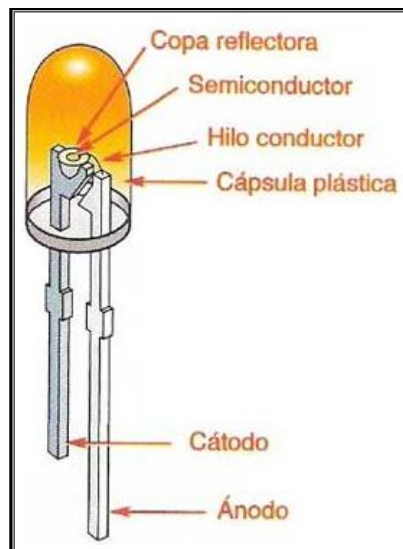


Figura 1.36.- Diodo led

Identificación de Diodos

Los diodos de unión P-N y los Zener tienen características constructivas que los diferencian de otros. Su tamaño, en muchos casos, no supera el de una resistencia de capa o de película de 1/4W y aunque su cuerpo es cilíndrico es de menor longitud y diámetro que las resistencias.

Aunque existen gran variedad de tipos solo algunos especiales difieren de su aspecto. No ocurre lo mismo con el tamaño, pues es función de la potencia que pueden disipar. Es característico encontrarse un anillo en el cuerpo que nos indica el cátodo.

Para aquellos cuyo tipo concreto viene señalado por una serie de letras y números, el cátodo es marcado mediante un anillo en el cuerpo, próximo a este terminal. Otros usan códigos de colores y en ellos el cátodo se corresponde con el terminal más próximo a la banda de color más gruesa.

Existen fabricantes que marcan el cátodo con la letra "K" o el ánodo con la "a". Los diodos de punta de germanio suelen encapsularse en vidrio. En cuanto a los diodos LED, se encuentran encapsulados en resinas de distintos colores, según sea la longitud de onda con la que emita. El ánodo de estos diodos es más largo que el cátodo y usualmente la cara del encapsulamiento próxima al cátodo es plana.

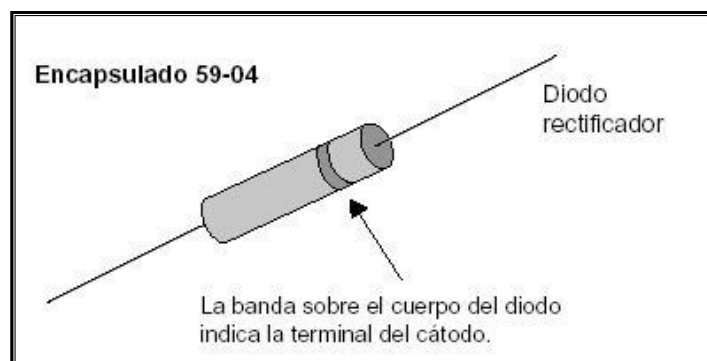


Figura 1.37.- Identificación de un diodo

1.2.1.2.2.- Transistores

Semiconductor provisto de tres o más electrodos que sirve para rectificar y amplificar los impulsos eléctricos.

Transistor BJT (Bipolar)

Cuando se selecciona un transistor se debe conocer el tipo de encapsulado, así como el esquema de identificación de los terminales.

También se deberá conocer una serie de valores máximos de tensiones, corrientes y potencias que no debemos sobrepasar para no destruir el dispositivo.

El parámetro de la potencia disipada por el transistor es especialmente crítico con la temperatura, de modo que esta potencia disminuye a medida que crece el valor de la temperatura, siendo a veces necesaria la instalación de un radiador o aleta refrigeradora. Todos estos valores críticos los proporcionan los fabricantes en las hojas de características de los distintos dispositivos.

Una forma de identificar un transistor NPN o PNP es mediante un multímetro: Este dispone de dos orificios para insertar el transistor, uno para un NPN y otro para el PNP. Para obtener la medida de la ganancia es necesario insertarlo en su orificio apropiado, con lo que queda determinado si es un NPN o un PNP.

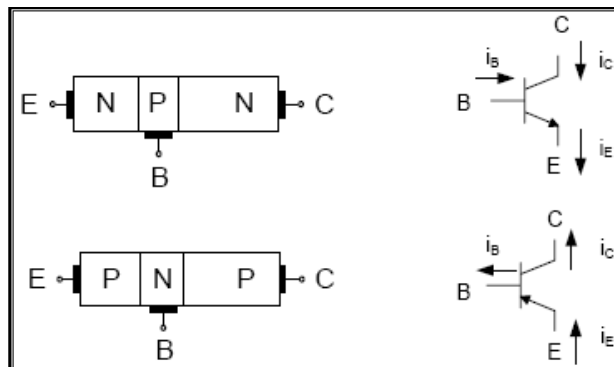


Figura 1.38.- Tipos de transistores

Zonas de Funcionamiento del Transistor Bipolar

a.- Activación Directa

El transistor sólo amplifica en esta zona, y se comporta como una fuente de corriente constante controlada por la intensidad de base (ganancia de corriente). Este parámetro lo suele proporcionar el fabricante dándonos un máximo y un mínimo para una corriente de colector dada (I_C); además de esto, suele presentar una variación acusada con la temperatura y con la corriente de colector, por lo que en principio no podemos conocer su valor.

- **Saturación**

En esta zona el transistor es utilizado para aplicaciones de conmutación (potencia, circuitos digitales, etc.), y lo podemos considerar como un cortocircuito entre el colector y el emisor.

- **Corte**

El transistor es utilizado para aplicaciones de conmutación (potencia, circuitos digitales, etc.), y podemos considerar las corrientes que lo atraviesan prácticamente nulas (y en especial I_C).

b.- Activa Inversa

Esta zona se puede considerar como carente de interés.

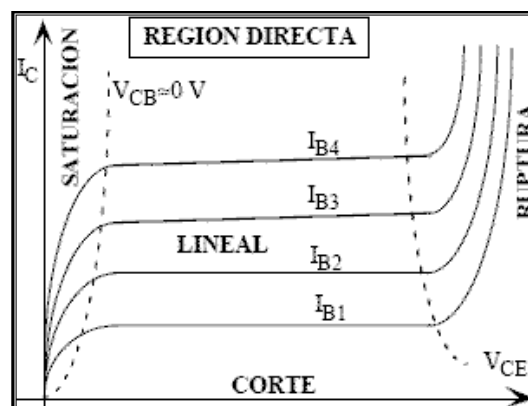


Figura 1.39.- Zonas de activación de un transistor bipolar

El transistor PNP es complemento del NPN de forma que todos los voltajes y corrientes son opuestos a los del transistor NPN.

Un ejemplo de la configuración de este tipo de transistores en la imagen inferior que muestra la geometría e identificación de sus pines tal cual como es representado en el manual correspondiente de cada fabricante. En el esquema se pueden identificar la Base, el Colector y el Emisor. En el caso de este tipo de transistores la capacidad de conmutación es baja comparada con los transistores de compuerta aislada.

Un transistor de este tipo comúnmente llevara entre sus terminales una corriente usual de 1A y voltajes de 60 V.

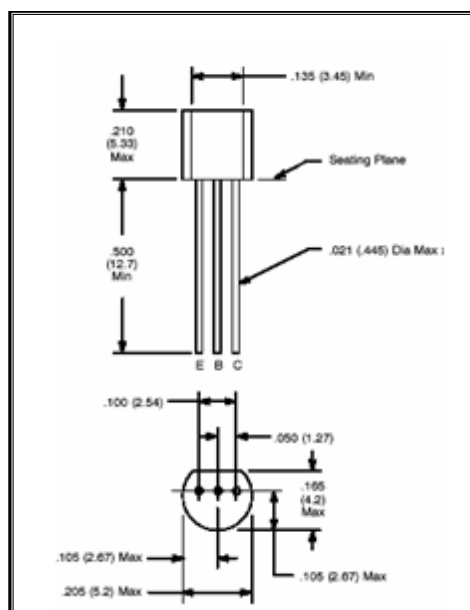


Figura 1.40.- Transistor BJT

Transistores MOSFET

Son los más utilizados en la industria automotriz, en la gráfica inferior se puede apreciar la presentación comercial de unos de estos transistores en ella se puede apreciar la denominación de sus terminales y también su configuración externa donde es importante recalcar la característica de compuerta aislada, el encapsulado en el caso automotriz es tipo To 220 – 200 – 2P – 3P

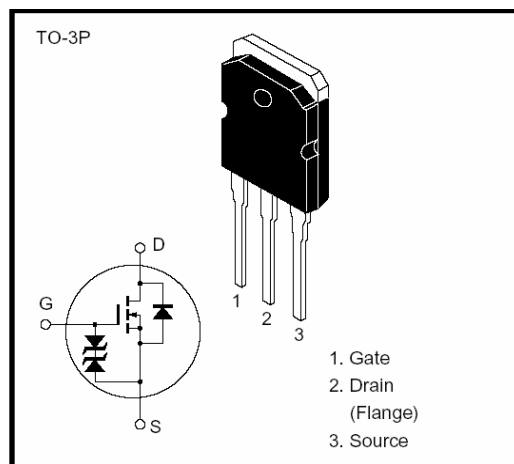


Figura 1.41.- Transistores MOSFET

Pero las diferencias principales se generan en cuánto a poder de conmutación en donde este tipo de transistores puede tener mayor ganancia en la tabla inferior se presenta una especificación general para este tipo de transistor. Es importante observar por ejemplo el valor de corriente máxima y pulsante entre **Drain – Source** y el voltaje máximo soportado en estos terminales.

1.2.2.- MICROPROCESADOR

1.2.2.1.- Unidad Central de Proceso (CPU)

La CPU (Central Processor Unit) es el centro de cada sistema microprocesador. El trabajo de la CPU es ejecutar obedientemente las instrucciones de un programa que le fue proporcionado por un programador.

Un programa con microprocesador le dice a la CPU que lea (read) la información de las entradas y que la escriba (write) a la memoria de trabajo o que lea la información de la memoria de trabajo y la escriba a las salidas.

Algunas instrucciones del programa involucran decisiones simples que causan al programa continuar con la siguiente instrucción o saltar a un nuevo lugar del programa.

En un ordenador personal, hay varios niveles de programas, empezando con el programa interno que es el control más básico del funcionamiento del microprocesador. Otro nivel incluye programas de usuario que se cargan en la memoria del sistema cuando están a punto de ser usados. Esta estructura es muy compleja y no sería un buen ejemplo para mostrar a un principiante cómo trabaja el microprocesador.

En un microcontrolador normalmente, solamente un programa en particular está trabajando para el control de una aplicación. Por ejemplo, la CPU MC68HC05 sólo reconoce 60 instrucciones diferentes, pero éstas son representativas del juego de instrucciones de cualquier sistema con microprocesador.

Este tipo de sistema con microprocesador es un buen modelo para aprender el fundamento de funcionamiento de un microprocesador, porque es posible saber lo que está pasando exactamente en cada paso de la ejecución de un programa en la CPU.

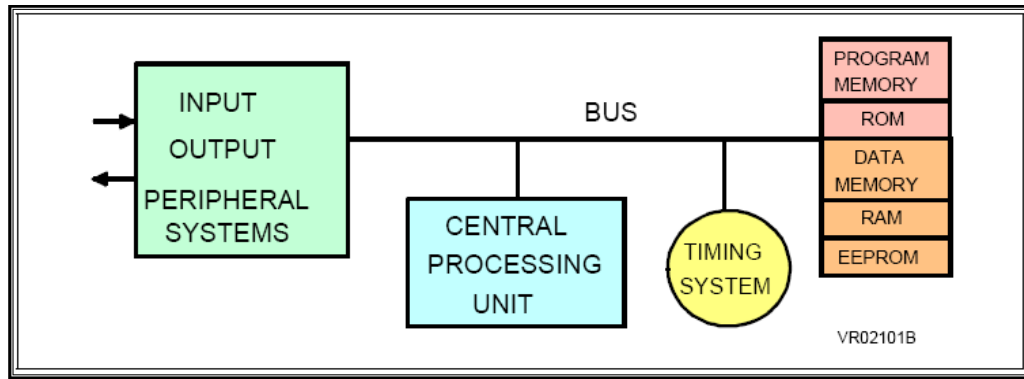


Figura 1.42.- Bloque de organización del microcontrolador

1.2.2.1.1.- Entradas de un Sistema con Microprocesador

Los dispositivos de entrada proporcionan información del mundo exterior al sistema con microprocesador. En un ordenador personal, el dispositivo de entrada más común es el teclado, igual que una máquina de escribir.

Los sistemas con microprocesadores normalmente usan dispositivos de entrada mucho más simples como interruptores o pequeños teclados, aunque los dispositivos de entrada más exóticos se encuentran en los sistemas basados en microprocesador.

Un ejemplo de un dispositivo de entrada exótico para un microprocesador es el sensor de oxígeno en un automóvil que mide la eficacia de la combustión tomando muestras en el tubo de escape.

La mayoría de entradas del microprocesador pueden procesar sólo señales de entrada digital, al mismo nivel de voltaje que el de la fuente de alimentación.

El nivel 0V o tierra se le llama VSS y el nivel positivo de la fuente de alimentación se le llama VDD y es típicamente de 5 VDC.

Un nivel aproximado de 0 voltios indica una señal lógica '0' y un voltaje aproximadamente igual al nivel positivo de la fuente de alimentación indica una señal lógica '1'.

Por supuesto, el mundo real está lleno de señales analógicas o señales que son de otros niveles de voltaje. Algunos dispositivos de entrada traducen los voltajes de señal de algún otro nivel a los niveles VDD y VSS necesarios para el microprocesador.

Otros dispositivos de entrada convierten las señales analógicas en señales digitales (a valores binarios '1' y '0') para que el microprocesador los pueda entender y manipular.

Algunos microprocesadores incluyen circuitos convertidores analógicos/digitales en el mismo circuito integrado. Los transductores se pueden usar para traducir otras señales del mundo real a niveles de señal lógica (Ej. un sensor) que un microprocesador puede entender y manipular.

Algunos ejemplos que incluyen transductores como los sensores de temperatura, sensores de presión, detectores de nivel de luz y otros. Con estos transductores, casi cualquier propiedad física se puede usar como entrada a un sistema con microprocesador.

1.2.2.1.2.- Salidas de un Sistema con Microprocesador

Se usan dispositivos de salida para comunicar la información o acciones del sistema con microprocesador al mundo exterior. En un ordenador personal, el dispositivo de salida más común es la pantalla CRT (tubo de rayos catódicos).

En el caso de la ECU del automóvil, la señal principal de salida es hacia los transistores que controlan los pulsos de inyección de combustible del motor, el cual obedece a un programa previamente implantado en la ECU para de acuerdo

a las señales de entrada proporcionadas por los sensores, calcule y a su vez mande el tiempo de inyección hacia los inyectores del motor.

Los sistemas con microprocesador usan a menudo dispositivos de salida mucho más simples como los LEDs, lámparas, o zumbadores.

Circuitos convertidores (a veces construidos en el mismo circuito integrado microprocesador) pueden convertir señales digitales a niveles de voltaje analógicos.

Del “controlador” en microcontrolador viene del hecho de que estos pequeños sistemas con microprocesador normalmente controlan algo en comparación con un ordenador personal que normalmente procesa información.

En el caso del ordenador personal la mayoría de las salidas es de información (cualquier información en una pantalla CRT o en el papel de la impresora).

Por otro lado, en un sistema con microprocesador la mayoría de las salidas son señales de nivel lógico digital que se usan para manejar LEDs o dispositivos eléctricos como relés o actuadores, ej.: los inyectores.

1.2.2.2.- Programa de un Microprocesador

La figura 1.43 muestra el programa como una nube, porque se origina en la imaginación del ingeniero o programador del microprocesador. Esto es comparable a un ingeniero eléctrico que piensa en un nuevo circuito o un ingeniero mecánico que deduce un nuevo ensamblaje.

Los componentes de un programa son las instrucciones del juego de instrucciones de la CPU. Así como el diseñador del circuito puede construir un circuito sumador con simple puertas AND, OR y NOT, un programador puede escribir un programa para sumar números con simples instrucciones.

Los programas se guardan en la memoria de un microprocesador donde pueden ser ejecutados de modo secuencial por la CPU o ECU en el área automotriz.

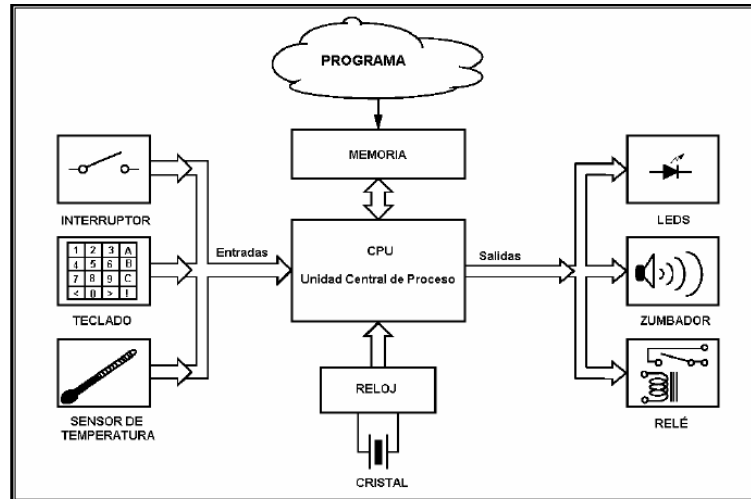


Figura 1.43.- Programa de un microprocesador

1.2.2.3.- Interface Serial

La interface serial se usa para intercambiar los datos con el mundo externo, es decir, para comunicar a la computadora a bordo sobre las condiciones sobre las que está trabajando el motor. Muchas unidades de control electrónico tienen dos sistemas de comunicación periférico como son la comunicación asíncrona y la comunicación síncrona.

Normalmente, una interface asíncrona se llama interface de comunicación serial (serial communication interface, SCI o UART) mientras la interface síncrona se llama interface periférica serial (serial peripheral interface, SPI). Una aplicación SCI es conectar a una PC para controlar un sistema mientras una aplicación de SPI típica es conectar un EEPROM externo.

Un BUS síncrono incluye por separado una línea para la señal del cristal o clock que simplifica la transmisión y recepción pero es más susceptible al ruido cuando es usada en largas distancias.

Con un BUS asíncrono el transmisor y el receptor del reloj son independientes, y una re-sincronización realizada para cada byte al comenzar por un bit start.

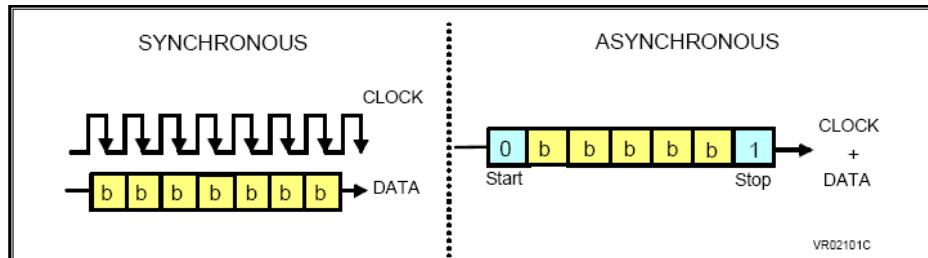


Figura 1.44.- Principales comunicaciones síncronas y asíncronas

1.2.2.4.- Microcontroladores

El microcontrolador es una de las formas más básicas de un sistema con microprocesador. Aunque son mucho más pequeños que los microprocesadores personales y los grandes ordenadores se construyen microcontroladores con los mismos elementos básicos.

En el sentido más simple, los microprocesadores producen un modelo específico basado en unas entradas y unas salidas con las instrucciones en un programa con microprocesador.

Como la mayoría de microprocesadores, los microcontroladores son simplemente ejecutores de instrucciones de propósito general. La estrella real de un sistema con microprocesador es un programa de instrucciones que son proporcionadas por un programador.

Este programa le dice al microprocesador que realice largas secuencias de acciones muy simples para lograr tareas útiles como las pensadas por el programador.

La figura 1.45 proporciona una vista global de un sistema con microprocesador. Simplemente cambiando los tipos de dispositivos de entrada y de salida, éste diagrama de bloques podría ser el de un microprocesador personal, un PCM o un simple un microcontrolador (ECU) de cualquier módulo del auto. Los dispositivos de entrada y de salida (E/S) mostrados en la figura son los típicos encontrados en un sistema con microprocesador.

Hasta ahora se han visto varias partes de un sistema con microprocesador y ya se está preparado para hablar sobre los microcontroladores. En la mitad superior de la figura 1.45 se muestra un sistema con microprocesador genérico con una parte adjunta de contorno punteado.

Esta parte, es un microcontrolador y la mitad inferior de la figura es un diagrama de bloques que muestra su estructura interior con más detalle. El cristal no se contiene dentro del microcontrolador pero es una parte necesaria del circuito oscilador.

En algunos casos, se puede sustituir el cristal por un resonador cerámico que es más económico o un aún menos caro con un conjunto RC (resistencia condensador).

Un microcontrolador puede definirse como un sistema microprocesador completo, que incluye la CPU, la memoria, un oscilador del reloj, las E/S y otros periféricos en un solo circuito integrado. Cuando algunos de estos elementos como las E/S o la memoria no están incluidos al circuito integrado se le llama microprocesador. La CPU de un ordenador personal es un microprocesador.

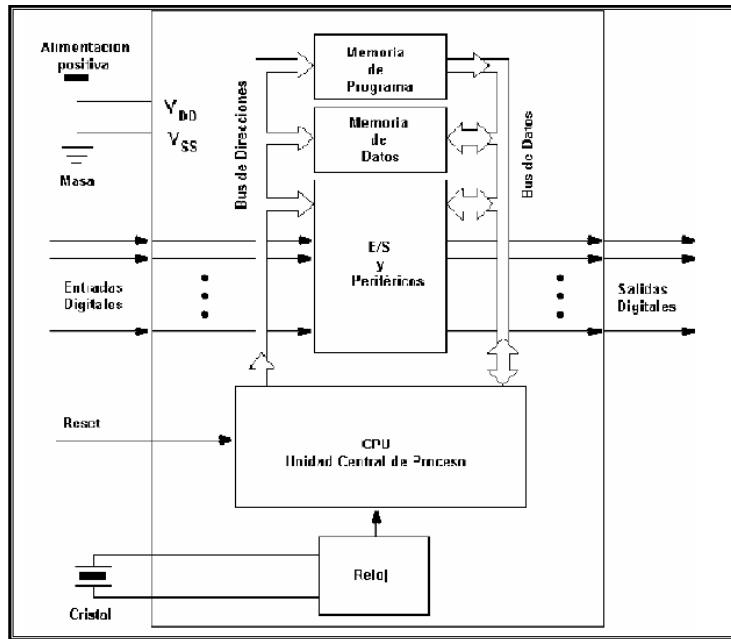


Figura 1.45.- Esquema de un microcontrolador

1.2.3.- MEMORIA

Dentro de la gama de memorias se pueden establecer tres grupos bien definidos:

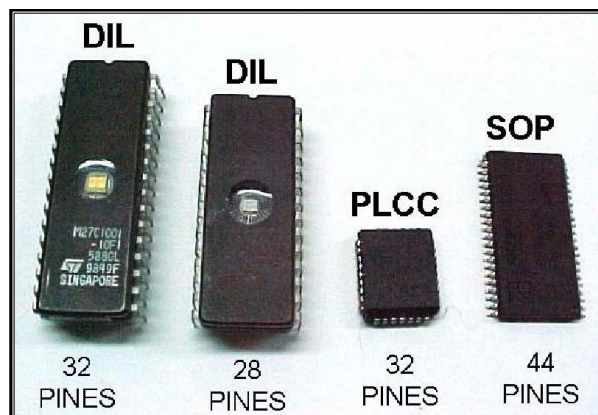


Figura 1.46.- Tipos de memorias

a.- Memorias tipo DIL

Este encapsulado fue uno de los primeros usados para los autos equipados con inyección electrónica desde el año 1990. Como se aprecia en la figura 1.47 este posee 2 líneas con patas o pines de acceso, estas pueden ser de 28 o 32 pines.

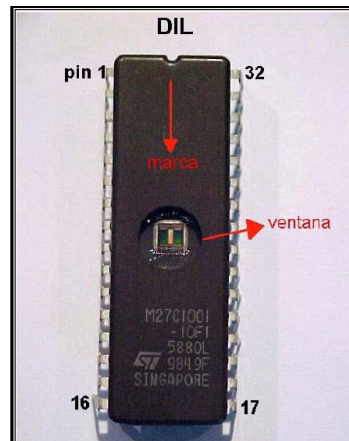


Figura 1.47.- Memorias tipo DIL

Una marca o muesca se puede observar en su encapsulado, el mismo muestra la orientación de su propia numeración y la ubicación del pin 1. También encontraremos una ventana en el medio del componente el cual nos indica que podemos borrar los datos de la misma con rayos ultravioletas.

Este proceso requiere de un borrador de EPROM y el tiempo de ejecución es de aproximadamente 25 minutos.

Su montaje sobre la placa puede realizarse de 2 maneras distintas, directamente soldado sobre la placa o puede aparecer también montada sobre un zócalo, esto facilita su extracción y posterior trabajo.

b.- Memorias tipo PLCC

Este encapsulado fue el segundo utilizado por las terminales automotrices el mismo cuenta con un tamaño reducido y la configuración de sus patas envuelve los 4 lados a diferencia de su antecesor (dip) la cantidad de patas puede ser de 32, 44, 48 patas.

Lo particular de esta configuración es que las patas o pines se encuentran hacia adentro y su montaje es superficial a la placa madre. Esto simplifica el tamaño que ocupa en la placa madre y también aporta mayor capacidad en su interior.

Este tipo de memorias se borran eléctricamente para luego poder reutilizarla, este proceso se realiza con un programador de memorias. Sobre un lateral posee una marca que nos indica la posición pin 1.

Puede ser encontrado montado directamente sobre la placa como también sobre un zócalo, esto facilita su extracción y manejo.

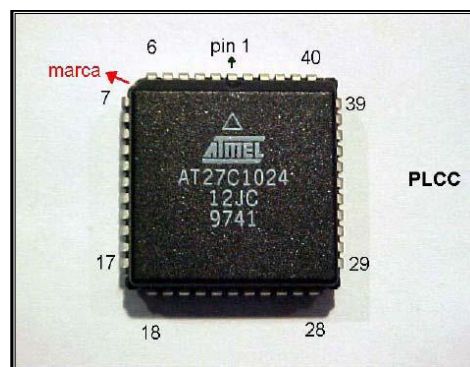


Figura 1.48.- Memorias tipo PLCC

c.- Memorias tipo SOP

Este encapsulado es uno de los más utilizados en la actualidad, posee una capacidad de 2 hasta 32 megas en el uso automotriz, este encapsulado logró en su costo, capacidad y espacio un compromiso adoptado por los fabricantes de electrónica automotriz.

La cantidad de pines utilizados es de 44 o 48 terminales, también posee una marca el cual nos indica la posición del pin 1.

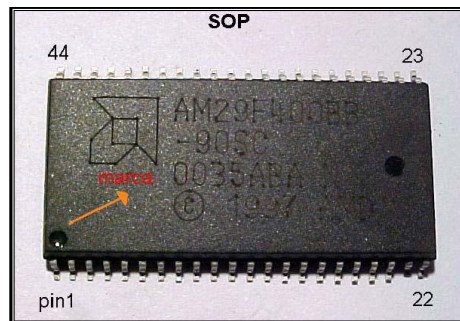


Figura 1.49.- Memorias tipo SOP

1.2.3.1.- Memoria del Microprocesador

Se usan varios tipos de memoria para los diferentes propósitos en un sistema con microprocesador.

Los tipos principales de memoria encontrados en un microcontrolador son:

1.2.3.1.1.- Memorias para almacenar el Programa

a.- ROM (Read Only Memory)

Memoria sólo de lectura, este tipo de memoria se programa en fábrica y se llama **Máscara**, normalmente es usada para guarda las instrucciones del programa que controla la computadora a bordo en el vehículo.

b.- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

Memoria sólo de lectura, programable eléctricamente y se borra por luz ultravioleta a través de una ventana en la parte superior del dispositivo.

c.- OTP (One Time Programmable)

Memoria sólo de lectura, programable eléctricamente una sola vez.

d.- FLASH

Memoria programable y borrrable eléctricamente, por bloques. Estos tipos se usan principalmente para almacenar los programas y los datos permanentes que deben permanecer inalterados incluso cuando no hay ninguna alimentación aplicada al microcontrolador.

1.2.3.1.2.- Memoria para Almacenar Datos

a.- RAM (Random Access read/write Memory)

Memoria de acceso a lectura o escritura aleatorio, se usa para el almacenamiento temporal de datos y el cálculo intermedio de los resultados durante las operaciones. Este tipo de memoria pierde los datos cuando se queda sin alimentación.

b.- EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)

Memoria sólo de lectura programable y borrrable eléctricamente. La unidad más pequeña de una memoria, es de un solo bit, que puede guardar uno valor lógico '0' o '1'.

Estos bits se agrupan en conjuntos de ocho bits para hacer uno byte. Los microprocesadores más grandes utilizan grupos de 16 o 32 bits, llamados 'palabras' o word.

El tamaño de una 'palabra' (word) puede ser diferente para cada microprocesador, pero un byte siempre es de ocho bits. Los ordenadores personales trabajan con programas muy grandes y con grandes cantidades de

datos, para ello usan formas especiales de dispositivos de almacenamiento llamados almacenamiento en masa como los discos blandos, los discos duros, y los discos compactos.

No es raro encontrar varios millones de bytes de memoria RAM en un ordenador personal con discos duros con varios gigabytes o discos compactos muy similares a los usados para las grabaciones de música con una capacidad de 640 millones de bytes de memoria de sólo lectura.

1.2.4.- RELOJ (Clock)

Salvo excepciones, los microprocesadores usan un pequeño oscilador del reloj para activar la CPU, para mover de un paso a la secuencia siguiente. Se puede ver que las instrucciones simples de un microcontrolador están compuestas de una serie de pasos aún más básicos. Cada uno de estos pasos diminutos en el funcionamiento del microprocesador toma un ciclo del reloj de la CPU.

TIMERS

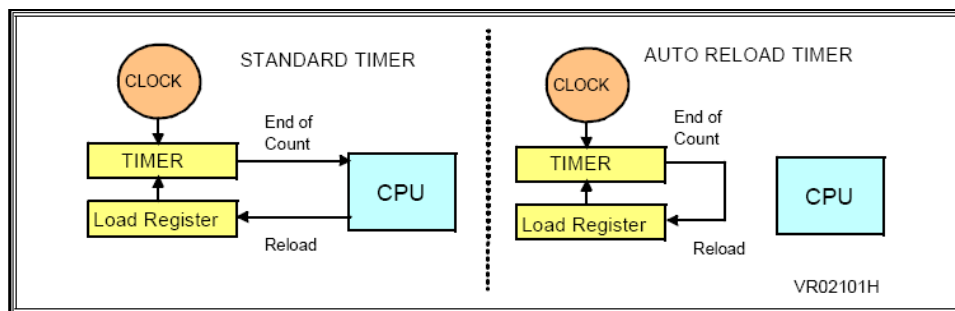


Figura 1.50.- Timers

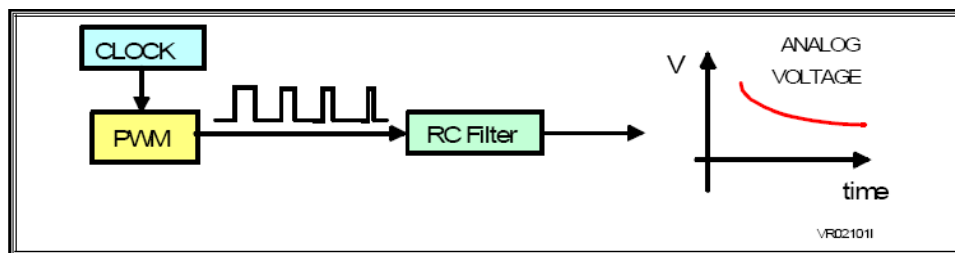


Figura 1.51.- Principio PWM

1.2.5.- PERIFÉRICOS

Los periféricos son sistemas o circuitos independientes conectados a una computadora.

1.2.5.1.- Circuito de Alimentación o Fuente

Este circuito está diseñado para proteger el módulo y mantener un nivel de tensión estable al interior del mismo, en los elementos de procesamiento no se permite cambios en los niveles de tensión recordemos que en un automóvil el sistema de carga se caracteriza por los cambios de voltaje.

Un circuito fuente esta conformado por componentes encargados de proteger, estabilizar y regular los niveles de tensión y corriente dentro de los elementos más usuales tenemos los siguientes:

- Diodos Rectificadores y Zener.
- Condensadores.
- Reguladores de Tensión.
- Varistores.
- Resistencias.

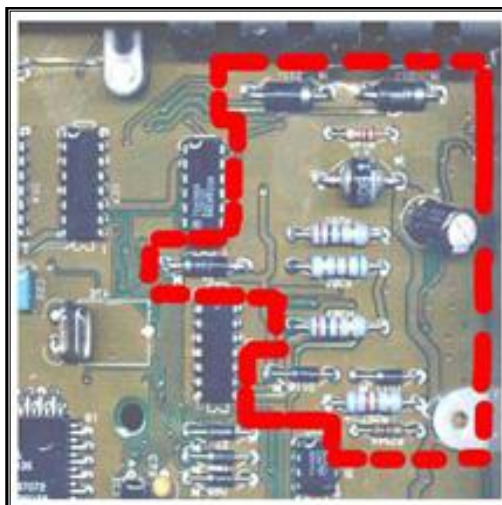


Figura 1.52.- Circuito fuente

Una de las características con la que se puede identificar un circuito fuente es que siempre están muy cerca de los pines de conexión y además son los componentes de mayor tamaño puesto que manejan una cantidad de corriente considerable.

1.2.5.1.1.- Reguladores de Tensión

Un regulador tiene como función mantener la tensión de salida “Vo” en un valor predeterminado, sobre el rango esperado de corriente de carga, independientemente de las variaciones de la corriente de la carga, la tensión de entrada al regulador Vi y la temperatura T.

Si se quisiera plasmar un regulador en un diagrama de bloques lo más próximo a lograrlo en líneas generales sería lo siguiente:

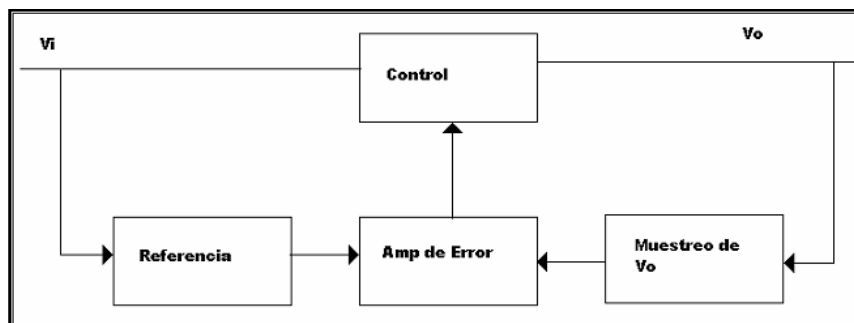


Figura 1.53.- Diagrama de bloque regulador de tensión

Los parámetros más importantes que caracterizan a un regulador de tensión son:

- La regulación de carga.
- La regulación de línea.
- El coeficiente de temperatura.

1.2.5.2.- Circuitos de Control

Los circuitos de control dentro de un módulo eléctrico están básicamente diseñados para controlar los actuadores como por ejemplo los inyectores, las bobinas las válvulas de marcha mínima, los relevadores entre otros, estos circuitos deben cumplir con requisitos de manejo de potencia puesto que la corriente que se maneja en muchos de ellos alcanza los 5 amp y los voltajes operados pueden llegar a picos de hasta 400V.

1.2.5.2.1.- Transistores De Potencia MOSFET

MOSFET son las siglas de Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. Consiste en un transistor de efecto de campo basado en la estructura MOS para crear una canal de conducción.

Son dispositivos más importantes que los JFET ya que la mayor parte de los circuitos integrados digitales se construyen con la tecnología MOS.

Se encargan de dar los pulsos de activación a las bobinas de encendido para de esta manera hacer saltar la chispa entre los electrodos de las bujías que enciende la mezcla aire – combustible.

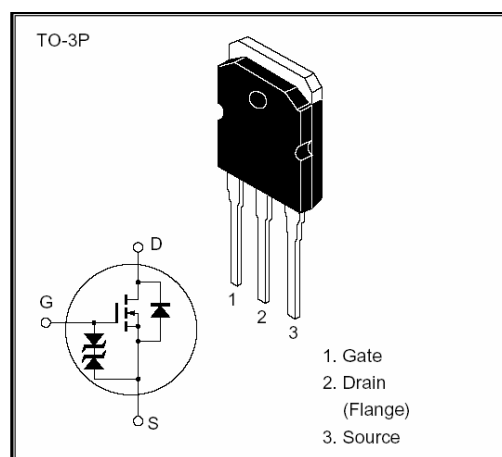


Figura 1.54.- Transistor MOSFET

En la siguiente imagen se presenta un ejemplo de un circuito de control de bobinas de encendido DIS compuestas por dos transistores del tipo **MOSFET**.

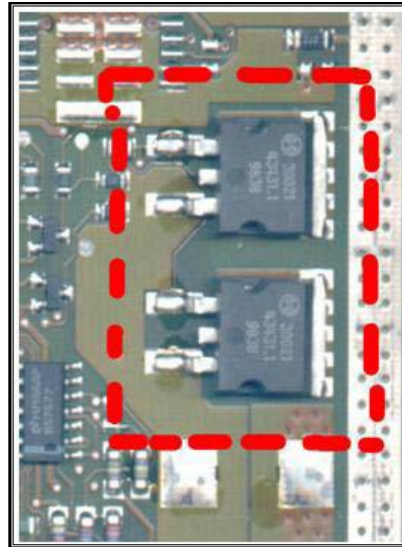


Figura 1.55.- Circuito de control

Una de las características que podrían ayudar a identificar este tipo de circuitos es que siempre manejan pistas de gran tamaño y generalmente están dispuestos en lugares de fácil disipación de calor como láminas de hierro o chapas disipadoras.

II.- CURVAS CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

2.1.- INTRODUCCIÓN

Las curvas características de un motor de combustión interna son las que indican, en función de la velocidad de rotación del motor, la potencia, el par y el consumo específico del mismo.

Están incluidas en un rango de revoluciones, debajo del cual el motor funciona muy irregularmente y/o tiende a apagarse y si se sobrepasa el límite superior los elementos mecánicos están muy cerca de sufrir daños irremediables o rupturas irreparables. Estos dos extremos determinan el campo de utilización de un motor.

Hay dos conceptos de la mecánica que las personas tienden a confundir, el primero es el de torque que por definición es el producto de una fuerza por la distancia donde se aplica dicha fuerza, esto también se denomina momento, par o trabajo mecánico. Otra definición de lo mismo es: torque es el trabajo que puede realizar un motor, su unidad es kg-m, libras-pie, etc.

El otro concepto es el de potencia que es el trabajo que se puede desarrollar por unidad de tiempo, es decir es la velocidad con que se puede realizar un trabajo, su unidad es CV, KW, HP, etc. Por ejemplo, puedo subir una cuesta en una moto de 2 HP o una de 20 HP, pero la velocidad a la que puedo realizarlo con cada una, van a ser diferentes, de hecho con la de 20 HP la voy a subir más rápido.

2.2.- CURVAS CARACTERÍSTICAS

2.2.1.- CURVA DE POTENCIA

La potencia es el trabajo realizado por el motor en una unidad de tiempo. Esta curva se determina al multiplicar el par torsional por la velocidad de giro del cigüeñal (RPM del motor).

Depende de distintos factores, entre ellos el diámetro del pistón, la carrera, las rpm, etc. Parte de la potencia se consume en vencer rozamientos.

La curva de potencia crece progresivamente casi constante hasta un valor determinado que indica su valor máximo, después decrece rápidamente hasta el límite máximo de utilización del motor. El descenso de potencia más allá de dicho valor se debe a la disminución del rendimiento volumétrico del motor. Actualmente existe el sistema VTEC el cual por medio de una rotación del eje de levas, que varía la distribución real del motor haciendo que la curva de potencia no caiga y así el motor tenga un mejor rendimiento.

2.2.2.- CURVA DE TORQUE O PAR TORSIONAL

Esta curva representa la fuerza ejercida sobre los pistones cuando se realiza el proceso de combustión en un motor de combustión interna, esta fuerza se transmite a las bielas y al cigüeñal, provocando el par torsional.

La curva de par del motor no es tan pronunciada como la de potencia, es decir, tiende a ser más horizontal, pero sin perder su concavidad. También crece al aumentar las revoluciones del motor pero su progresión es menor.

El par máximo se encuentra a un menor nivel de revoluciones que la potencia máxima pero a la vez el decrecimiento del par es mucho más lento al aumentar la velocidad de giro.

La elasticidad de un motor se conoce como el intervalo entre el par máximo del motor y su potencia máxima.

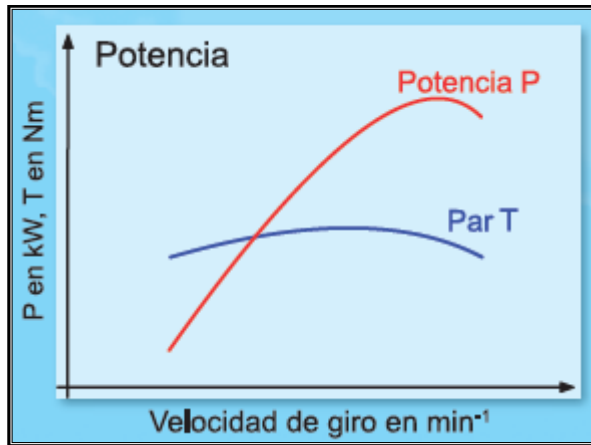


Figura 2.1.- Curvas características de un motor de combustión interna

2.2.3.- CURVA DE CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE

Representa la cantidad de combustible consumido por el motor de acuerdo al régimen utilizado para generar una potencia determinada.

La curva de consumo específico tiene una presentación gráfica inversa a la del par del motor, decrece al aumentar el nivel de revoluciones hasta llegar al valor de menor consumo en un número determinado de vueltas del motor y a partir de allí empieza a crecer suave y gradualmente hasta el límite de utilización del motor.

Diagrama de velocidades

El diagrama de velocidades es una herramienta valiosa ya que permite determinar las condiciones óptimas de operación de un motor, básicas para la conducción técnica. A su vez esta información es fundamento para la selección vehicular, de acuerdo a las condiciones de operación esperadas.

A través del diagrama de velocidades se conoce la correcta operación de un vehículo y se puede comprobar si la cadena cinemática, compuesta por: motor, caja de velocidades, diferencial y llantas, ha sido seleccionada correctamente.

Conducción Técnica

La conducción técnica es un procedimiento para la operación de vehículos, diseñado con el propósito de lograr el mínimo consumo de combustible, llantas y refacciones, cualquiera que sea el perfil del recorrido o las condiciones del tránsito. Está fundamentada en principios básicos de la mecánica con la finalidad de utilizar el motor dentro de su régimen óptimo de operación -zona verde-, aprovechando las características de la cadena cinemática (tren motriz) del vehículo.

La metodología de la conducción técnica está sustentada en tres principios básicos:

- *Zona Verde o espectro de máxima eficiencia energética.*
- Relación óptima entre la aceleración y el par-motor.
- Conservación de la cantidad de movimiento.

Zona verde: En el diagrama de velocidades, es el área que representa el funcionamiento óptimo nominal del motor y es el rango en el cual se recomienda hacer los cambios de velocidades para obtener un desempeño óptimo del vehículo. Cuando es posible operar el vehículo dentro de esta zona se puede decir que existe una selección adecuada del tren motriz.

Relación óptima entre la aceleración y el par motor: La cantidad de combustible es proporcionada mediante el acelerador, por ello, para obtener un par motor de acuerdo a las necesidades del recorrido es muy importante saber emplear este mecanismo adecuadamente a fin de suministrar al motor el combustible que efectivamente va a utilizar, es decir, saber conducir con pie de pluma, no de plomo. Es importante enfatizar la conveniencia de conservar siempre una conducción flexible y de anticipación.

Conservación de la cantidad de movimiento: Para lograr una disminución en el consumo de combustible, la conducción técnica busca principalmente mantener constante la velocidad del vehículo. El principio de la conservación de la cantidad de movimiento definida como el producto de la masa del vehículo por su velocidad, busca reducir el consumo de energía requerido para modificar la velocidad del vehículo (aceleración o frenado). Con una masa de vehículo constante, para lograr una cantidad de movimiento uniforme, lo único que tiene que hacer el operador es tratar de conservar constante la velocidad. De este principio se deriva, que para una conducción económica se requiere un gran sentido de anticipación, sobre todo en zonas urbanas donde el operador debe prever semáforos, embotellamientos y otras dificultades de tránsito.

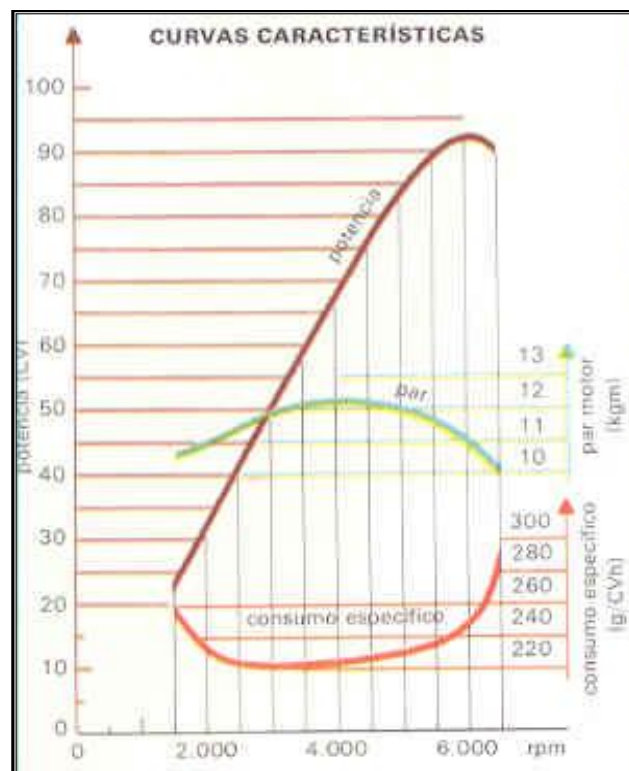


Figura 2.2.- Curvas características: potencia, torque y consumo específico

III.- DISEÑO ELECTRÓNICO PARA EL MÓDULO DE INTERFACE

3.1.- OBJETIVOS

- Diseñar un sistema que controle los óptimos rangos de funcionamiento del motor, de tal manera que se pueda obtener un máximo ahorro de combustible y obtener el mejor rendimiento del motor.
- Modificar la señal proveniente del sensor MAP, que regula la carga del motor para obtener los resultados deseados en este proyecto.
- Programar un microcontrolador que será el cerebro del sistema de operación inteligente del motor para procesar las señales de entrada y salida q intervienen dicho sistema.

3.2.- INTRODUCCIÓN

El mundo actual en el que vivimos, ha hecho de la industria automotriz una de las aéreas que más avances tecnológicos a desarrollado en todo aspecto y más aun en el área de la electrónica automotriz creando consigo la necesidad de contar con técnicos automotrices capaces de solucionar los diferentes tipos de problemas que se presentan en los modernos sistemas electrónicos aplicados al automóvil.

Es por este motivo, que la realización de este proyecto se basa en el estudio de la electrónica del automóvil lo que despertará el interés en conocer y aplicar las técnicas en el desarrollo de sistemas que nos ayuden a aprovechar de la mejor manera las prestaciones de los autos obteniendo experiencias para luego como futuros ingenieros poner en práctica durante nuestra vida profesional.

3.3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las distintas marcas automotrices alrededor del mundo no han escatimado esfuerzos para mejorar cada día sus productos y es así que se han creado varios controles electrónicos que ayudan al conductor mientras se encuentra detrás del volante.

Uno de esos controles electrónicos es el denominado por varias marcas como: I-DRIVE (conducción inteligente) que permite al conductor maximizar el rendimiento del motor, el control y la eficiencia mediante la elección entre tres modos seleccionables de conducción.

El presente trabajo se ha basado en la misma idea del sistema I-DRIVE, es así como nuestro proyecto controlara el límite de revoluciones óptimas del motor para cada modo de conducción, siendo este un prototipo de cómo funciona el sistema inteligente de conducción en realidad, ya que el sistema de varias marcas automotrices lo controla desde la computadora a bordo del vehículo y además actuando simultáneamente sobre la transmisión del mismo para luego con datos de retorno visualizar en un display lo que se está efectuando exactamente sobre el motor.

El sistema I-DRIVE es controlado directamente por la computadora a bordo del vehículo, pero en nuestro proyecto el control de las revoluciones del motor lo haremos de una manera externa, ya que en nuestro caso es la manera más apropiada de conseguir los resultados deseados.

3.4.- JUSTIFICACIÓN

La Escuela Politécnica del Ejército impulsa la investigación científica en sus estudiantes, la actualización de conocimientos constantemente y el vincularse con la colectividad, es por esta razón que hemos incursionado en el desarrollo de este proyecto que servirá como incentivo para futuros trabajos relacionados con esta área.

La electrónica aplicada al campo automotriz desarrolla cada vez nuevos sistemas de control y debido a que el control inteligente de operación del motor se encuentra disponible únicamente para vehículos de alta gama, nuestro objetivo es el implementarlo en vehículos estándar que se encuentran en nuestro mercado, para mediante estudios técnicos, instalar el sistema en los automotores.

3.5.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Este sistema está destinado a ser instalado en el automóvil Chevrolet Optra 1.8L color rojo, y mediante su funcionamiento observar el comportamiento del motor en los diferentes tipos de conducción del cual consta, por tal motivo el sistema debe ser:

- El sistema mecánico va a ser de fácil instalación.
- El sistema electrónico debe estar ubicado en un ángulo de visión y acceso fácil para el usuario del vehículo puesto que dicho usuario debe visualizar los modos sobre los que está trabajando el motor o escoger el tipo de conducción que desee.
- El sistema no interferirá en el normal funcionamiento del motor si se decide no activar el sistema.

3.6.- METAS

- Controlar las revoluciones del motor lo más estable posible para que el mismo funcione sobre sus óptimas revoluciones según el modo en que este trabajando.
- Realizar los estudios necesarios y la instalación del sistema en el menor tiempo posible.
- El sistema será lo más amigable posible con el usuario para su fácil utilización.
- Los elementos tanto electrónicos como mecánicos utilizados en el sistema serán de fácil obtención en el mercado nacional.

3.7.- SELECCIÓN DE SENSORES

Para la realización de esta tesis hemos seleccionado dos sensores de mucha importancia en el automóvil, los mismos que al ser manipulados a nuestra conveniencia, enviarán señales a la computadora del automóvil que estarán acorde con nuestros requerimientos.

3.7.1.- MAP

El MAP es un sensor que provee al ECM de una señal correspondiente a la presión absoluta que hay en el múltiple de admisión para calcular la carga motor y se encuentra ubicado en el múltiple de admisión.



Figura 3.1.- Ubicación sensor MAP

Su diagrama eléctrico es el siguiente:

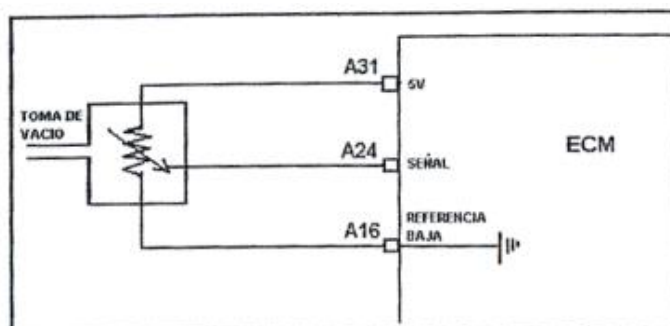


Figura 3.2.- Diagrama eléctrico sensor MAP

El conector de dicho sensor y su designación de cables se presenta de la siguiente manera:

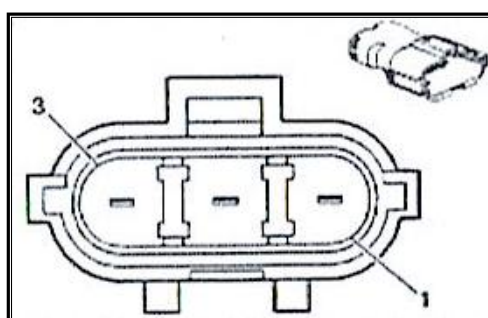


Figura 3.3.- Conector sensor MAP

Tabla III.1 Borne de identificación del sensor MAP

Terminal	Pin	Color de cable	Señal
Borne A31	1	Café/Negro	5V referencia
Borne A24	2	Azul/Blanco	Señal
Borne A16	3	Tomate/Negro	Referencia baja

3.7.2.- CMP

El sensor CMP es de tipo Hall, esta señal genera un pulso por vuelta, justo cuando el pistón No.1 está en el P.M.S. y en fase de admisión. Cuando el sistema detecta la coincidencia de las señales del CKP y CMP genera un tren de pulsos hacia los inyectores, siguiendo un orden exacto de inyección. Este sensor se encuentra ubicado en la parte superior del motor en medio del árbol de levas.

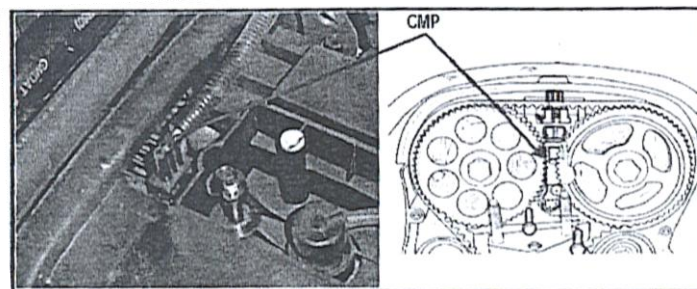


Figura 3.4.- Ubicación sensor CMP

Su diagrama eléctrico es el siguiente:

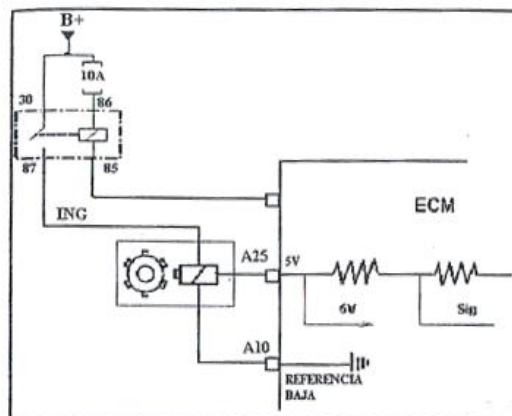


Figura 3.5.- Diagrama eléctrico sensor CMP

El conector de dicho sensor y su designación de cables se presenta de la siguiente manera:

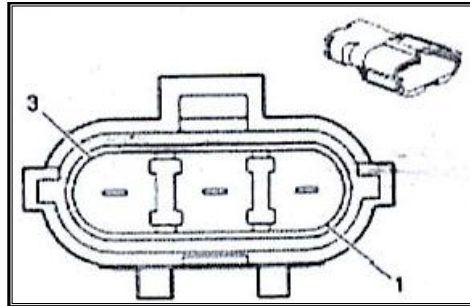


Figura 3.6.- Conector sensor CMP

Tabla III.2 Borne de identificación del sensor CMP

Terminal	Pin	Color de cable	Señal
Borne	1	Rosado/Negro	Ignición voltaje
Borne A10	2	Negro/Blanco	Tierra
Borne A25	3	Morado	Señal

3.8.- PARÁMETROS Y SEÑALES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL MÓDULO DE INTERFACE

Las señales a considerarse en la elaboración del módulo electrónico son las de los sensores anteriormente mencionados como son: MAP y CMP.

a.- Interactuando sobre el Sensor MAP

La señal del MAP es de gran importancia ya que informa al ECM la carga con la que se encuentra trabajando el motor, se presenta a continuación una imagen del estrangulador utilizado, recalando que esta pieza es movida por un servo motor acoplado al mismo:

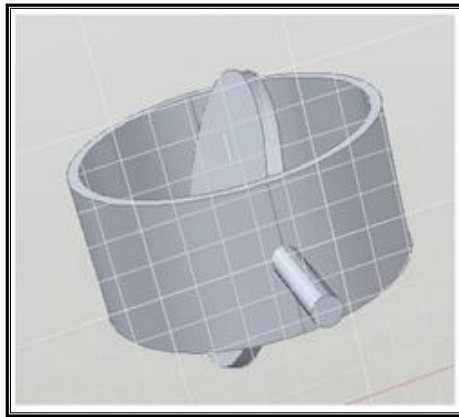


Figura 3.7.- Prototipo estrangulador

La señal que envía el MAP hacia el ECM es la siguiente:

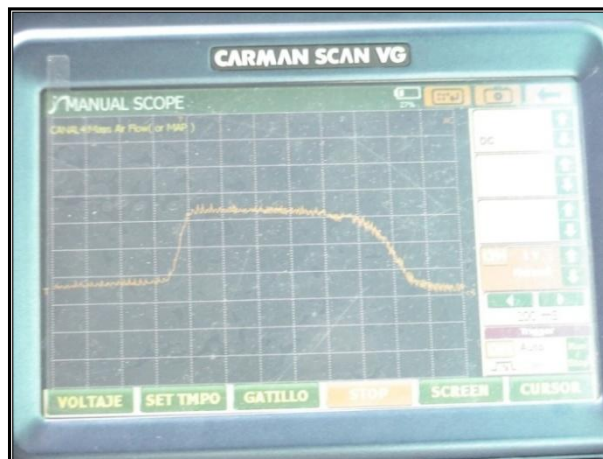


Figura 3.8.- Oscilograma sensor MAP

b.- Extracción de Datos del Sensor CMP

La señal del sensor de posición del árbol de levas (CMP), será la señal de entrada hacia el pic 16F877A, la misma que es de mucha importancia para nuestro proyecto ya que esta señal es digital y facilita procesos como el de conversión analógica digital.

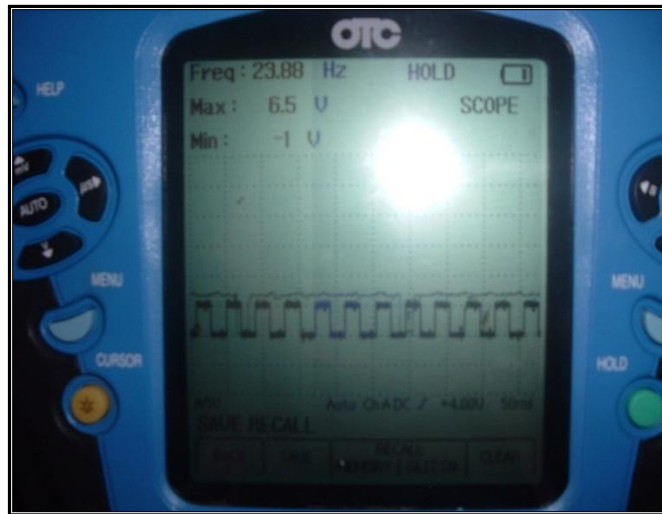


Figura 3.9.- Oscilograma sensor CMP

3.9.- SEÑALES DE SENSORES Y SU PROCESAMIENTO

Como ya hemos visto, las señales que serán procesadas son las de los sensores que mayor información proveen al ECM.

a.- CMP

Esta señal no será modificada pero, proveerá de información al pic 16F877A sobre las revoluciones a las que se encuentra operando el motor del vehículo.

Dicha información ingresará por un pin del microcontrolador, el mismo que realizará cálculos internos y enviará señal hacia el servo motor que maneja al estrangulador para modificar la entrada de aire al motor. A continuación se presenta un gráfico del cual partimos para procesar dicha señal:

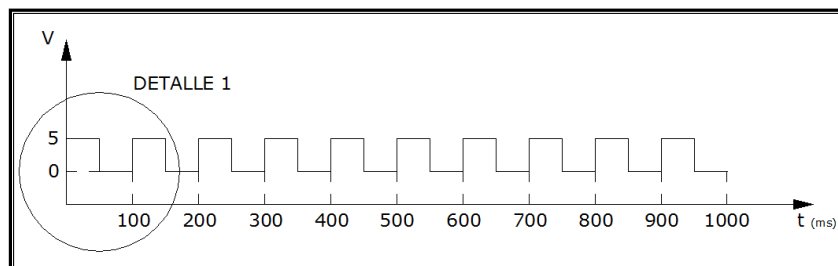


Figura 3.10.- Señal sensor CMP

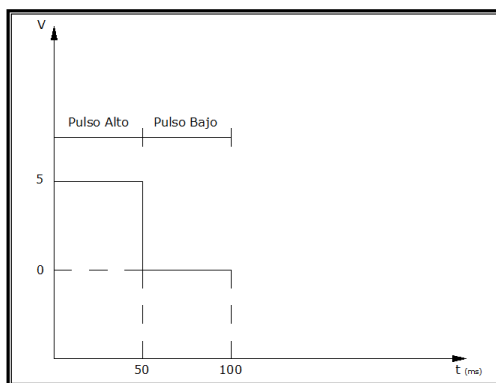


Figura 3.11.- Detalle 1

En la figura 3.10 se representa gráficamente el tren de pulsos generado por el sensor de posición del árbol de levas en una frecuencia correspondiente a 10 Hz, de donde se extrae un ciclo completo de dicha señal que es la parte de análisis de nuestro estudio. Entonces deducimos que 10 Hz corresponden a 10 ciclos en un segundo, por lo tanto un ciclo completo se generará en 100 ms o 0,1 seg.

En la figura 3.11, se puede observar que un ciclo completo se compone de un pulso alto y un pulso bajo, que corresponde al paso de un diente de la rueda dentada del árbol de levas por el sensor; como un ciclo completo dura 100 ms, el pulso alto durará 50 ms y el pulso bajo durará otros 50 ms, se toma como referencia el pulso alto puesto que este nos indica que el sensor se encuentra funcionando y por consiguiente tendremos la lectura de revoluciones del motor por parte del microcontrolador del módulo interface.

Los datos generados por el CMP de acuerdo a las revoluciones del motor fueron tomadas mediante la conexión del osciloscopio para medir la frecuencia y apoyados con un escáner automotriz se pudo observar las revoluciones a las que operaba el motor a dicha frecuencia.

A continuación se presenta una imagen de la señal del sensor CMP en las pruebas del vehículo:

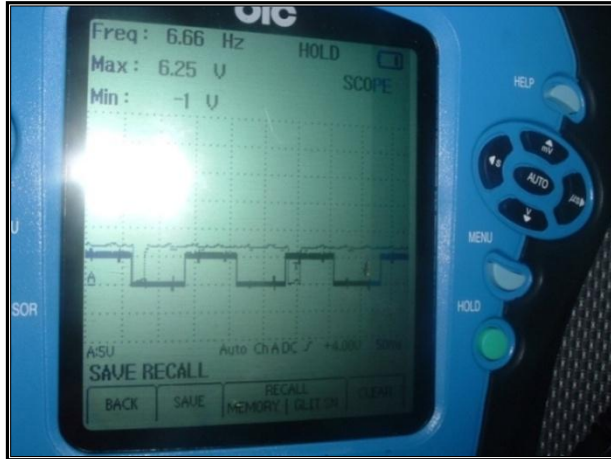


Figura 3.12.- Sensor CMP ralenti

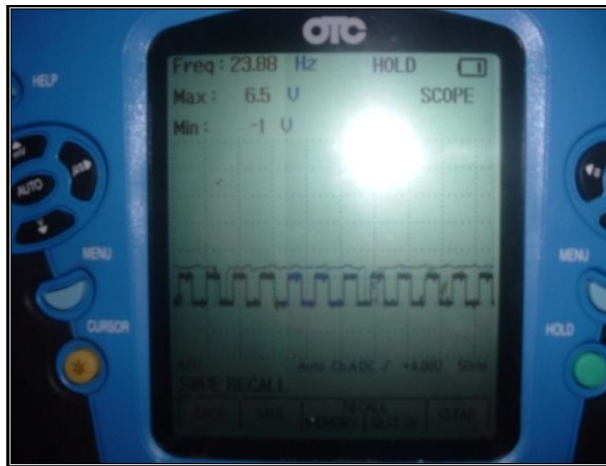


Figura 3.13.- Sensor CMP 3000 rpm

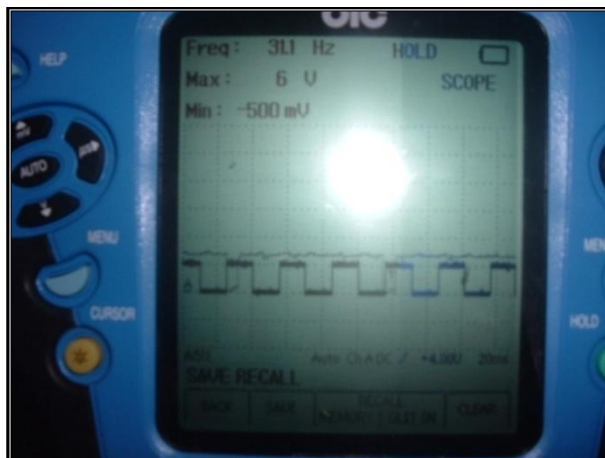


Figura 3.14.- Sensor CMP 4000 rpm

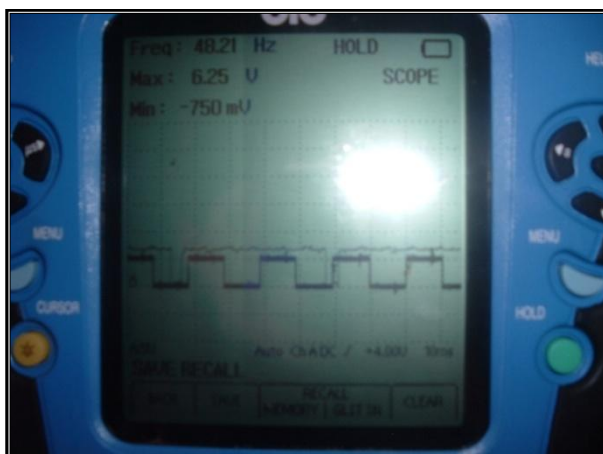


Figura 3.15.- Sensor CMP 5800 rpm

b.- MAP

Es necesario recordar que esta señal es utilizada por el ECM del vehículo para determinar la carga del motor y de esta manera determinando la presión del múltiple de admisión enriquecer o empobrecer la mezcla aire – combustible.

Para la consecución de nuestros objetivos en el presente proyecto, se necesita reducir la entrada de aire hacia el motor y así modificar a nuestra conveniencia la señal que envía el sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión a la ECM del vehículo.

Para esto, se utilizará un estrangulador que será movido por un servo motor acoplado al mismo, dicho motor recibe señal del microcontrolador según los requerimientos del sistema de conducción que se seleccione y así de una forma indirecta modificar la señal del MAP.



Figura 3.16.- Señal sensor MAP

Este elemento se encuentra ubicado entre la salida hacia el motor del depurador y el estrangulador propio del vehículo, mostrando a continuación una imagen de dicha adaptación:



Figura 3.17.- Adaptación estrangulador

3.10.- SEÑALES DE SALIDA

Constituyen las señales que manipula el microcontrolador como son los pulsos hacia el servo motor, a continuación se explican la señal:

- *Pulsos hacia el Servo-Motor*

La señal con las que se controla al servo motor provienen del microcontrolador en forma de tren de pulsos controlados o PWM (Pulse Width Modulated) que dependen de las características de funcionamiento de cada motor.

El motor utilizado en el proyecto presenta las siguientes características:

Connector :	Universal	
Motor Type :	3 Pole Ferrite	
Bearing Type :	Nylon Bushing	
	English	Metric
Torque 4.8/6.0v :	42 / 49 oz.	3.0 / 3.7 kg.
Speed 4.8/6.0v :	0.19 / 0.15 second	
Size :	1.6 x 0.8 x 1.4"	40 x 20 x 37mm
Weight :	1.51 oz.	43 g.
Pulse Data		
All Hitec servos require 3-5V peak to peak square wave pulse. Pulse duration is from 0.9mS to 2.1mS with 1.5mS as center. The pulse refreshes at 50Hz (20mS).		
Voltage Range		
All Hitec Servos can be operated within a 4.8V-6V. range. Only the HS-50 operates exclusively with 4 Nicad cells (4.8 volt).		
Wire Color Meanings		
On all Hitec servos the Black wire is 'ground', the Red wire (center) is 'power' and the third wire is 'signal'.		
Direction of Rotation		
All Hitec servos turn Clockwise direction (CW).		

Figura 3.18.- Características Servomotor Hitec HS-311

3.11.- DIAGRAMA DE BLOQUE DE ENTRADAS Y SALIDAS

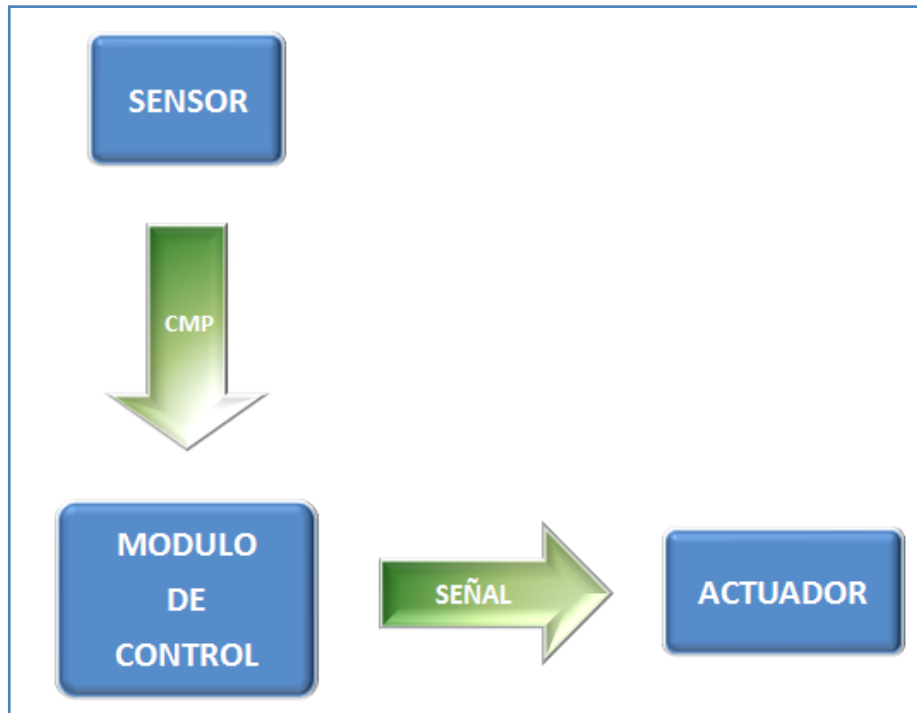


Figura 3.19.- Diagrama de bloque de señales de entradas y salidas

3.12.- DISEÑO DEL MÓDULO

Para ensamblar el módulo en un PROTO-BOARD vamos a diseñar el diagrama electrónico del sistema que a continuación mostramos:

3.12.1.- DISEÑO DEL DIAGRAMA ELECTRÓNICO

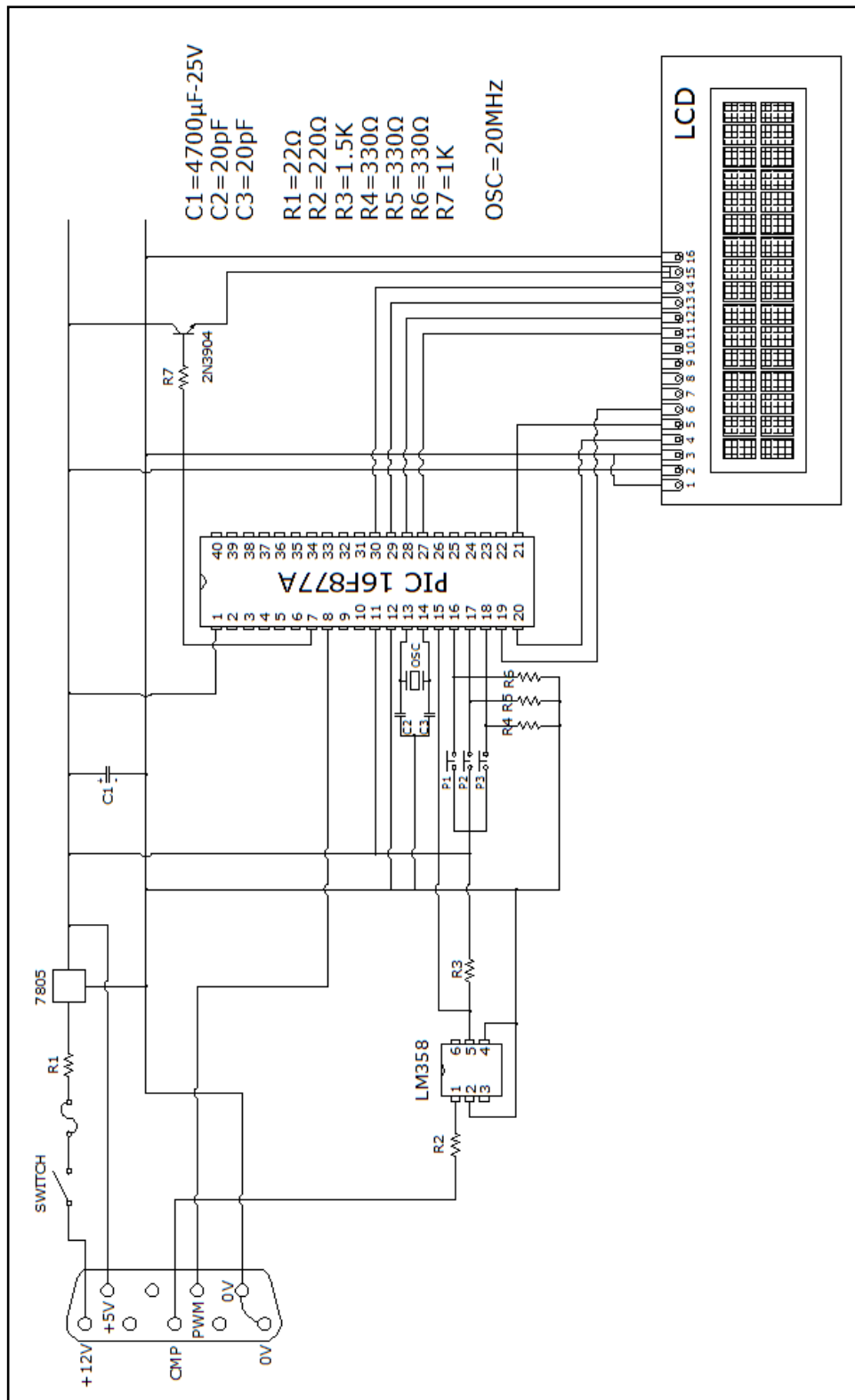


Figura 3.20.- Circuito electrónico del módulo

3.12.2.- SELECCIÓN DE COMPONENTES

Para elaborar el módulo electrónico se necesita de los siguientes elementos:

Tabla III.3- Elementos Utilizados en el Módulo

Cantidad	Componente	Valor
1	Microcontrolador	16F877A
1	LCD	TS1620A-17
1	Servomotor	HS-311
1	Cristal/oscilador	20 MHz
2	Condensadores	10pF
1	Condensador	4700 μ F-25V
1	Resistencia	22 Ω
1	Resistencia	220 Ω
3	Resistencia	330 Ω
1	Resistencia	1.5K
1	Resistencia	1k
1	Transistor	2N3904
1	Optoacoplador	4N25
1	Regulador de Tensión	7805
3	Pulsadores	Tipo chasis
2	Bomeras	3 Pines
1	Bomera	2 Pines
1	Conector DB9	9 Pines
1	Switch	1 vía
1	Fusibles/porta fusibles	Tipo placa
1	Bus de Datos	Tipo cruzado
12	Espadines	Tipo placa

3.12.3.- DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN DE COMPONENTES DEL MÓDULO

a.- PIC 16F877

Constituye el cerebro del módulo interface ya que es donde se realiza el procesamiento de las señales antes mencionadas y sus respectivas señales de salida.

Se ha utilizado esta serie de microcontroladores puesto que es el que más se ajusta a nuestros requerimientos en cuanto a número de pines, capacidad de memoria y velocidad de procesamiento, además es uno de los más comunes en el mercado nacional.

b.- LCD TS1620A-17

Es el encargado de mostrar gráficamente los mensajes del modo de trabajo del sistema con el objetivo de que el usuario del vehículo los pueda leer e informarse, además el LCD es utilizado para una mejor interacción entre el usuario y el sistema.

Se ha utilizado este tipo de LCD puesto que es el que más se ajusta al tipo de mensajes que se muestra al usuario.

c.- Regulador de voltaje 7805

Este instrumento electrónico permite ajustar el voltaje de operación del sistema a 5V, puesto que la fuente externa es la batería del vehículo la misma que es de 12V que no son aplicables al circuito del módulo.

d.- Oscilador a 20MHz

Este oscilador ha sido utilizado en el módulo puesto que el oscilador interno del PIC 16F877A no funciona de una manera adecuada a 20 Mhz, además permite que el microcontrolador y el procesamiento de datos se efectúe a su máxima velocidad de operación.

e.- Resistencias, condensadores y pulsadores

Son utilizados de acuerdo a las condiciones de trabajo de los elementos electrónicos, los mismos que están establecidos por sus respectivos fabricantes.

f.- Servomotor

De entre los distintos tipos de servomotores, se ha ocupado el Hitec HS-311 por su velocidad de operación y por el torque que genera al rotar. Dicho servomotor modifica su posición mediante ancho de pulso enviado por el microcontrolador y puede colocarse en cualquier ángulo deseado entre 0° y 180°.

3.12.4.- ANÁLISIS ECONÓMICO

A continuación se detalla el costo de cada uno de los elementos electrónicos utilizados en la construcción del módulo:

Tabla III.4- Componentes y costos

<i>Cantidad</i>	<i>Componente</i>	<i>Valor</i>	<i>COSTO TOTAL</i>
1	Microcontrolador	16F877A	20.00
1	LCD	TS1620A-17	25.00
1	Servomotor	HS-311	25.00
1	Cristal/oscilador	20 MHz	1.00
2	Condensadores	10pF	0.70
1	Condensador	4700µF – 25V	0.70
1	Condensador	47µF – 16V	0.30
1	Resistencia	22 Ω	0.15
1	Resistencia	220 Ω	0.15
3	Resistencia	330 Ω	0.45
1	Resistencia	390 Ω	0.15
1	Resistencia	1k	0.15
1	Transistor	2N3904	0.30
1	Optoacoplador	4N25	0.80
1	Regulador de Tensión	7805	0.75
3	Pulsadores	Tipo chasis	3.00
2	Borneras	3 Pines	1.00
1	Bornera	2 Pines	0.50
1	Conector DB9	9 Pines	2.00
1	Switch	3 vias	1.00
1	Fusibles/porta fusibles	Tipo placa	1.25
6	Cable blindado	2 vias	12.00
4	Cable para conexión a batería	De hilos	2.00
1	Rollo de estaño	2m	5.00
1	Bakelitas 20x30cm	20x30cm	5.00
2	Acido par a baquelita	100gr	1.00
1	Lamina transferible		2.00
1	Caja -Chasis		50.00
1	Trabajos-varios		80.00
	TOTAL		245.85

3.12.5.- CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO EN PROTO-BOARD

Con la ayuda del diagrama eléctrico que hemos diseñado se procede a realizar las instalaciones en un PROTO-BOARD donde se comprueba los circuitos diseñados y se corrige errores en caso de que existieran.

En la siguiente fotografía podemos observar la construcción del circuito electrónico del sistema montado sobre un PROTO-BOARD. En su construcción se utilizó elementos electrónicos seleccionados con anterioridad y cables multipar para la conexión entre los mismos.

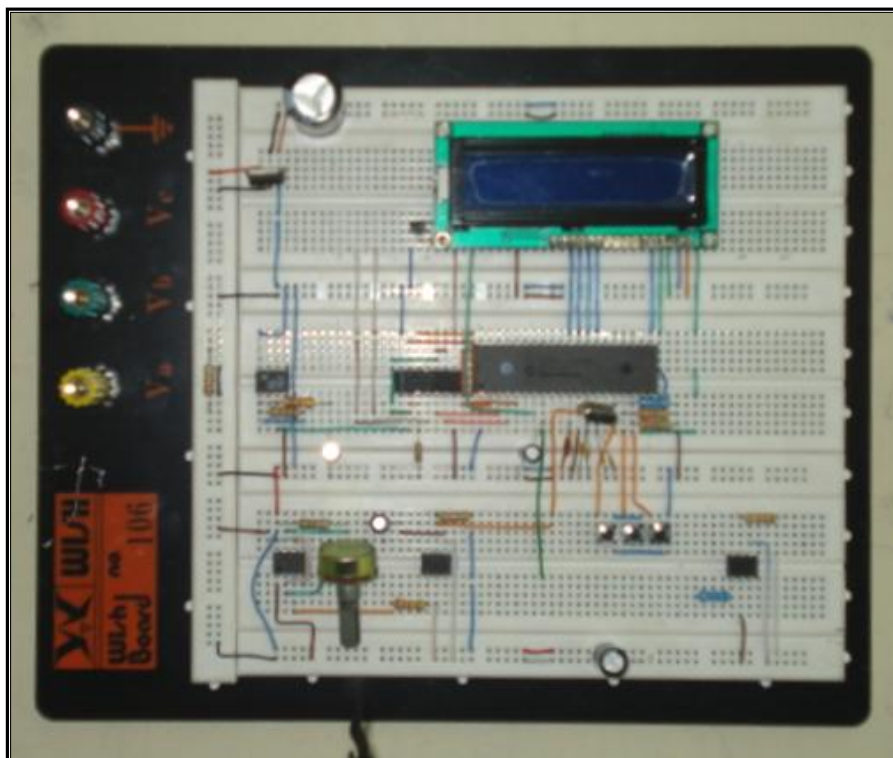


Figura 3.21.- Esquema circuito electrónico

a.- Circuito Fuente

En la figura 3.22, en el recuadro #1 podemos observar por donde ingresa el voltaje proveniente de la batería del vehículo debidamente señalado por donde conectaremos el polo positivo y negativo respectivamente.

A continuación tenemos una resistencia de 22Ω en la línea positiva proveniente de la batería, esta resistencia limita la corriente para el circuito y es colocada antes de la entrada al regulador de tensión. En el recuadro #2 tenemos el regulador de tensión 7805 que disminuye el voltaje de la batería de 12V a 5V para la alimentación del circuito, puesto que la mayoría de los componentes electrónicos admiten una tensión máxima de 5V aproximadamente.

A continuación en el recuadro #3 tenemos un condensador electrolítico de $4700\mu\text{F}$ a 25V que es el encargado de absorber ruidos electrónicos provenientes del alternador del vehículo que recarga la batería y por su construcción emite dichos ruidos durante su funcionamiento. Es necesario mencionar que condensadores de menor voltaje y capacitancia no resultan ser funcionales a la hora de absorber ruidos del alternador.

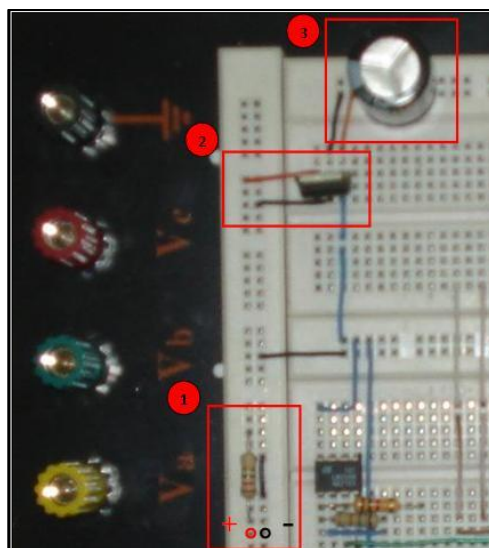


Figura 3.22.- Circuito fuente

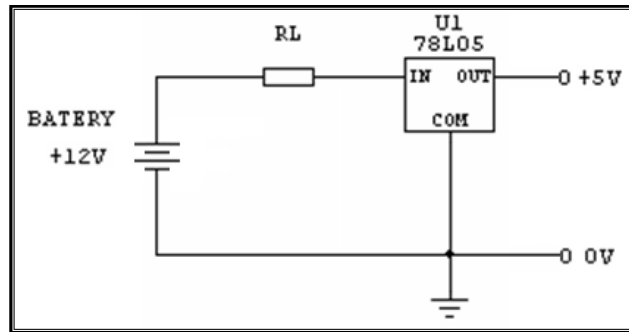


Figura 3.23.- Conexión del circuito fuente

$$V_{IN} = 12V$$

$$I_{22\Omega} = \frac{V_{IN}}{22\Omega}$$

$$I_{22\Omega} = \frac{12V}{22\Omega}$$

$$I_{22\Omega} = 0.55 \text{ [A]}$$

$$P_{22\Omega} = 0.55^2 \cdot 22\Omega$$

$$P_{22\Omega} = 6.66 \text{ [watts]} \Rightarrow \text{Potencia disipada por la resistencia}$$

b.- Oscilador

Es un circuito implementado para simular el sensor CMP de efecto Hall del vehículo, que informa al sistema las revoluciones a las que está girando el motor.

El sistema lo que hace con esta señal es leer el ancho de pulso alto de la señal cuadrada generada por dicho sensor, para con esto saber las revoluciones del motor y según este dato de entrada generar los pulsos hacia el servomotor

Dentro de este circuito tenemos dos partes fundamentales: en la figura 3.24, en el recuadro #4 tenemos el integrado 555 que es un oscilador de onda cuadrada y es el encargado de mandar los pulsos hacia un microcontrolador que se encarga de leer dicha onda y procesarla y en el cuadro #5 tenemos un potenciómetro que según la variación de su resistencia cambia la frecuencia de la onda cuadrada del oscilador.

En el recuadro #6 tenemos un optoacoplador 4N25 o también llamado optotransistor, que sirve como un acople eléctrico sin contactos para que la señal de CMP no entre directamente al microcontrolador, puesto que mediante las pruebas del circuito se pudo comprobar que al meter directamente dicha señal del sensor desestabilizaba completamente el funcionamiento del microcontrolador, es por esta razón que se optó por implementar este integrado.

Nota: Este circuito será reemplazado, menos el optoacoplador, por la señal generada del sensor CMP del vehículo.

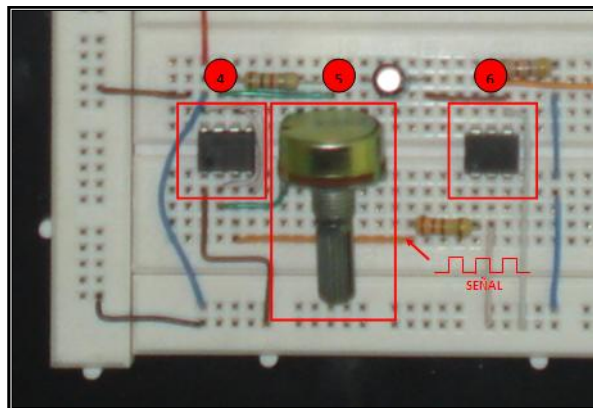


Figura 3.24.- Oscilador

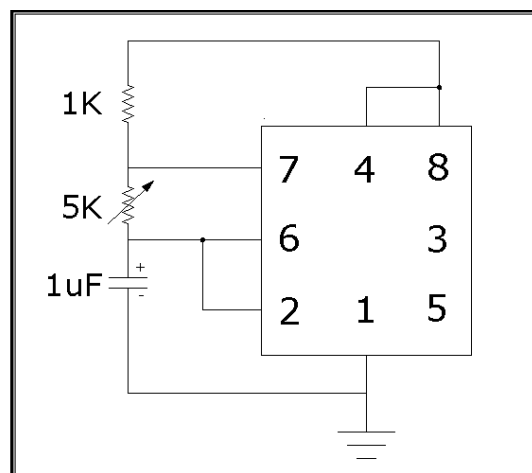


Figura 3.25.- Conexión del oscilador

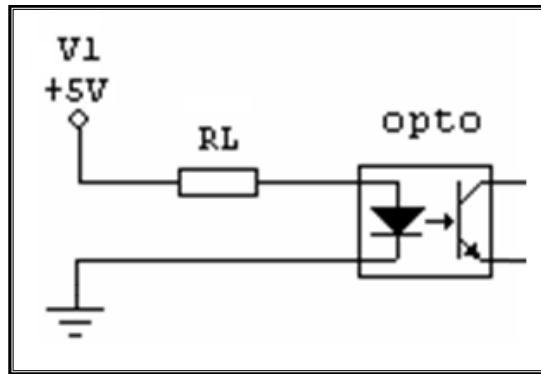


Figura 3.26.- Conexión del optoacoplador

$$V_D = 0.7V$$

$$I_L = 25mA$$

$$V_L = 5V - 0.7V$$

$$V_L = 4.3V$$

$$R_L = \frac{V_L}{I_L}$$

$$R_L = \frac{4.3V}{20mA}$$

$$R_L = 215\Omega$$

En el circuito se utilizara una resistencia de 220 Ω puesto que es éste valor el estándar que se puede conseguir en el mercado.

c.- Pulsadores

En la figura 3.27, en el recuadro #7 visualizamos los pulsadores que son por medio de los cuales el usuario elige el modo en el que desea que el sistema trabaje, sea estos en los modos de: mínimo consumo de combustible, máximo torque del motor o máxima potencia entregada por el motor.

Estos tres pulsadores permiten encender el sistema, escoger el modo de funcionamiento del sistema y seleccionarlo, respectivamente de izquierda a derecha y su forma de conexión es tal que reciben 5V del regulador de tensión y cuando son presionados envían un 1 lógico a los pines especificados del microcontrolador acondicionados para dicho propósito o señal de entrada del microcontrolador.

En el recuadro #8 podemos observar unas resistencias de 330Ω , las mismas que conectan a negativo los pines del microcontrolador mencionados anteriormente, esto con el fin de enviar un 0 lógico siempre y cuando los pulsadores no sean accionados y así evitar lecturas erróneas.

Es importante recalcar que un pin de entrada del microcontrolador nunca se debe dejar suelto, esto es, siempre se lo debe conectar a positivo o a negativo según la lógica de conexión de los pulsadores.

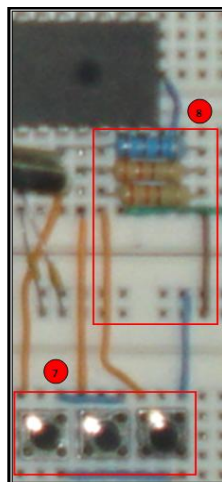


Figura 3.27.- Pulsadores

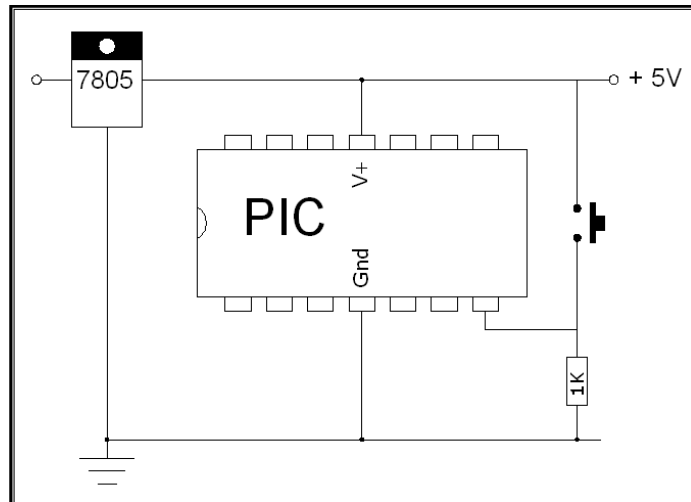


Figura 3.28.- Forma de conexión de los pulsadores en el circuito

d.- Microcontrolador y Oscilador

En la figura 3.29, en el recuadro #9 tenemos el microcontrolador que es en donde se procesa las señales de entrada y envía señales hacia los actuadores de los que consta el sistema como son: el servomotor y el LCD.

En el recuadro #10 observamos el reloj externo del microcontrolador que es quien marca la pauta para los diferentes procesos que realiza el mismo.

Es necesario anotar que se ha utilizado un reloj externo puesto que el reloj interno del cual consta no es de buena fiabilidad.

El recuadro #11 hace referencia a un condensador cerámico que elimina al máximo los ruidos provenientes del alternador que carga la batería, y es de suma importancia según los resultados en las pruebas de laboratorio.

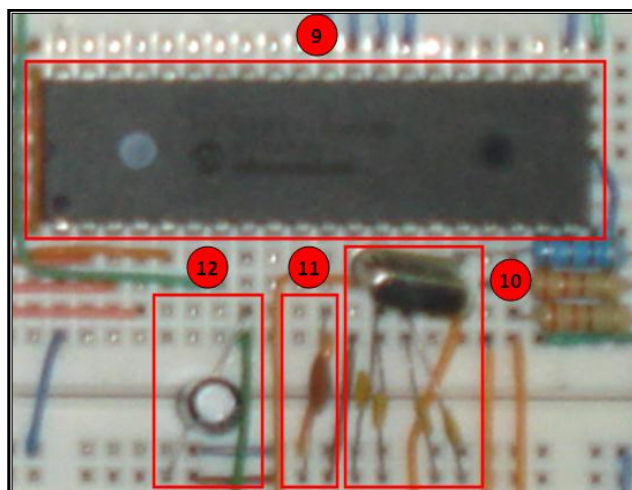


Figura 3.29.- Microcontrolador

Para la conexión del cristal del microcontrolador es necesario indicar la forma correcta de conexión, la cual se puede apreciar en la siguiente figura:

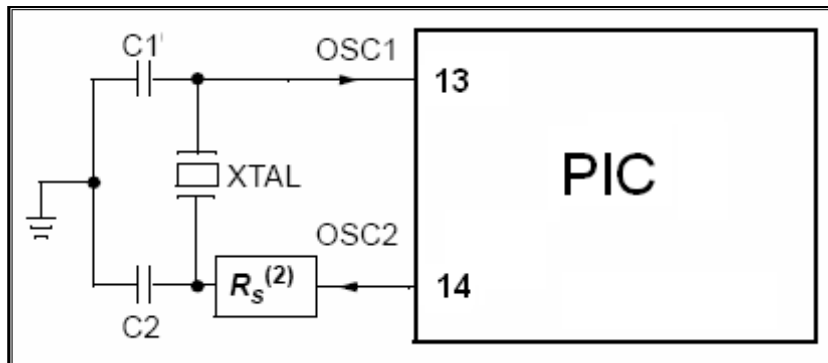


Figura 3.30.- Conexión del cristal al PIC

e.- LCD (Pantalla de Cristal Líquido)

Es la parte del circuito electrónico que permite interactuar al usuario con el sistema. Esta pantalla permite visualizar al usuario el modo de operación del sistema, así como cambiar dicho modo o apagar el sistema mediante señales de entrada como son los pulsadores del que consta este sistema.

Cabe señalar que si alguno de los pines de esta pantalla por los cuales recibe datos por parte del microcontrolador se encuentran en mal estado o no están haciendo contacto, el LCD no podrá funcionar o a su vez se leerán datos o caracteres erróneos que no concuerden con lo que se esperaría el usuario visualizar.



Figura 3.31.- LCD del sistema

En la fotografía de abajo podemos ver el funcionamiento del LCD en el sistema:



Figura 3.32.- LCD en funcionamiento

3.12.6.- CONSTRUCCIÓN DEL ESTRANGULADOR

Para su construcción se tuvo en cuenta dos aspectos muy importantes:

- Diámetro interior de la entrada del aire al múltiple de admisión.
- El material para su construcción que es de acero.

a.- Esquema

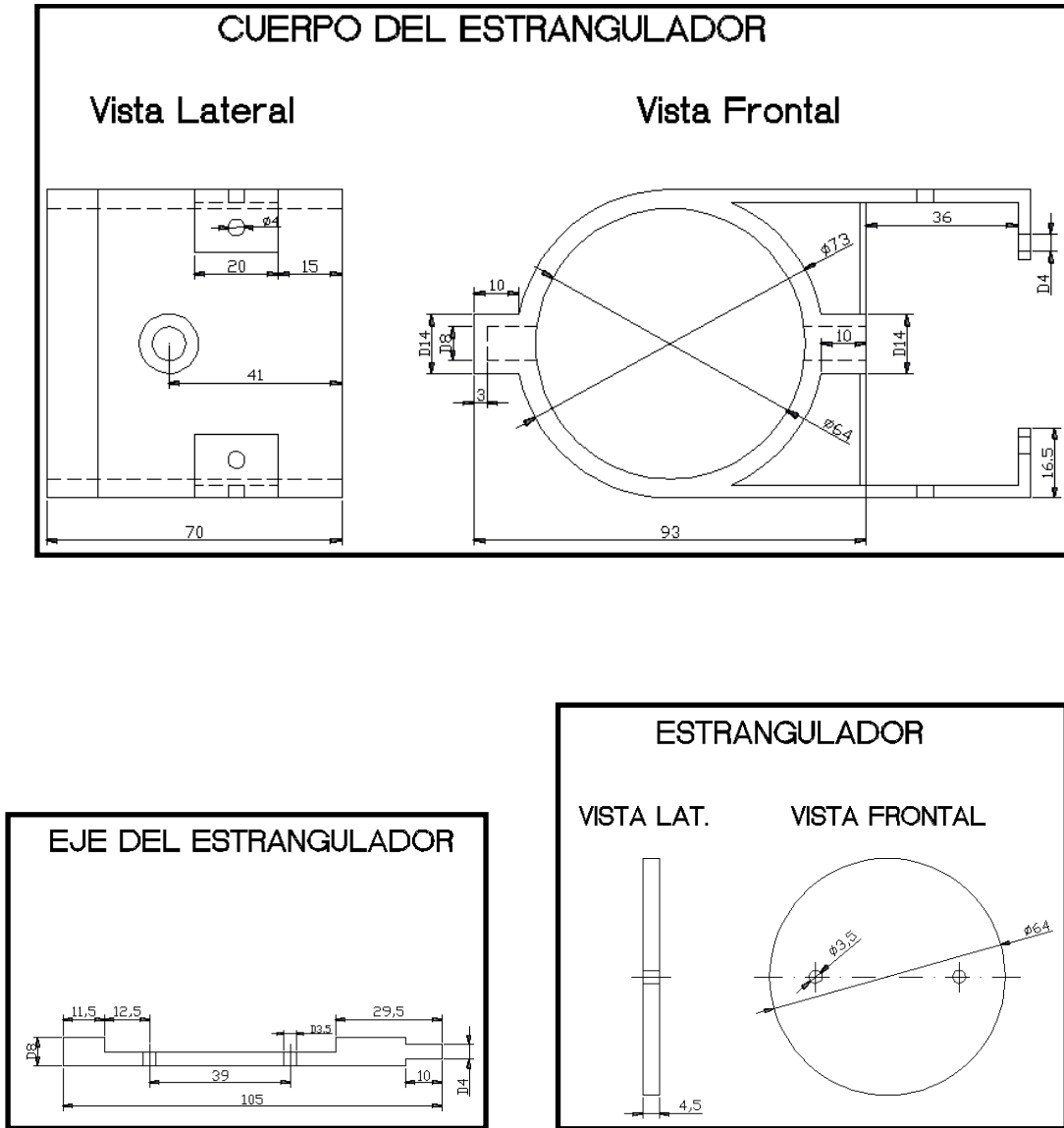


Figura 3.33.- Planos estrangulador

b.- Vista Preliminar del Estrangulador

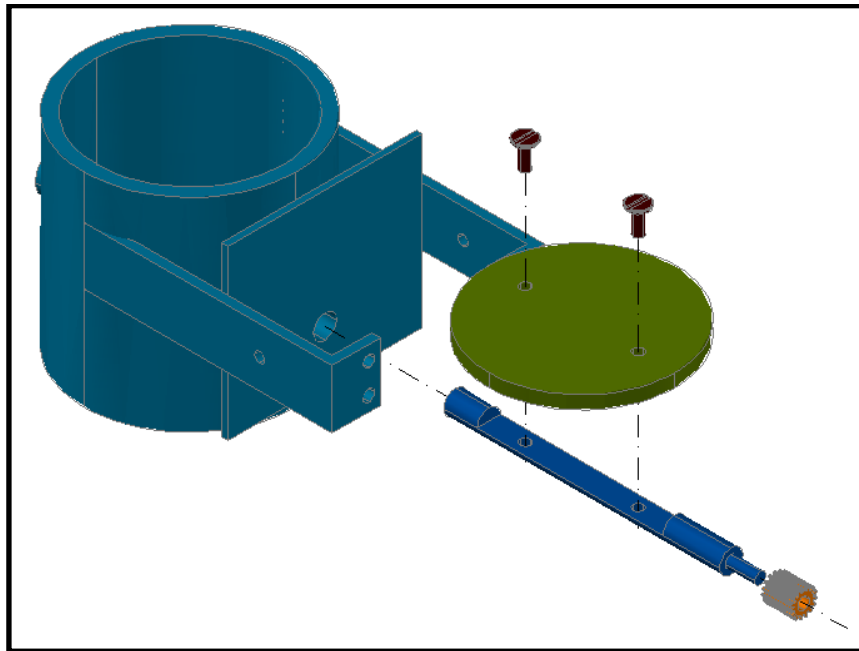


Figura 3.34.- Perspectiva estrangulador



Figura 3.35.- Estrangulador

c.- Servomotor

El motor que controla el estrangulador es un servomotor, escogido debido a su rápida respuesta y óptima precisión en cuanto al ángulo de giro, que en el adecuado funcionamiento del sistema, juegan un papel muy importante.

En la siguiente fotografía podemos ver uno de los servomotores más comunes y de mejores prestaciones que podemos encontrar en el mercado nacional.

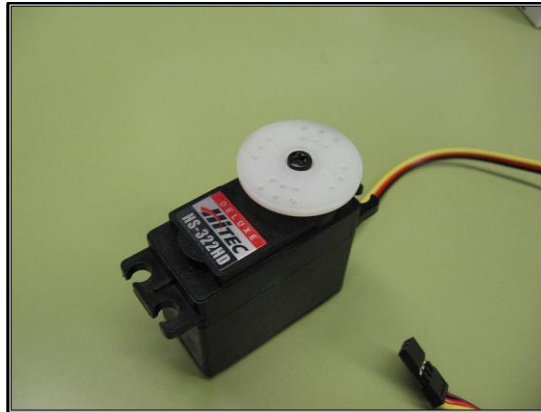


Figura 3.36.- Servomotor

A continuación presentamos el ensamble entre el estrangulador y el servomotor:



Figura 3.37.- Estrangulador acoplado con servomotor

d.- Ensamble del Sistema

Es importante mencionar que todo el circuito electrónico se lo ha realizado primero sobre un protoboard ya que de esta manera se facilita los trabajos sobre el mismo cuando se trata de cambiar la configuración del circuito.

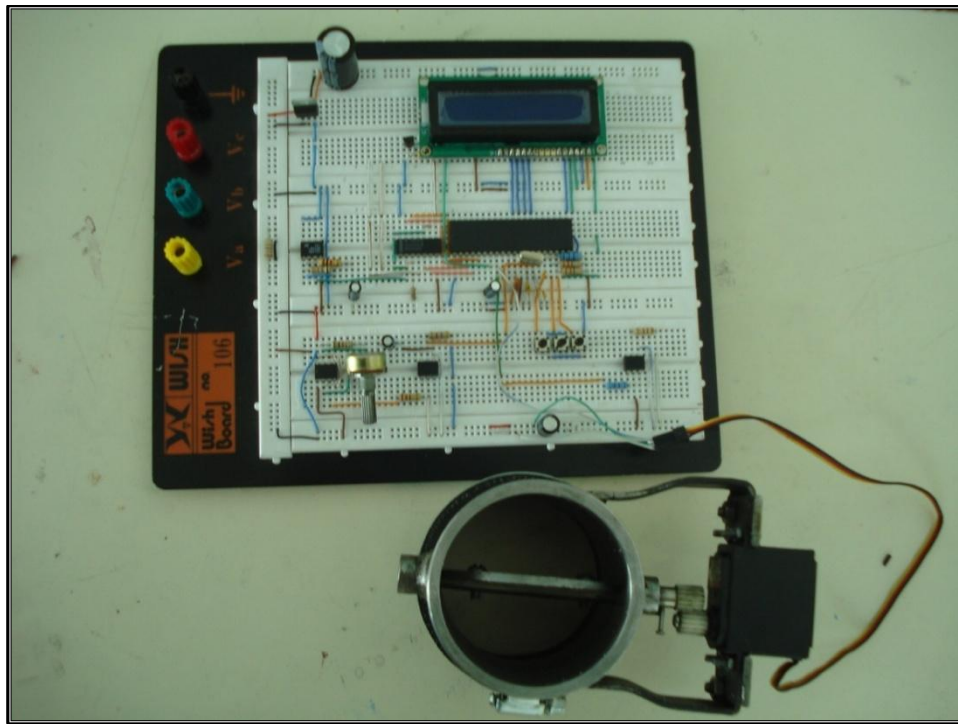


Figura 3.38.- Sistema completo en prototipo

Nota: a consideración

En primera instancia debemos mencionar que el sistema primero fue probado con un motor a pasos, el mismo que después de varios ensayos no resulto ser tan fiable para el sistema puesto que no se pudo reducir al máximo el ángulo mínimo de giro de este tipo de motor, lo cual es esencial para la correcta restricción al paso del aire hacia el motor, que controla el estrangulador de nuestro sistema de control.

En la figura 3.39 podemos ver el prototipo mencionado anteriormente del cual no se pudo obtener los resultados esperados.

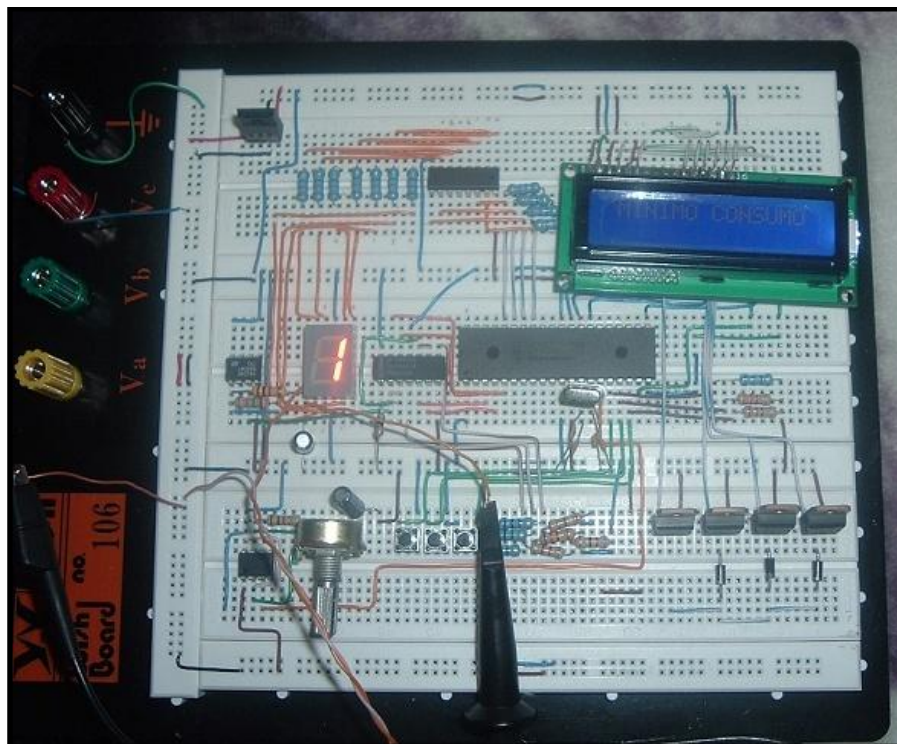


Figura 3.39.- Esquema motor a pasos

IV.- PROGRAMACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO INTERFACE

4.1.- PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

El microcontrolador del que consta el sistema para controlar la entrada de aire hacia el motor del vehículo fue programado y simulado con:

Lenguaje de programación: Microcode Studio

Simulación: Proteus 7

4.2.- CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO INTERFACE

- De acuerdo al diagrama eléctrico del circuito que ya hemos diseñado y utilizando un software de diseño para placas electrónicas, procedemos a rutear el circuito para de esta manera imprimirlo en una baquelita.
- En nuestro caso hemos utilizado el software de diseño ARES Professional que viene dentro del paquete Proteus 7 y cuyo ruteo se muestra en la siguiente figura:

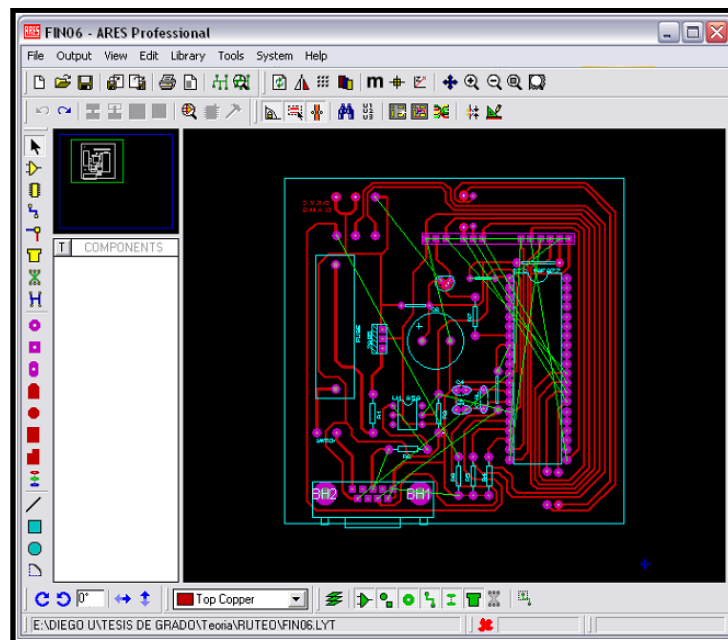


Figura 4.1.- Ruteado placa electrónica

- Luego que hemos ruteado en el programa, imprimimos el circuito en una hoja de papel termotransferible que se puede conseguir en cualquier tienda electrónica, y lo podemos observar en la siguiente figura:

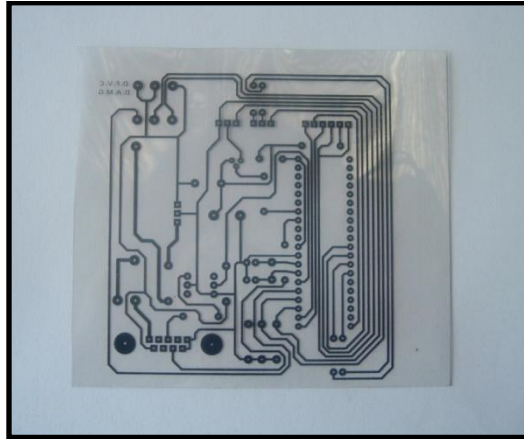


Figura 4.2.- Impresión de pistas sobre papel termotransferible

- Posteriormente debemos pasar este circuito impreso a una baquelita lo cual se logra poniendo en contacto la superficie impresa del papel termotransferible con ésta, y con la ayuda de una plancha caliente frotamos por el otro lado de la baquelita para de esta manera conseguir que las pistas impresas en el papel se pasen o se imprimen en la baquelita.

En la siguiente figura podemos ver las pistas impresas sobre la baquelita:

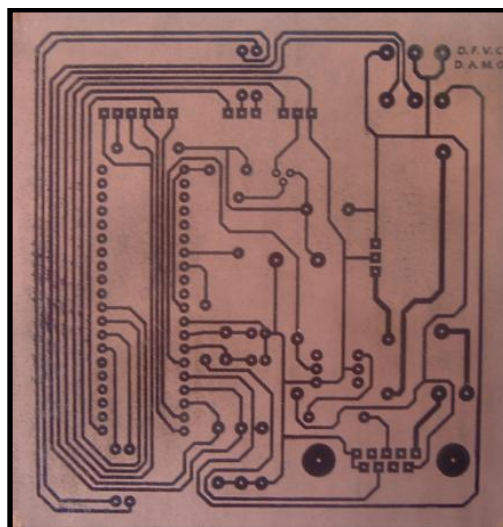


Figura 4.3.- Impresión de pistas sobre baquelita

- A continuación debemos remarcar con mucho cuidado las pistas con un marcador permanente de preferencia, con el fin de tapar imperfecciones sobre las pistas y luego observar que no haya uniones indeseadas.
- Una vez que el circuito ha sido remarcado y revisado, sumergimos la placa en una solución de cloruro férrico y agua tibia en la proporción de 400gr/litro.

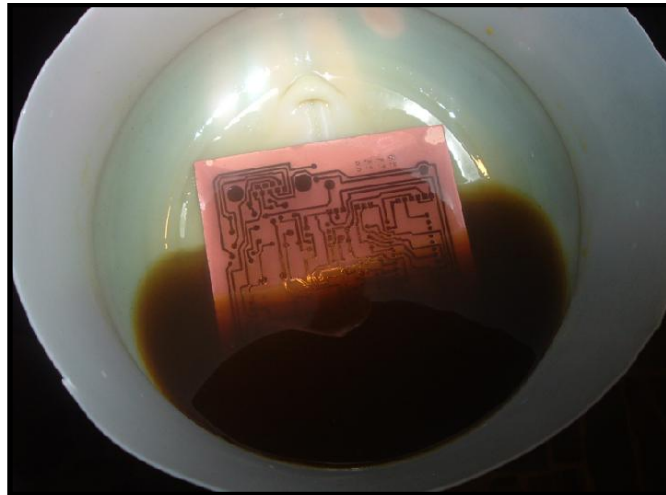


Figura 4.4.- Aplicación de ácido sobre la baquelita impresa

- Debemos dejar que actúe el ácido sobre la placa por unos minutos y ésta estará lista cuando observemos que solo se ha quedado impreso la pistas del circuito mientras que lo demás ha desaparecido.

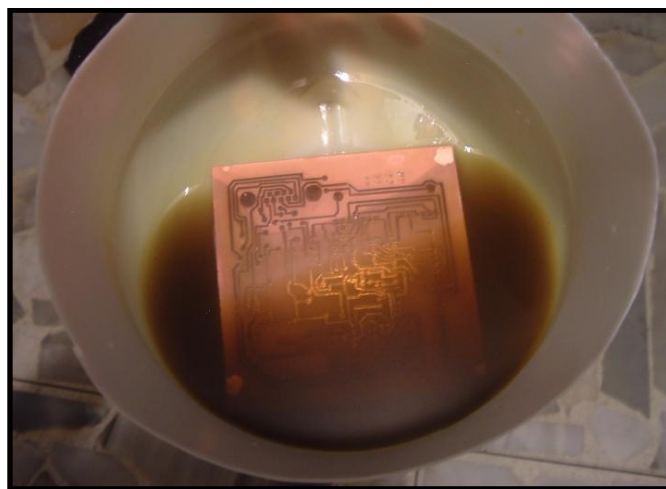


Figura 4.5.- Final del proceso de reacción del ácido sobre la baquelita

- Una vez que tengamos la placa lista procedemos a hacer agujeros en los lugares donde corresponda para que por medio de estos conectar los diferentes componentes electrónicos que conforman el circuito electrónico.

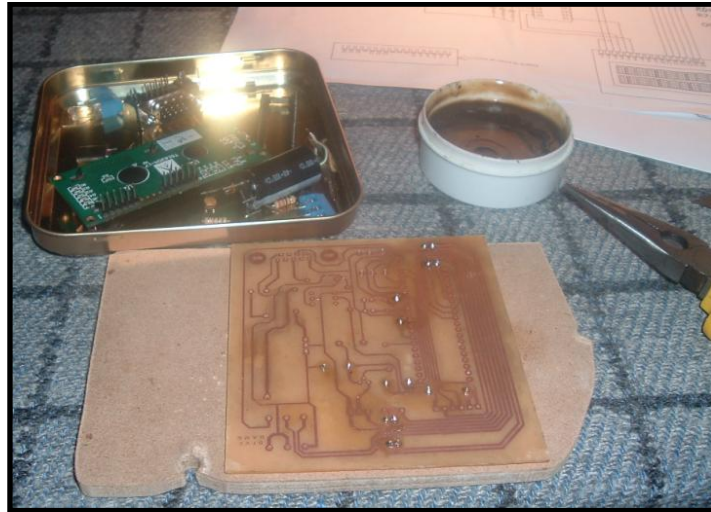


Figura 4.6.- Agujereado de placa electrónica

- La unión de los componentes electrónicos a las pistas de la placa se lo realizara por medio de una suelda de estaño:



Figura 4.7.- Implementación de componentes electrónicos en la placa

- Luego de que los componentes sean soldados es necesario probar la correcta continuidad ya que las pistas se pueden despegar de la baquelita por la temperatura de la suelta.



Figura 4.8.- Medición de continuidad sobre la placa

4.3.- MONTAJE Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN EL VEHÍCULO

a.- El Módulo

El módulo se encuentra ubicado en la guantera del vehículo y puede ser desmontado de manera fácil, únicamente desconectando el conector de la parte posterior.



Figura 4.9.- Ubicación del módulo electrónico en el vehículo

Dicho sistema tiene cuatro botones que comandan su funcionamiento, los mismos que serán explicados a continuación:

1. Switch principal:

Este switch permite energizar todo el sistema y se encuentra ubicado detrás del módulo.

2. Botón de ON/OFF:

Este botón permite encender o apagar el módulo y se encuentra ubicado en la parte frontal del mismo, se muestra a continuación un mensaje en el LCD que se visualiza así: "SIST. DE CONDUCCIÓN INTELIGENTE"

3. Botón de elección del modo:

Este botón permite elegir entre los distintos modos y se encuentra ubicado en la parte frontal del módulo, se pueden visualizar tres modos diferentes que son: "MÍNIMO CONSUMO", "MÁXIMO TORQUE" y "MÁXIMA POTENCIA".

Nota: El botón de selección de modo solo permite cambiar de modo si el vehículo se encuentra en la marcha mínima del motor o ralentí.

4. Botón de selección:

Este botón permite seleccionar el modo deseado, se encuentra ubicado junto a los otros dos botones mencionados. A continuación se muestran gráficamente la ubicación de cada uno de los botones mencionados:



Figura 4.10.- Botones del módulo electrónico

b.- El Estrangulador

En segunda instancia tenemos al estrangulador que es la parte del sistema que permite o regula la entrada de aire hacia el motor, para de esta manera, controlar el régimen de revoluciones del motor según los rangos óptimos de funcionamiento correspondiente a las curvas características del motor.

Se encuentra ubicado entre el depurador y el múltiple de admisión en la parte frontal del vehículo, a un lado del mismo.

A continuación se muestra gráficamente la ubicación de dicho estrangulador:

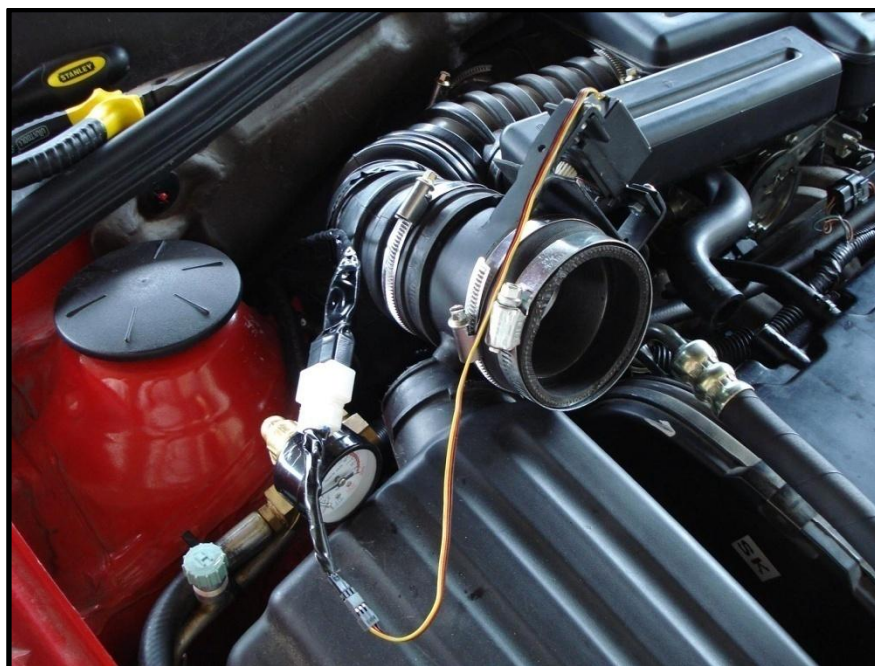


Figura 4.11.- Ubicación del estrangulador en el vehículo

CONCLUSIONES

- El diseño de este módulo interface que controla las RPM del motor permite mantenerlo dentro de los rangos de funcionamiento óptimos del mismo, lo que se traduce en una mejor economía de combustible y un máximo rendimiento del motor.
- El módulo construido permite solamente que el motor no exceda las RPM establecidas como óptimas, mas no mantenerlas en un rango específico, haciendo de esta manera, referencia a que cuando el conductor deja de acelerar saca al motor de las RPM óptimas y por consiguiente, decae el rendimiento del motor.
- Este proyecto está construido para limitar las RPM óptimas del motor más no para aumentar la potencia del mismo.
- Para el desarrollo de este módulo interface con el ECM, fue necesario procesar y modificar la señal de ciertos sensores para de esta manera lograr los resultados requeridos para el funcionamiento del motor.
- Un inconveniente para el correcto funcionamiento del sistema fue que la fuente de energía (batería del vehículo), al ser recargada por el alternador creaba ruidos electrónicos que perturbaban su funcionamiento.
- Una de las grandes ventajas es que este sistema puede ser fácilmente instalado en ciertos vehículos de gestión electrónica después de realizar los estudios correspondientes.

RECOMENDACIONES

- Este sistema podrá ser encendido por el conductor solamente cuando el motor del automóvil se encuentra en estado de ralentí.
- Verificar que los engranajes del estrangulador y servomotor no se encuentren en mal estado o haya algún tipo de obstrucción que impida que el servomotor funcione normalmente.
- La batería del vehículo debe estar cargada con sus 12V como voltaje nominal, de lo contrario si ésta se encuentra descargada, el sistema implementado funcionara defectuosamente o no funcionará.
- Verificar que los cables de las señales con las que trabaja el módulo se encuentren conectados a éste y en buen estado ya que si no lo es así el sistema no funcionara.
- Los rangos establecidos con los que funciona el módulo se encuentran grabados en el microcontrolador y no deben ser modificados de ninguna manera.
- Verificar que no existan filtraciones de entrada de aire hacia el motor después del acople mecánico del sistema ya que esto dificulta mantener al motor en los rangos de rpm controlados.

BIBLIOGRAFIA

- Augeri, Fernando. *Reparación de Computadoras (Nivel I)*. CISE ELECTRONICA.
- Bestad, R. (1997). *Electrónica Teoría de Circuitos (6ta Edición)*. México D.F.
- Boylestad. *Fundamentos de Electrónica (2da Edición)*. C.C.: Autor.
- Bustillo, José. *Electrónica de Módulos*. CISE ELECTRONICA.
- Ferrero, F. *Electrónica de Potencia y Medida*
- Gil, D. (1999). *Manual del Automóvil*. Cultural S.A. España: Madrid.
- INACAP. *Inyección Electrónica (Nivel I)*. C.C.: Autor.
- Parera, A. (1991). *Electrónica básica en automoción*. MARCOMBO BOIXAREU EDITORES. Barcelona – México.
- Pérez, Alonso. (2002). *Técnicas del automóvil*
- STMicroelectronics. *Microcontrollers Made Easy*. C.C.: Autor.

ANEXOS

ANEXO A

DATASHEETS

Ubicación de pines del microcontrolador 16F877A



PIC16F87X

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

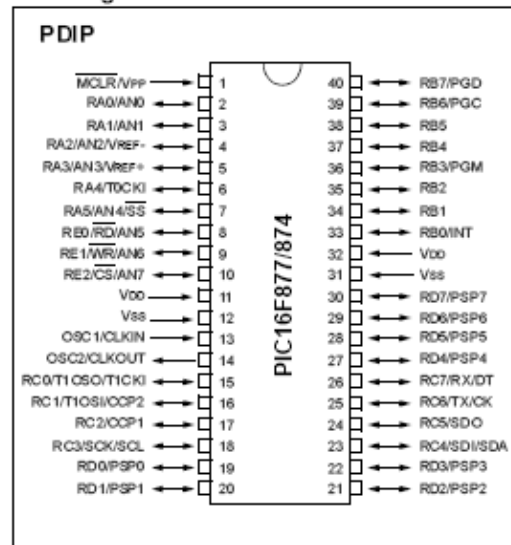
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F874
- PIC16F876
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM
technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two
pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature
ranges
- Low-power consumption:
 - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

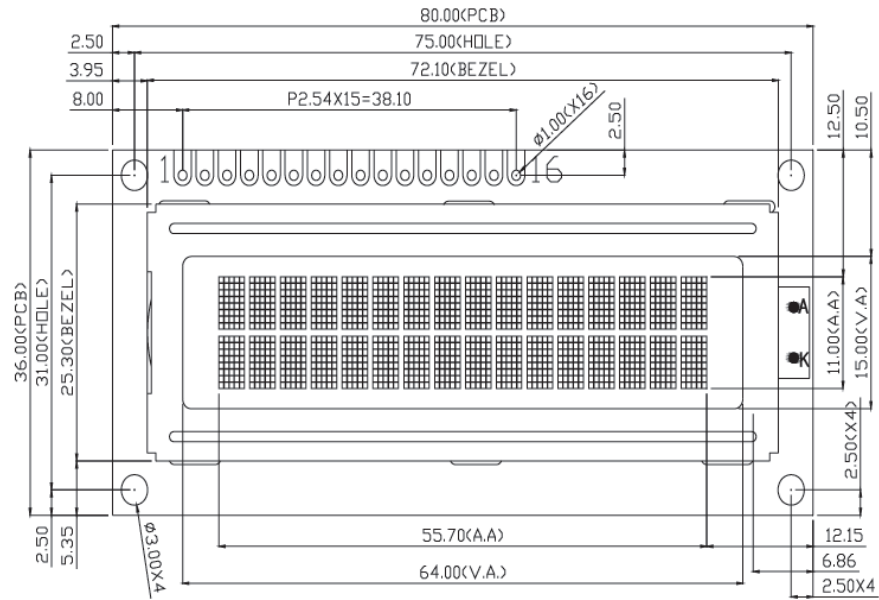
Pin Diagram



Peripheral Features:

- 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
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - 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 multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master
mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address
detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with
external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for
Brown-out Reset (BOR)

Ubicación de pines de la pantalla LCD TS1620A-17



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
VSS	VDD	V ₀	RS	R/W	E	DB0	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	BLA	BLK

Descripcion de pines de la pantalla de cristal líquido

5.0 INTERFACE PIN FUNCTION DESCRIPTION

PIN NO	SYMBOL	FUNCTION
1	VSS	Ground.(0V)
2	VDD	Power supply for logic circuit (+5V)
3	V0	Power supply for LCD
4	RS	Select registers. 0:Instruction registers.(for write) Busy flag: address counter(for read) 1:Data register(for writer and read)
5	R/W	Select read or write 0:Write 1:Read
6	E	Starts data read/write
7-10	DB0-DB4	Four low order bi-directional tristate data bus Pins Used for data transfer and receive Between the MPU and the ST7066U.DB7 can Be used as busy flag.
11-14	IB5	Four low order bi-directional tristate data bus pins.Used for data tranfer and receive Between the MPU and the ST7066U. These pins are not used during 4-bit operation
15	BLA	Power supply for BACKLIGHT(+5V)
16	BLK	Power supply for BACKLIGHT(0V)

Ubicación de pines en el optoacoplador



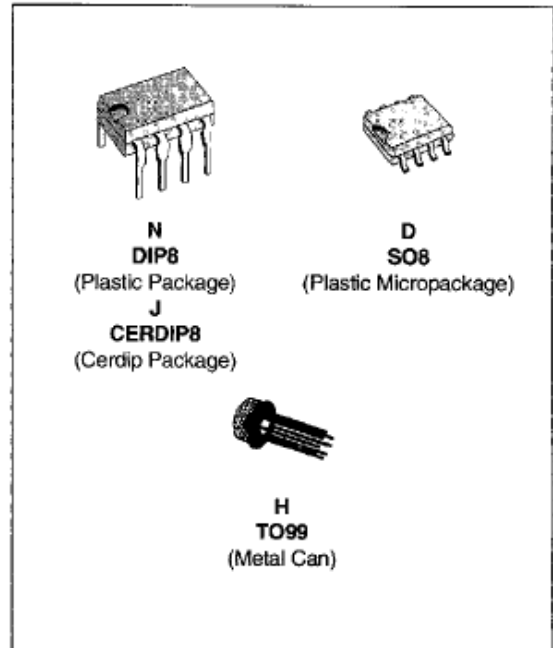
NE555
SA555 - SE555

GENERAL PURPOSE SINGLE BIPOLAR TIMERS

- LOW TURN OFF TIME
- MAXIMUM OPERATING FREQUENCY GREATER THAN 500kHz
- TIMING FROM MICROSECONDS TO HOURS
- OPERATES IN BOTH ASTABLE AND MONO-STABLE MODES
- HIGH OUTPUT CURRENT CAN SOURCE OR SINK 200mA
- ADJUSTABLE DUTY CYCLE
- TTL COMPATIBLE
- TEMPERATURE STABILITY OF 0.005% PER°C

DESCRIPTION

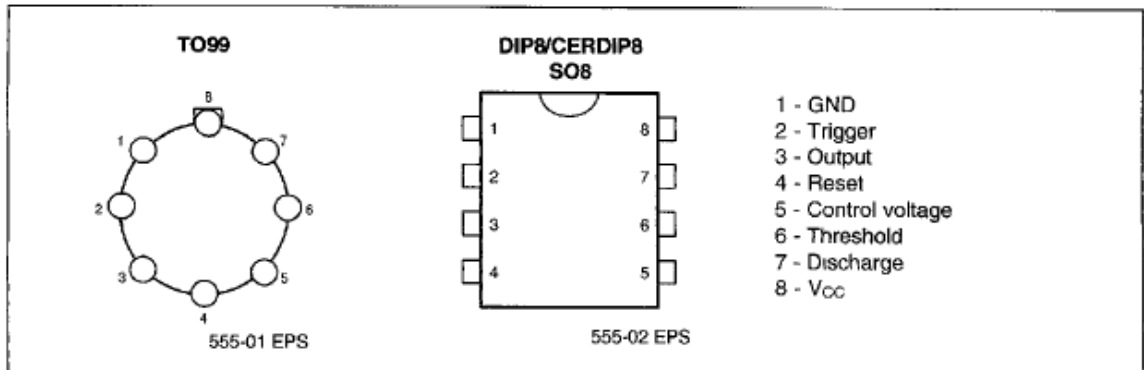
The NE555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA. The NE555 is available in plastic and ceramic minidip package and in a 8-lead micropackage and in metal can package version.



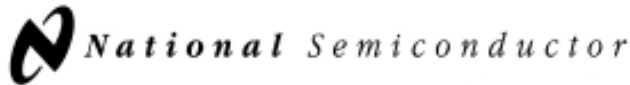
ORDER CODES

Part Number	Temperature Range	Package			
		H	N	J	D
NE555	0°C, 70°C	•	•	•	•
SA555	-40°C, 105°C	•	•	•	•
SE555	-55°C, 125°C	•	•	•	•

PIN CONNECTIONS (top views)



Ubicación de pines en el regulador de voltaje



LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the out-

put, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

Features

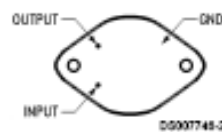
- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

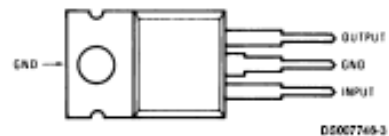
Connection Diagrams

Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum



Bottom View
Order Number LM7805CK,
LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A

Plastic Package
TO-220 (T)



Top View
Order Number LM7805CT,
LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

Ubicación de pines en el transistor tipo NPN



2N3904

SMALL SIGNAL NPN TRANSISTOR

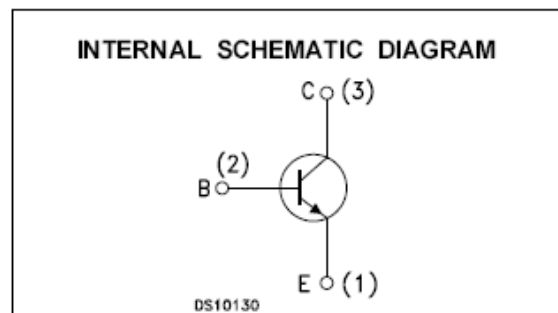
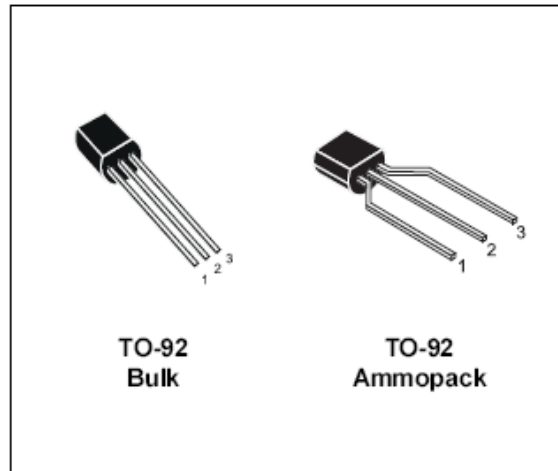
PRELIMINARY DATA

Ordering Code	Marking	Package / Shipment
2N3904	2N3904	TO-92 / Bulk
2N3904-AP	2N3904	TO-92 / Ammopack

- SILICON EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR
- TO-92 PACKAGE SUITABLE FOR THROUGH-HOLE PCB ASSEMBLY
- THE PNP COMPLEMENTARY TYPE IS 2N3906

APPLICATIONS

- WELL SUITABLE FOR TV AND HOME APPLIANCE EQUIPMENT
- SMALL LOAD SWITCH TRANSISTOR WITH HIGH GAIN AND LOW SATURATION VOLTAGE



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	60	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	40	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	6	V
I_C	Collector Current	200	mA
P_{tot}	Total Dissipation at $T_C = 25^\circ\text{C}$	625	mW
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	$^\circ\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$

ANEXO B

PROGRAMACIÓN MICROCONTROLADOR

```
DEFINE OSC 20
ADCON1=7
```

```
TRISA=0
TRISC=255
TRISD=0
TRISE=0
```

```
DEFINE LCD_RWREG PORTD
DEFINE LCD_RWBIT 2
DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_RSREG PORTD
DEFINE LCD_RSBIT 1
DEFINE LCD_EREG PORTD
DEFINE LCD_EBIT 0
LCDOUT, $FE,1
```

```
SP VAR PORTC.1 ; SWITCH PRINCIPAL QUE EJECUTA EL PROGRAMA
MODO VAR PORTC.2 ; SWITCH DEL MODO DE CONDUCCION
SELEC VAR PORTC.3 ; SWITCH DE SELECCION DEL MODO
AP VAR WORD ; VARIABLE EN LA QUE SE GUARDA EL ANCHO DE PULSO ENVIADO POR EL CMP
P VAR BYTE ; INDICA EL RANGO DE ANCHO DE PULSO
SWP VAR BIT ; CUENTA LOS PULSOS EN EL SWITCH PRINCIPAL
PPULSO VAR WORD
N VAR BYTE
Q VAR WORD
```

```
A VAR WORD
B VAR WORD
C VAR WORD
D VAR WORD
E VAR WORD
```

```
F VAR BYTE; INCREMENTADOR DEL MODO DE CONDUCCION
MO VAR BYTE
```

```
X VAR BIT ; BANDERA DEL MODO CONSUMO
Y VAR BIT ; BANDERA DEL MODO TORQUE
Z VAR BIT ; BANDERA DEL MODO POTENCIA
```

```
F=0
MO=0
SWP=0
X=0
Y=0
Z=0
```

```
PORTA=0 ; PUERTO QUE MANEJA EL ENCENDIDO DEL BACKLIGHT DEL LCD
PORTE=0 ; PUERTO DE CONTROL DEL SERVOMOTOR
PORTD=0 ; PUERTO DE COMUNICACION CON EL LCD
```

```
SWITCHP: ; SWITCH PRINCIPAL DEL PIC
GOSUB CONTARAP
IF ((P=0)AND(SP=1)AND(SWP=0)) THEN
GOSUB CONTARSP
PORTA=32
PAUSE 200
GOSUB PRINCIPIO
ELSE
GOTO SWITCHP
ENDIF
```

```
PROGRAMA:
if MO=0 THEN GOTO PROGRAMA
GOSUB CONTARAP ; ENVIA A CONTAR EL ANCHO DE PULSO ENVIADO POR EL SENSOR CMP
```

```
IF MO=1 THEN
LCDOUT $FE,2," MINIMO CONSUMO"
ENDIF
IF MO=2 THEN
LCDOUT $FE,2," MAXIMO TORQUE"
ENDIF
```

```
IF MO=3 THEN
  LCDOUT $FE,2," MAXIMA POTENCIA"
ENDIF
```

```
IF P=0 THEN
GOSUB DEFVAR
  FOR N=1 TO 50
    PORTA=32
    PULSOUT PORTE.0,280
    PAUSE 10
  NEXT
ENDIF
```

```
IF P=1 THEN
GOSUB DEFVAR
  FOR N=1 TO 50
    PORTA=32
    PULSOUT PORTE.0,400
    PAUSE 10
  NEXT
ENDIF
```

```
IF P=2 THEN
GOSUB DEFVAR
  FOR N=1 TO 50
    PORTA=32
    PULSOUT PORTE.0,540
    PAUSE 10
  NEXT
ENDIF
```

```
IF ((P=3)AND(MO=1)) THEN
A=651
B=660
  FOR N=1 TO 50
    PORTA=32
    PULSOUT PORTE.0,648
    PAUSE 10
  NEXT
ENDIF
```

```
IF ((P=4)AND(MO=1)) THEN
B=660
A=A+1
IF A>658 THEN a=658
  FOR N=1 TO 50
    PORTA=32
    PULSOUT PORTE.0,A
    PAUSE 10
  NEXT
ENDIF
```

```
IF ((P=5)AND(MO=1)) THEN
A=651
B=B+2
IF B>670 THEN B=670
  FOR N=1 TO 50
    PORTA=32
    PULSOUT PORTE.0,B
    PAUSE 10
  NEXT
ENDIF
```

```
IF ((P=6)AND(MO=2)) THEN
C=645
D=652
FOR N=1 TO 50
PORTA=32
PULSOUT PORTE.0,645
PAUSE 10
NEXT
ENDIF
```

```
IF ((P=7)AND(MO=2)) THEN
D=652
C=C+1
IF C>652 THEN C=652
FOR N=1 TO 50
PORTA=32
PULSOUT PORTE.0,C
PAUSE 10
NEXT
ENDIF
```

```
IF ((P=8)AND(MO=2)) THEN
C=645
D=D+2
IF D>664 THEN D=664
FOR N=1 TO 50
PORTA=32
PULSOUT PORTE.0,D
PAUSE 10
NEXT
ENDIF
```

```
IF ((P=9)AND(MO=3)) THEN
E=620
FOR N=1 TO 50
PORTA=32
PULSOUT PORTE.0,620
PAUSE 10
NEXT
ENDIF
```

```
IF ((P=10)AND(MO=3)) THEN
E=E+2
IF E>635 THEN E=635
FOR N=1 TO 50
PORTA=32
PULSOUT PORTE.0,E
PAUSE 10
NEXT
ENDIF
```

```
IF ((P=0)AND(MODO=1)) THEN GOTO MODOS
if ((P=0)AND(SP=1)AND(SWP=1)) THEN
PORTA=0
SWP=-1
LCDOUT $FE,1
GOSUB CONTARSP
AUX1:
IF ((P=0)AND(SP=1)) THEN GOTO AUX1
AUX2:
GOSUB CONTARAP
IF ((P=0)AND(SP=0)) THEN GOTO AUX2
IF ((P=0)AND(SP=1)) THEN
MO=0
GOTO SWITCHP
ENDIF
ENDIF
```



```
IF P=11 THEN
PORTA=0
FOR N=1 TO 50
  PORTA=0
  PULSOUT PORTE.0,280
  PAUSE 10
NEXT
SWP=0
MO=0
GOTO SWITCHP
ENDIF
```

GOTO PROGRAMA

; SUBRUTINAS

```
CONTARAP: ;MIDE EL ANCHO DE PULSO
AP=0
PULSIN PORTC.0,1,AP
IF AP>64000 THEN GOTO CONTARAP
if ap<=4794 then GOTO CONTARAP
```

```
IF ((AP>45000)AND(AP<=64000)) THEN
RETURN
ENDIF
```

```
IF ((AP>20512)AND(AP<=45000)) THEN
RETURN
ENDIF
```

```
IF ((AP>15448)AND(AP<=20512)) THEN
RETURN
ENDIF
```

```
IF ((AP>12389)AND(AP<=15448)) THEN
RETURN
ENDIF
```

```
IF ((MO=1)OR(SWP=0)) THEN
IF ((AP>10479)AND(AP<=12389)) THEN
RETURN
ENDIF
ENDIF
```

```
IF ((MO=1)OR(SWP=0)) THEN
IF ((AP>8874)AND(AP<=10479)) THEN
RETURN
ENDIF
ENDIF
```

```
IF ((MO=1)OR(SWP=0)) THEN
IF ((AP>4794)AND(AP<=8874)) THEN
RETURN
ENDIF
ENDIF
```

```
IF MO=2 THEN
IF ((AP>8047)AND(AP<=12389)) THEN
RETURN
ENDIF
ENDIF
```

```
IF MO=2 THEN
IF ((AP>6913)AND(AP<=8047)) THEN
RETURN
ENDIF
ENDIF
```

```
IF MO=2 THEN
IF ((AP>4794)AND(AP<=6913)) THEN
  RETURN
ENDIF
ENDIF
```

```
IF MO=3 THEN
IF ((AP>5191)AND(AP<=12389)) THEN
  RETURN
ENDIF
ENDIF
```

```
IF MO=3 THEN
IF ((AP>4794)AND(AP<=5191)) THEN
  RETURN
ENDIF
ENDIF
```

```
CONTARSP: ; PULSACIONES EN EL SWITCH PRINCIPAL
IF SP=1 THEN GOTO CONTARSP
IF SP=0 THEN SWP=SWP+1
RETURN
```

```
PRINCIPIO: ; MUESTRA PRIMER MENSAJE
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,2,"SIST. CONDUCCION"
LCDOUT $FE,$C0, " INTELIGENTE "
PAUSE 1000
GOTO SELMO
```

```
SELMO: ; PETICION SELECCIONAR
LCDOUT $FE,1
GOSUB PAUSALCD
LCDOUT $FE,2,"SELECCIONAR MODO"
GOSUB PAUSALCD
GOTO SELMO
```

```
MCONSUMO: ; PRIMER MODO TITILANTE
MO=1
LCDOUT $FE,1
GOSUB PAUSALCD
LCDOUT $FE,2
LCDOUT $FE,$14,"MINIMO CONSUMO"
GOSUB PAUSALCD
GOTO MCONSUMO
```

```
MTORQUE: ; SEGUNDO MODO TITILANTE
MO=2
LCDOUT $FE,1
GOSUB PAUSALCD
LCDOUT $FE,2
LCDOUT $FE,$14,"MAXIMO TORQUE"
GOSUB PAUSALCD
GOTO MTORQUE
```

```
MPOTENCIA: ; TERCER MODO TITILANTE
MO=3
LCDOUT $FE,1
GOSUB PAUSALCD
LCDOUT $FE,2
LCDOUT $FE,$14,"MAXIMA POTENCIA"
GOSUB PAUSALCD
GOTO MPOTENCIA
```

```
PAUSALCD:
FOR Q=1 TO 50
  IF MODO=1 THEN goto MODOS
  IF ((SELEC=1)AND(MODO=0)) THEN GOTO PROGRAMA
  PAUSE 10
NEXT Q
RETURN
```

```
MODOS:  
  IF (MODO=1) THEN GOTO MODOS  
  IF ((MODO=0)AND(SWP=1)) THEN  
    F=F+1  
    IF F>3 THEN F=1  
    PAUSE 400  
    IF F=1 THEN GOTO MCONSUMO  
    IF F=2 THEN GOTO MTORQUE  
    IF F=3 THEN GOTO MPOTENCIA  
  ENDIF
```

```
DEFVAR:  
  A=651  
  B=660  
  C=635  
  D=640  
  E=610  
  RETURN
```

```
END
```

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ECM, ECU, PCM, VCM: diversas formas de nombrar módulos en el vehículo dependiendo que partes controle. Ej.: VCM controla motor, transmisión y ABS.
- Cambios de voltaje: son típicos en un motor de combustión interna, son llamados también ruidos electrónicos.
- Conducción técnica: serie de procedimientos para conseguir un mínimo consumo en el vehículo.
- P.M.S. (punto muerto superior): punto en el que el pistón de un motor de combustión interna se encuentra en el lugar más alto de su recorrido.
- PWM: ancho de pulso modulado.
- Protoboard: elemento ocupado para realizar trabajos de electrónica.
- Optoacoplador: es un dispositivo que se compone de un diodo led y un fototransistor de manera que cuando el diodo led emite luz, ilumine el fototransistor y conduzca.
- Fototransistor: transistor sensible a la luz, normalmente a los infrarrojos. La luz incide sobre la región de base, generando portadores en ella. Esta carga de base lleva el transistor al estado de conducción.

Latacunga, Noviembre del 2009

LOS AUTORES:

Diego Fernando Villagómez Cholota

David Alfredo Mariño Grijalva

EL DIRECTOR DE CARRERA:

Ing. Juan Castro Clavijo

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO:

Dr. Eduardo Vásquez Alcázar