Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología.

Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

INCORPORACIÓN DE UN MEDIDOR ELECTRÓNICO DE NIVEL DE COMBUSTIBLE CON ESCALA LEDS Y REPARACIÓN DE UN MOTOR TOYOTA 2K

Trabajo de graduación previo a la obtención del titulo de Tecnólogo Automotriz

Autores:

Wazhinton Favian Guaillas Urgiles

Bolívar Antonio Ortega Rivas

Director:

Fernando Muñoz Vizhñay

Cuenca - Ecuador

2008

Índice de Contenidos

Indice de contenidos..... ii
Resumen.....iv
Abstract..... v

Introducción.....1

CAPITULO 1: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR DEL NIVEL

1.1 Introducción. 3
1.2 Transistores Bipolares. 3
1.2.1 Tipos. 4
1.2.2 Corriente importante en el transistor bipolar. 4
1.2.3 Voltaje importante en el transistor bipolar. 5
1.2.4 Parámetros de Catálogo más importantes para un transistor bipolar. 7
1.3 Amplificadores Operacionales. 8
1.3.1 Amplificador Operacional ideal 8
1.3.2 Parámetros de entrada. 9
1.3.3 Parámetros relacionados con la fuente de alimentación. 9
1.3.4 Parámetros de salida. 9
1.3.5 Parámetros relacionados con la transmisión de la señal. 10
1.3.6 Aplicaciones básicas. 10
1.4 Circuitos amplificadores con operacionales en aplicaciones de fuente única. 11
1.4.1 Seguidor de emisor (buffer o aislador). 12
1.4.2 Amplificador inversor referido a un voltaje superior a masa. 12
1.4.3 Amplificador no inversor. 13
1.4.4 Formas de conexión de un operacional como comparador simple. 13
1.5 Diodos 14
1.5.1 Características de los diodos 15
1.5.2 Funciones de los diodos 16
1.5.3 Diodo Zener 17
1.5.4 Diodo Led 19
1.5.5 Fotodiodos 20
1.6 Funcionamiento del Medidor Analógico de Combustible. 21
1.7 Conclusión 23

CAPITULO 2: CONSTRUCCION DEL TABLERO DE CONTROL

2.1 Introducción 24
2.2 Indicadores de control 24
2.3 Indicador de presión de aceite 25
2.4 Indicador de la temperatura del refrigerante 26
2.6 Conclusiones 27

CAPITULO 3: CONSTITUCION Y FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR OTTO

3.1 Introducción 29
3.2 Principio de Funcionamiento del Motor Otto 29
3.3 Fases de Funcionamiento del motor 29
3.3.1 Primer tiempo. Admisión 30
3.3.2 Segundo tiempo. Compresión 30
3.3.3 Tercer tiempo. Expansión o Trabajo 31
3.3.4 Cuarto tiempo. Escape 32
3.4 Ciclo de Trabajo 33

3.5 Diagrama del ciclo teórico 34
3.5.3 Rendimiento de este ciclo 39
3.6 Diagrama del ciclo real 41
3.7 Ciclo práctico o diagrama real corregido 44
3.7.1 Adelanto en la apertura de la admisión (AAA). 45
3.7.2 Retraso en el cierre de la admisión (RCA). 45
3.7.3 Adelanto en la apertura del escape (AAE). 46
3.7.4 Retraso en el cierre del escape (RCE). 46
3.8 Cruce de válvulas 46
3.9 Cotas de reglaje y efectos de una mala distribución 49
3.10 Conclusiones 52

CAPITULO 4: REPARACION DEL MOTOR TOYOTA 2K

4.1 Introducción 54
4.2 Comprobaciones previas al desmontaje 54
4.2.1 Medición de presión de compresión y fugas de compresión. 54
4.2.2 Pruebas de compresión 55
4.2.3 Interpretación de resultados 56
4.2.4 Materiales usados para la limpieza 56
4.3 Desmontaje de los elementos del motor 57
4.3.1 Desconexión del sistema eléctrico 57
4.3.2 Desconexión del sistema de refrigeración 57
4.3.3 Desmontaje del sistema de alimentación 57
4.3.4 Desmontaje de los elementos móviles 57
4.3.5 Desmontaje del sistema de lubricación 58
4.3.6 Desmontaje de los elementos de protección 58
4.3.7 Desmontaje de los elementos de la distribución 58
4.3.8 Desmontaje de los elementos fijos 58
4.3.9 Desmontaje de los elementos motrices 58
4.4 Medidas y comprobaciones 59
4.4.9 Comprobaciones del bloque motor 59
4.4.10 Comprobación de los cilindros 60
4.4.11 Medidas de conicidad y ovalización de los cilindros 61
4.4.12 Conicidad de los cilindros 63
4.4.13 Desgaste tolerable de un cilindro. 63
4.4.14 Mediciones del cigüeñal 63
4.4.15 Verificación de la holgura del pistón 64
4.4.8 Cilindros pistones y rines. 65
4.4.9 Cigüeñal y cojinetes 66
4.4.10 Bomba de aceite. 66
4.4.11 Bomba de agua 67
4.4.12 Elementos de mando de la distribución. 67
4.4.13 Cojinetes del árbol de levas. 67
4.4.14 Preparación de los componentes 67
4.5 Armado del motor. 67
4.5.1 Montaje del cigüeñal y los cojinetes 67
4.5.2 Montaje de los pistones. 69
4.5.3 Montaje del cabezote y sus elementos 74
4.5.4 Calibración de válvulas 75
4.5.5 Conclusión 76

CONCLUSIONES 78
BIBLIOGRAFIA 79

SIMBOLOS Y DENOMINACIONES EMPLEADAS 80

RESUMEN

Este trabajo de graduación trata, la construcción e incorporación de un medidor electrónico para medir el nivel de combustible de un vehículo. Además sobre los indicadores de control para verificar el funcionamiento del motor de explosión.

Tratamos las cuatro fases del motor para luego hacer el análisis del diagrama del ciclo teórico y práctico así como la apertura y cierre de las válvulas.

Lo mas importante de este trabajo es como hacer el diagnostico del motor haciendo comprobaciones previas al desmontaje como pruebas de compresión esto con el fin de determinar si el motor necesita una reparación

ABSTRACT

This graduation work is about the construction and incorporation of an electronic device to measure the level of fuel in a vehicle. It also discusses about control indicators to check the correct functioning of the internal combustion engine.

The four phases of the engine are discussed first. Then the diagram of the theorical and practical cycles as well as the opening and closing of valves are analyzed.

The emphasis of this work is on how to diagnose the engine by using some test –like the compression test- before its removal in order to determine whether the engine needs to be repaired.

Guaillas Urgiles Wazhinton Favian
Ortega Rivas Bolívar Antonio
Trabajo de Graduación
Ing. Fernando Muñoz Vizhñay
Julio 2008

Incorporación de un medidor electrónico de nivel de combustible con escala Leds y Reparación de un motor Toyota 2K

INTRODUCCIÓN

En el área automotriz, la tarea principal es solucionar los problemas que se presenten en el funcionamiento del vehículo. Además hoy en día la ingeniería automotriz es capaz de diseñar y construir piezas muy ligeras y de gran resistencia como motores muy rápidos, con mayor precisión en su funcionamiento y menor consumo que los primeros fabricados, para que el mecánico pueda hacer cambios o la reparación debe tener un estudio muy profundo de algunos años en esta materia como; conocimientos en teoría, práctica y seguridad industrial, ya que esta última nos permite manejar materiales, herramientas, combustibles y lubricantes que son indispensables en este campo con cuidado, debido a que puede causar daños graves en la salud y un taller debe contar con todo esto para su funcionamiento y confianza.

En la actualidad la electrónica esta relacionada con el área automotriz con el objeto de controlar el funcionamiento de los motores, y otros sistemas mediante sensores e indicadores, razón por la cual se eligio incorporar un medidor electrónico con escala leds, con el fin de controlar en todo momento el nivel de combustible existente, pero, con un indicador llamativo en el tablero, que podrá variar sus colores. Además los indicadores más indispensables que controlen el funcionamiento básico del motor. Demostrando que vehículos de modelos anteriores pueden ser modificados para mejorar su rendimiento.

En este trabajo uno de los capítulos analiza las cuatro fases de funcionamiento del motor, el ciclo de trabajo, los diagramas del ciclo teórico como el diagrama del ciclo real la diferencia entre estos dos y el diagrama del ciclo real corregido y la

actuación sobre las cotas de distribución, adelantos y retrasos en las válvulas con el fin de obtener un mayor rendimiento. Todo este análisis es fundamental porque en el momento de reacondicionarlo un motor hay que afinarlo.

Con el objetivo de demostrar que un motor en optimas condiciones de funcionamiento contamina y consume menos y cuando ha cumplido su vida útil es necesario repararlo con el fin de que obtenga condiciones normales, para obtener esto hay que hacerlo de una forma técnica desde su desmontaje, realizarlo todas las medidas y comprobaciones para luego compararlo con el manual del fabricante y saber a que medida hay que repararlo una vez obtenido la diferencia de medidas.

CAPITULO 1
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR DEL NIVEL.

1.1 Introducción.

La misión del indicador es dar a conocer en todo momento la cantidad de combustible que hay en el depósito del vehículo. Para ello se dispone de dos elementos, de los cuales, el uno se coloca en el cuadro de instrumentos a la vista del conductor, y el otro en el depósito de combustible. El del cuadro de instrumentos es el indicador de nivel con escala leds, y el que esta ubicado en el depósito es un reóstato mandado por un flotador, cuya posición depende del nivel alcanzado por el combustible.

El equipo eléctrico del automóvil moderno, incluye un considerable número de componentes electrónicos, su misión es hacer llegar la energía eléctrica desde el generador a cada uno de los receptores conectados, que la transforman en otras clases de energía, según su estructura y aplicaciones. Para la construcción del esquema eléctrico utilizamos diodos led, amplificadores operacionales y transistores.

1.2 Transistores Bipolares.

Un transistor bipolar es un elemento, capaz de proveer una corriente proporcional y mayor a la aplicada en su entrada.

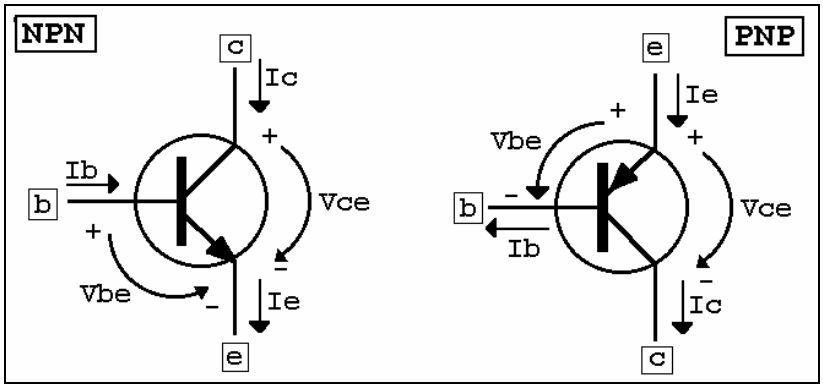
Físicamente es un dispositivo de tres terminales, denominados colector, base y emisor. Aclaramos que un transistor no puede diferenciarse de otros dispositivos solo por su aspecto físico. Esto significa que en encapsulados similares, por ejemplo el muy popular TO-220, pudieran estar empaquetados además de transistores bipolares transistores tipo mosfet; triacs, tiristores, sensores integrados de temperatura; entre otros. Por tal razón ante una reparación recomendamos

realizar una búsqueda de la denominación de catálogo del dispositivo, antes de proceder a tomar una decisión sobre una falla.

1.2.1 Tipos.

Existen dos tipos diferentes de transistores bipolares, cuyos nombres vienen determinados por la estructura interna de los mismos. Los tipos son NPN y PNP.

Figura 1. Simbología para transistores bipolares. Voltajes y corrientes de polarización directa para ambos tipos (izquierda npn; derecha pnp).



Fuente: Electricidad y electrónica. Pagina. 36.

1.2.2 Corriente importante en el transistor bipolar.

En un transistor de cualquier polaridad (NPN o PNP) siempre se cumple la siguiente igualdad

:

Quantum 1275 a++diskmanager++download

"Ie = Ic + Ib."[1]

En esta igualdad las corrientes de emisor (Ie) y de colector (Ic), son bien parecidas, luego la corriente que circula por la base es por lo general bien pequeña en comparación con las otras dos.

[1] Formula 1. ALONSO. José. Técnicas del automóvil. Pág. 72

Así mismo se cumple también que la corriente de colector de un transistor es un múltiplo de la corriente de base. El factor de multiplicación se denomina β (hFE**)** y se conoce como ganancia de corriente continua del transistor. En relación al valor de la β de un transistor pueden inferir dos cosas.

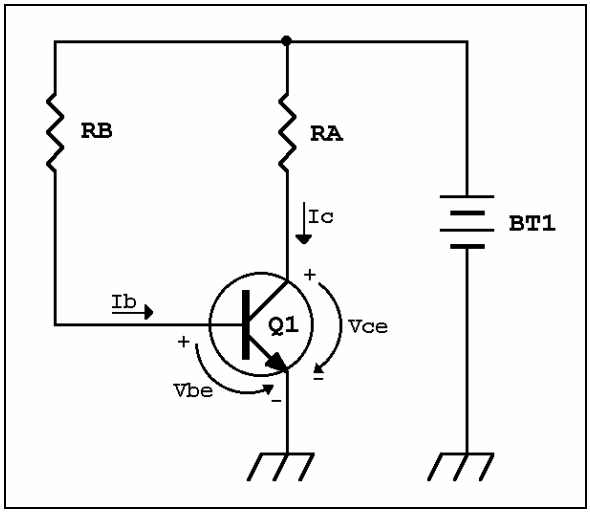
Siempre se desea que este factor sea grande, para que con pequeños cambios en la corriente de base se puedan lograr grandes cambios en la corriente colector y por ende en la de emisor. Por lo general los transistores de alta β pueden manejar pequeñas corrientes de colector y se utilizan como la etapa primaria en los diseños que necesitan garantizar grandes niveles de amplificación.

Que mientras mayor sea la β, más se asemeja la corriente de colector a la corriente de emisor. Esta aproximación muchas veces se utiliza como criterio de diseño o análisis de un circuito transistorizado.

1.2.3 Voltaje importante en el transistor bipolar.

Voltaje Colector Emisor (figura 2): caída de tensión que se genera entre el colector y el emisor del transistor en función del circuito de polarización que ha sido utilizado para montar el dispositivo. Cuando el transistor trabaja en zona “activa” o zona lineal, el **Vce** puede alcanzar valores superiores a 0,2V, que es el valor de **Vce** que exhibe el dispositivo cuando trabaja en zona de “saturación”. Así mismo cuando el transistor está en corte el **Vce** alcanza valores próximos a la fuente de alimentación del sistema. En las aplicaciones de control automotrices el transistor generalmente se emplea como conmutador. En tales aplicaciones el transistor se mantiene oscilando entre los estados de corte y saturación.

Figura 2. Circuito de Polarización Elemental para un Transistor Bipolar NPN.



Fuente: Electricidad y electrónica. Pagina. 40.

Fallas: puede sospecharse de una falla del dispositivo cuando el **Vce** es igual a cero o cuando se conmuta una señal en su base y no ocurren cambios en dicho voltaje.

Voltaje Base Emisor: Voltaje entre base y emisor. Su valor coincide con el voltaje de conducción de un diodo, variando según la zona de trabajo del dispositivo**.** En corte el voltaje desciende por debajo de 0,2V en transistores de silicio y por debajo de 0,05V en transistores de germanio. En activa está en el orden de 0,6 V hasta 0,75V en los de Silicio y entre 0,1V hasta 0,2V en los de germanio. En saturación el voltaje alcanza valores entre 0,7V hasta 0,8V en tecnología de silicio y entre 0,1 y 0,2 V en tecnología de germanio.

Fallas: por lo general un **Vbe** = 0 indica cortocircuito en la unión base emisor. Esta es una falla muy común. La unión base – emisor de un transistor generalmente falla por cortocircuito.

Circuito de Polarización Elemental (figura 2).
En esta configuración la corriente de base (Ib**)** es igual a:

$$\text{“}Ib = (Vbatería – Vbe) / RB\text{”}\ [2]$$

La corriente de colector puede hallarse teniendo la Beta del transistor como:

$$\text{“}Ic = \beta\ Ib\text{”}\ [3]$$

El Voltaje de Colector Emisor en esta configuración será igual a:

$$\text{“}Vce = Vbatería – Ic \bullet Rc\text{”}\ [4]$$

En la práctica, un circuito de polarización se diseña de manera que cumpla la siguiente relación:

$$\text{“}Vce \cong Vbat/2\text{”}\ [5]$$

1.2.4 Parámetros de Catálogo más importantes para un transistor bipolar.

Tensión máxima de Colector Emisor (Vceo): Valor máximo de voltaje que soporta el transistor entre colector y emisor sin fallar.

Tensión máxima de Colector Base (Vcbo): Valor máximo de voltaje que soporta el transistor entre el colector y la base sin fallar.

Tensión inversa máxima entre base y emisor (Vebo): valor máximo de voltaje que soporta el transistor entre el colector y la base sin fallar. La unión base emisor por lo general falla por dos causas:

Si se aplica una tensión directa excesivamente grande. Esto provoca el calentamiento excesivo de la unión y su ruptura: falla por abierto o cortocircuito principalmente.

Si se aplica una tensión inversa excesivamente grande, por lo general superior a 6 V. Esto provoca la ruptura de la unión, en este caso la unión falla por lo general por abierto. Conectar una tensión inversa a la unión significa por ejemplo: en un transistor NPN colocar el negativo de la batería a la base y el positivo al emisor y en un PNP realizar la operación contraria.

[2]Formula.2 – 6. Webster. John. “Amplifiers and Signal Processing. Cap. 3..

Corriente de Colector máxima en régimen continuo (Ic máx.): es la corriente constante de colector máxima que soporta el transistor sin fallar.
Potencia Máxima que puede disipar el transistor: se calcula utilizando los valores límites de VCE e IC. Esto es:

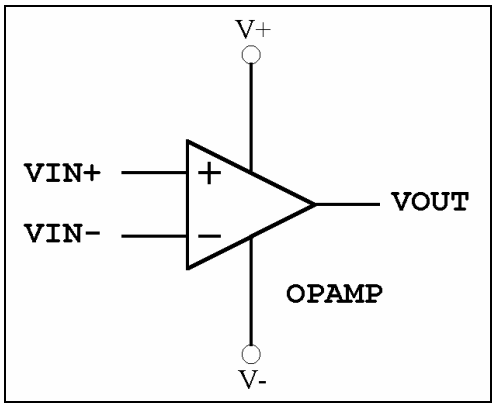
"Pmax = Icmax • Vce máx." [6]

1.3 Amplificadores Operacionales.

1.3.1 Amplificador Operacional ideal

Un amplificador operacional es un amplificador de corriente continua integrado (C.C) de alta ganancia**.**

Figura 3. Amplificador Operacional Ideal. Símbolo



Fuente: Electricidad y Electrónica. Pagina 64.

La etapa de entrada de un amplificador operacional tiene dos terminales, el no inversor (marcados como: Vin+, V+, +, etc.**)** y el inversor (marcados como: Vin-, V-, -, etc.). Si suponemos un dispositivo ideal, en tal caso se tiene que ambas impedancias por sus entradas "infinitas". Esto quiere decir que no existe circulación de corriente entre ellas. Es precisamente de esta "suposición" el factor que deriva las características básicas de un op-amp ideal.

Los parámetros que describen un operacional pueden separarse en cuatro categorías básicas:

De entrada.

Relacionados con la fuente de alimentación.

De salida.

Relacionados con la transmisión de señal.

Las características ideales para un op-amp son las siguientes:

1.3.2 Parámetros de entrada.

Corriente de entrada (I_B) = 0.

Impedancia de entrada (Z_{IN}) = ∞.

Rango de voltaje a la entrada (V_{IN}): ilimitado

Voltaje y corriente de ruido a la entrada = 0.

Offset de DC (corriente directa) de entrada (V_{OS}) = 0.

Factor de Rechazo al Modo Común (CMRR) = ∞.

1.3.3 Parámetros relacionados con la fuente de alimentación.

No existe limite para las fuentes VDD y VSS (fuente + y negativa -).

La corriente que el op-amp toma de las fuentes es = 0.

Los cambios de la fuente de alimentación no introducen errores en la señal analógica (Power Supply Rejection Ratio = 0).

1.3.4 Parámetros de salida.

En términos de la salida del amplificador el “swing” posible de la señal a la salida puede ser igual o mayor que las fuentes de alimentación Vdd y Vss:

“Vout = Vss – Vdd”.[3]

La corriente de salida en este terminal puede ser infinita para idénticos períodos de tiempo sin causar fallas.

$$Iout(t) = \infty.$$

La velocidad a la cual la señal cambia en la salida de "riel a riel" (slew rate) es instantánea:

$$\text{Slew rate} = \infty.$$

[3] Formula. 7. Webster. John. “Amplifiers and Signal Processing. Cap. 3.

La impedancia de salida es igual a cero:

$$Zout = 0.$$

1.3.5 Parámetros relacionados con la transmisión de la señal.

Finalmente:

En un op-amp ideal la ganancia de lazo abierto (open loop gain) es infinita al igual que el ancho de banda:

$$Aol \text{ (open loop gain)} = \infty.$$

$$\text{Band width} = \infty.$$

La señal pasa a través del op-amp sin sufrir distorsión alguna, esto quiere decir que el parámetro THD (Total Harmonic Distorsion**)** es igual a cero:

$$THD = 0.$$

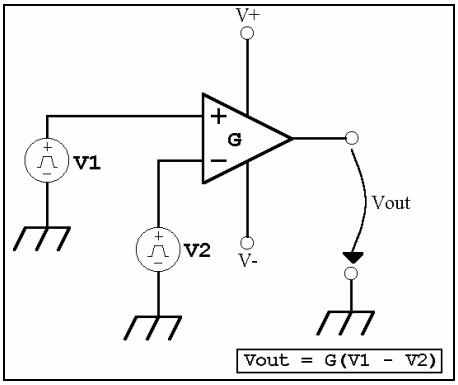
1.3.6 Aplicaciones básicas.

Son formas de conexión de un operacional como amplificador.

Modo diferencial.

Se conectan dos voltajes de señal referidos a masa (uno se conecta al pin no inversor y el otro al pin inversor). En este caso el voltaje de salida será la diferencia de los voltajes de entrada, multiplicados por la ganancia del operacional. Figura 4a.

Figura 4 a. Conexión Diferencial de un OPAMP.

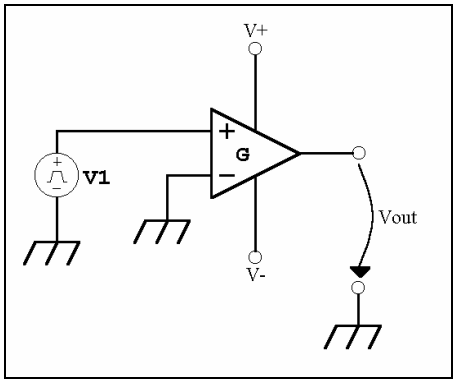


Fuente: Electricidad y Electrónica. Pagina 67.

Modo monopolar.

A uno de los pines (inversor o no inversor) se conecta la señal que se desea amplificar, y el otro está referido a un potencial fijo (masa o un potencial superior).

Figura 4 b. Conexión Unipolar (No inversora) de un OPAMP.

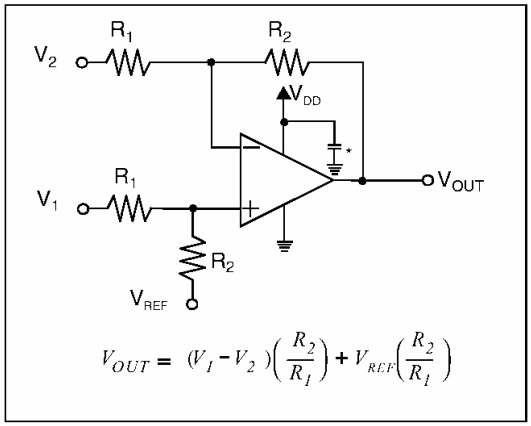


Fuente: Electricidad y Electrónica. Pagina 67.

1.4 Circuitos amplificadores con operacionales en aplicaciones de fuente única.

Amplificador diferencial con referencia. Figura 5.

Figura 5. Amplificador Diferencial (Restador).

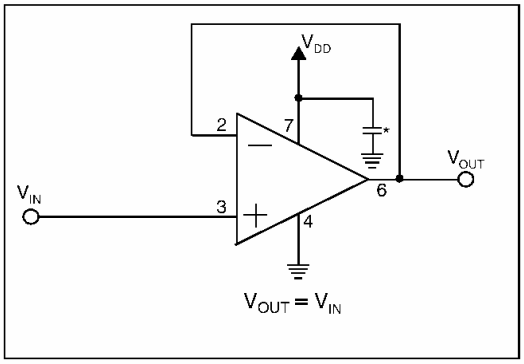


Fuente: Electricidad y Electrónica. Pagina 67.

1.4.1 Seguidor de emisor (buffer o aislador).

"Buffer" o aislador de impedancias**. "**Vout = V1 + $V_{\text{offset del opamp}} \cong$ V1"[4]. En la práctica se debe escoger un opamp de muy bajo voltaje de offset.

Figura 6. Buffer o Aislador de impedâncias



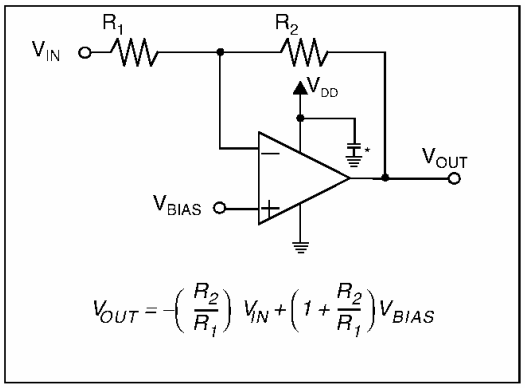
Fuente: Electricidad y Electrónica. Pagina 84

1.4.2 Amplificador inversor referido a un voltaje superior a masa.

En las aplicaciones con fuente única, es necesario referir la señal de entrada (VIN) a un voltaje superior a masa VBIAS. Figura 7.

[4] Formula. 8. Webster. John. "Amplifiers and Signal Processing. Cap. 3.

Figura 7. Amplificador Inversor.

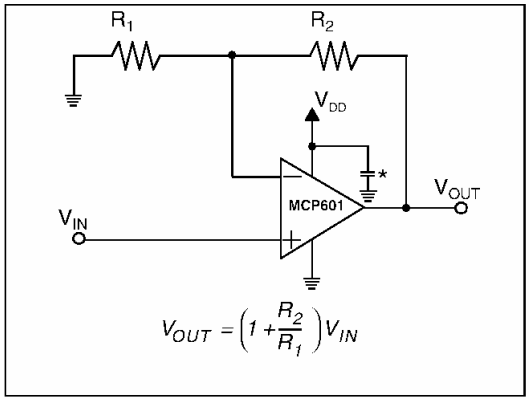


Fuente: Curso de Electrónica. Pagina 165.

1.4.3 Amplificador no inversor.

Este tipo de circuito es útil en aplicaciones donde es poco probable que se trabaje con voltajes negativos. Figura 8.

Figura 8. Amplificador NO Inversor.



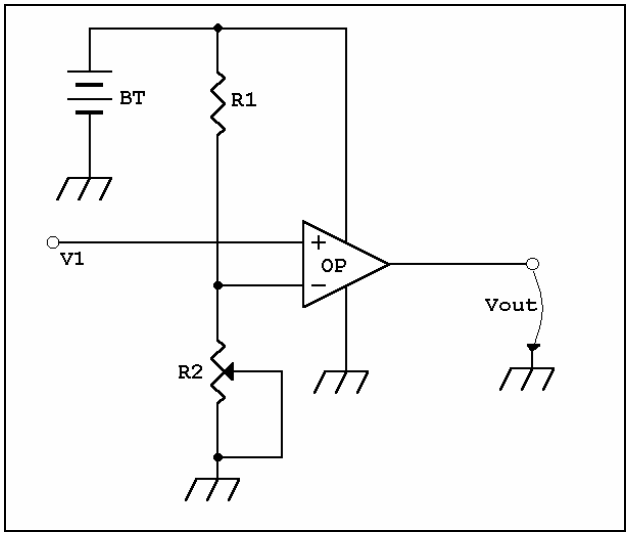
Fuente: Electricidad y Electrónica. Pagina 73.

1.4.4 Formas de conexión de un operacional como comparador simple.

Cuando el operacional se conecta como comparador simple se trabaja “en lazo abierto”, lo que significa que trabaja con la ganancia de lazo abierto (la mayor posible). En este caso la salida del dispositivo responde solamente con dos estados estables a los cambios de la señal en su entrada: con un estado de alto (muy cercano al nivel de la fuente) o con un estado de bajo (muy cercano a masa). En un comparador la señal de entrada se compara con un voltaje de referencia que está

conectado al pin inversor o no inversor dependiendo de si lo que se desea es comparar por exceso o por defecto a la señal de entrada.

Figura 9. Comparador

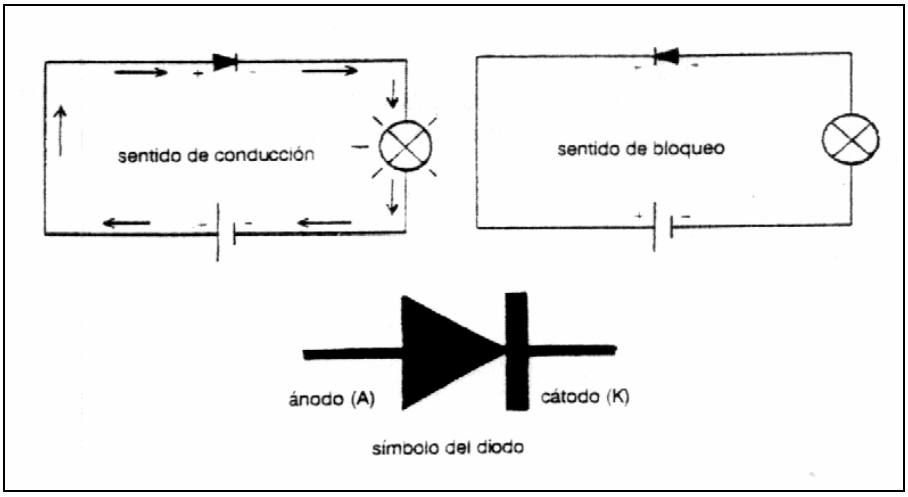


Fuente: Electricidad y Electrónica. Pagina 85.

1.5 Diodos

El diodo es un componente electrónico formado por semiconductores que tiene la prioridad de que en un sentido resulta buen conductor y en el opuesto aislante. La figura 10 muestra la implantación de un diodo en un circuito eléctrico, así como su símbolo. Cuando presenta un sentido de paso de corriente de ánodo a cátodo se dice que esta polarizado directamente y éste es el sentido de conducción. Colocado en posición contraria en el circuito se obtiene una polarización inversa, en la cual se produce el bloqueo de la corriente. Este diodo recibe el nombre de rectificador.

Figura 10. Símbolo del diodo

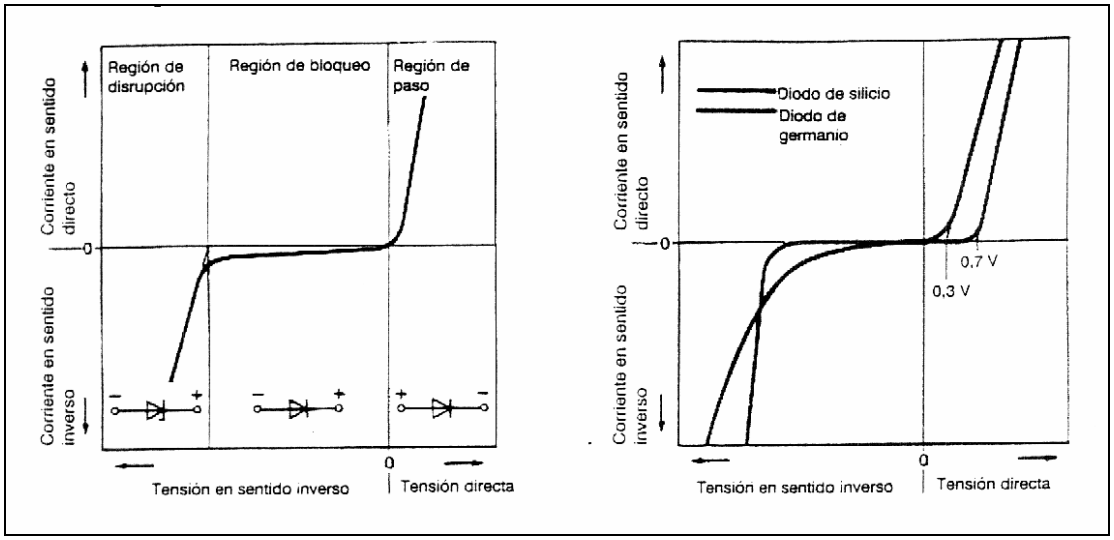


Fuente: Técnicas del Automóvil. Equipo eléctrico. Pág. 59

1.5.1 Características de los diodos

Estas características se dan por medio de graficas como las representadas en la figura 11 en las que puede verse que cuando se le aplica una tensión directa, se obtiene una corriente directa que aumenta rápidamente en valor a medida que lo hace la tensión, como puede verse en ambas graficas. Por el contrario, cuando se le aplica la tensión inversa, es decir, de sentido contrario al de conducción del diodo, se obtiene el bloqueo del mismo hasta un determinado valor de la tensión inversa. Esta zona es llamada región de bloqueo. A partir de un valor elevado de la tensión inversa se produce la disrupción, es decir, el diodo conduce débilmente en sentido contrario y cuando la tensión inversa se hace excesiva se produce la destrucción del diodo. La polarización del diodo en sentido directo difiere de unos a otros y es sensiblemente más baja en los diodos de germanio frente a los de silicio. Esta es una característica fundamental del diodo, así como su región de bloqueo por lo cual, los diodos de germanio se utilizan preferentemente para corrientes débiles y los de silicio para corrientes mayores.

Figura 11. Tensión aplicada al diodo



Fuente: Técnicas del Automóvil. Equipo eléctrico. Pág. 60

1.5.2 Funciones de los diodos

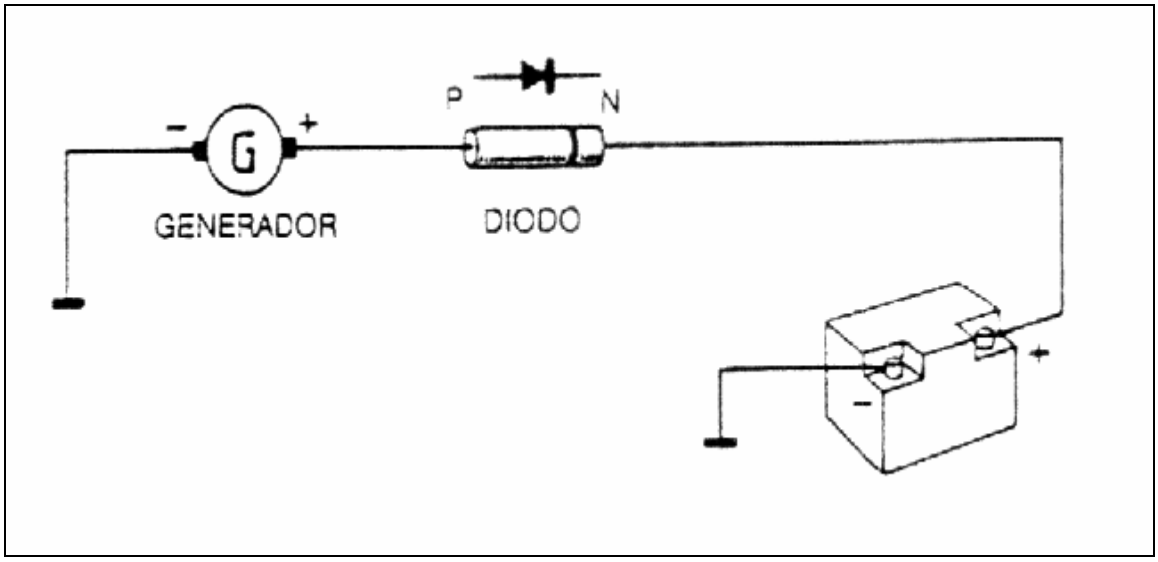
Los diodos se utilizan para diferentes funciones, de entre los cuales puede destacarse la de rectificadores de corriente. Otra de las funciones esenciales es la de proteger circuitos eléctricos contra picos de tensión.

La disipación térmica es un factor de extraordinaria importancia en cualquier tipo de semiconductor. Tanto en el de germanio como en el silicio, una temperatura excesiva puede provocar la destrucción del semiconductor y por ello, cuando se manejan corrientes elevadas se disponen de los diodos sobre aletas metálicas de refrigeración (de aluminio) capaces de evacuar el calor generado por el paso de la corriente.

En su realización practica, los diodos suelen presentar una forma cilíndrica y disponen una franja en uno de sus extremos, como puede verse en la figura 12, que los identifica en cuanto al sentido de paso de la corriente. La franja está situada en las cercanías de cátodo. En otras aplicaciones toma la forma de capsula (fig. 13) y en función del extremo del diodo que está en contacto con la parte metálica que le sirve de soporte, se denomina diodo de cátodo base o positivo y de ánodo base o negativo. Esta denominación define también el sentido en el que el diodo deja pasar

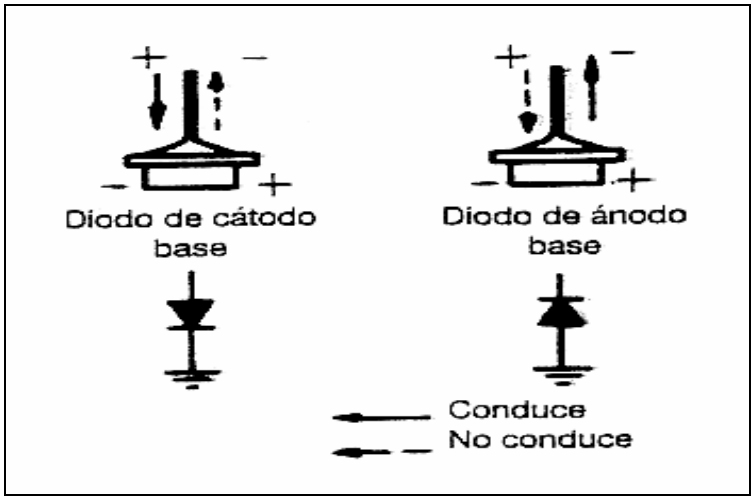
la corriente, que en el diodo de cátodo base es desde el cable Terminal al armazón, mientras que en el de ánodo base ocurre lo contrario.

Figura 12. Presentación del diodo.



Fuente: Técnicas del Automóvil. Equipo eléctrico. Pág. 60

Figura 13. Diodo en forma de cápsula.



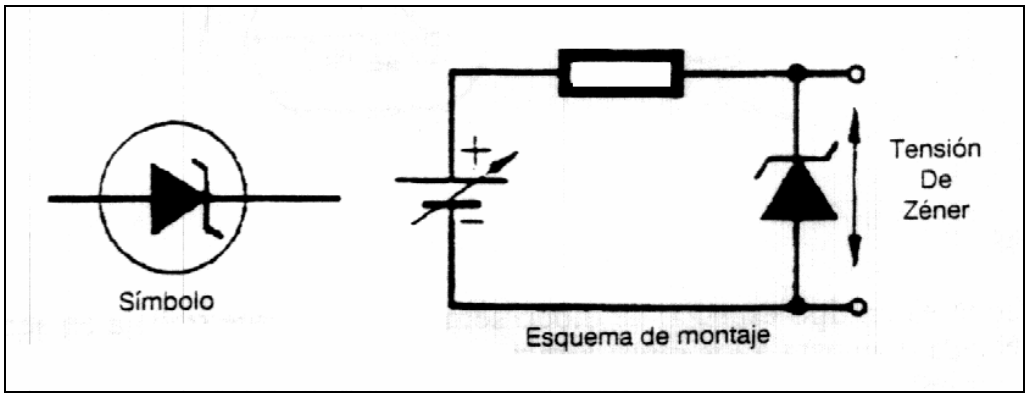
Fuente: Técnicas del Automóvil. Equipo eléctrico. Pág. 61

1.5.3 Diodo Zener

Este diodo semiconductor llamado Zener, que polarizado en sentido directo funciona como otro normal, pero que polarizado en sentido inverso permite el paso de corriente a partir de un determinado valor de la tensión de polarización (tensión

de Zener). Este tipo de diodo se utiliza principalmente en los circuitos eléctricos como estabilizador de tensión o bien como protección. La figura 14 muestra el montaje de un diodo Zener en su función de estabilizador de tensión. Cuando el valor variable de ésta supera el de polarización inversa del diodo, se produce la conducción en sentido inverso estableciéndose una corriente a través del Zener y la resistencia, que provoca una caída de tensión apropiada, de manera que la tensión aplicada al circuito se mantenga en el valor adecuado.

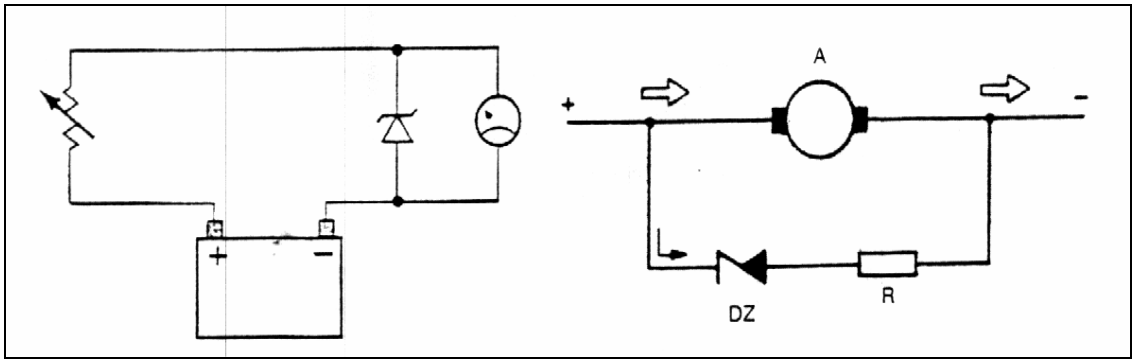
Figura 14. Montaje de un diodo Zener.



Fuente: Técnicas del Automóvil. Equipo eléctrico. Pág. 61

Cuando un aparato consumidor está sometido a importantes variaciones de tensión, puede protegerse mediante un diodo Zener, como muestra la figura 15 en dos ejemplos de aplicación. Cuando el valor de la tensión aplicada al consumidor supera el de la tensión del Zener, se produce el disparo del diodo Zener provocando la caída de tensión oportuna a través de la resistencia de descarga, volviendo el valor de la tensión en el circuito a los parámetros normales, en los cuales el diodo Zener se bloquea y el circuito recupera las condiciones iniciales. Esta aplicación es esencial, por ejemplo, en aparatos sensibles de medida.

Figura 15. Ejemplo de aplicación del diodo Zener.



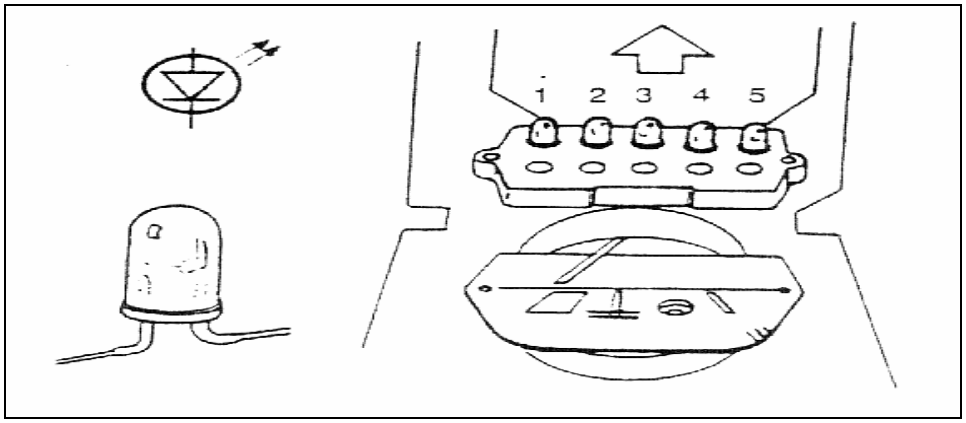
Fuente: Técnicas del Automóvil. Equipo eléctrico. Pág. 61

1.5.4 Diodo Led

Es un tipo especial de diodo utilizado en aplicaciones automovilísticas es el diodo emisor de luz, conocido con el nombre de diodo LED. Este diodo tiene la propiedad de emitir luz cuando circula a su través una pequeña corriente eléctrica, mediante la cual, algunos electrones desprenden fotones cuando son desplazados a su órbita de valencia. La luz emitida puede ser de diferentes colores, como verde, amarillo, rojo, etc., en función de que el material semiconductor haya sido impurificado con distintas sustancias (fósforo para el verde, arsénico para el rojo, etc.)

La utilización de diodos LEDs es muy frecuente en los tableros de instrumentos de los automóviles para señalización de funcionamiento de los circuitos. En general toman forma de una pequeña lámpara (figura.16) y suelen agruparse en una determinada zona del cuadro de instrumentos, tomándose distintos colores de acuerdo con la función que realicen. Una derivación directa del diodo luminiscente LED es el elemento semiconductor de indicación de cifras o display LED, que consiste en una combinación de diodos luminiscentes ordenados dentro de una pequeña carcasa común. Agrupando siete diodos luminiscentes de manera apropiada es posible representar cualquiera de los guarismos del 0 al 9.

Figura 16. Diodo Led

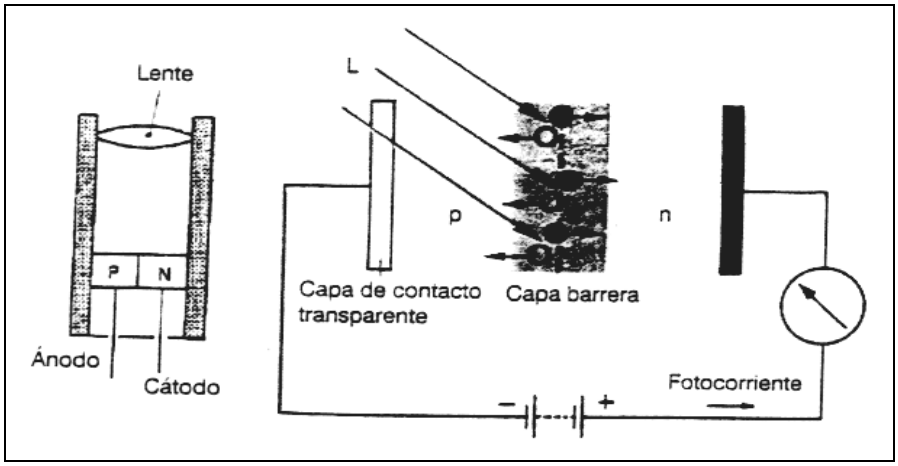


Fuente: Técnicas del Automóvil. Equipo eléctrico. Pág. 62

1.5.5 Fotodiodos

El fotodiodo es un tipo especial de diodo semiconductor que trabaja en sentido inverso y cuya unión PN está expuesta a los rayos luminosos, que al incidir sobre ella liberan electrones de valencia de su enlace cristalino y originan de esta manera huecos y electrones de conducción. La figura 17 muestra en esquema este tipo de diodo, que al igual que al diodo Zener se conecta a la fuente de alimentación en sentido inverso y, cuando incide un rayo de luz sobre la unión PN (generalmente a través de una lente) queda polarizado permitiendo el paso de la corriente inversa, como muestra el esquema de la figura.

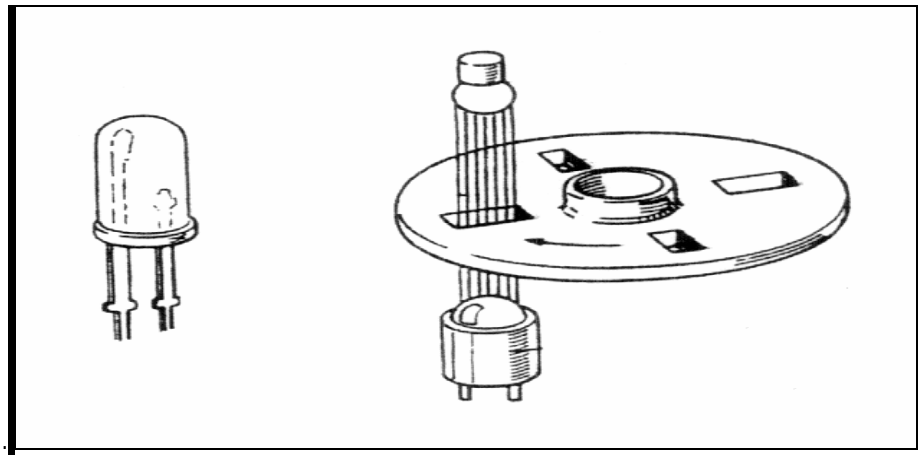
Figura 17. Fotodiodo



Fuente: Técnicas del automóvil. Equipo eléctrico. Pág. 62

En aplicaciones automovilísticas suele utilizarse el fotodiodo como interruptor automático del circuito de encendido (figura. 18). Para ello se coloca al frente a una lámpara cuya haz de luz incide sobre el fotodiodo a través de las ventanas de un disco giratorio, de manera que el fotodiodo conduce cuando la ventana permite el paso del haz de luz y se bloquea en caso contrario. La corriente eléctrica generada de esta manera en el fotodiodo es tratada convenientemente para comandar el corte de corriente en la bobina de encendido y obtener la alta tensión necesaria para el salto de la chispa en la bujía.

Figura 18. Fotodiodo como interruptor.



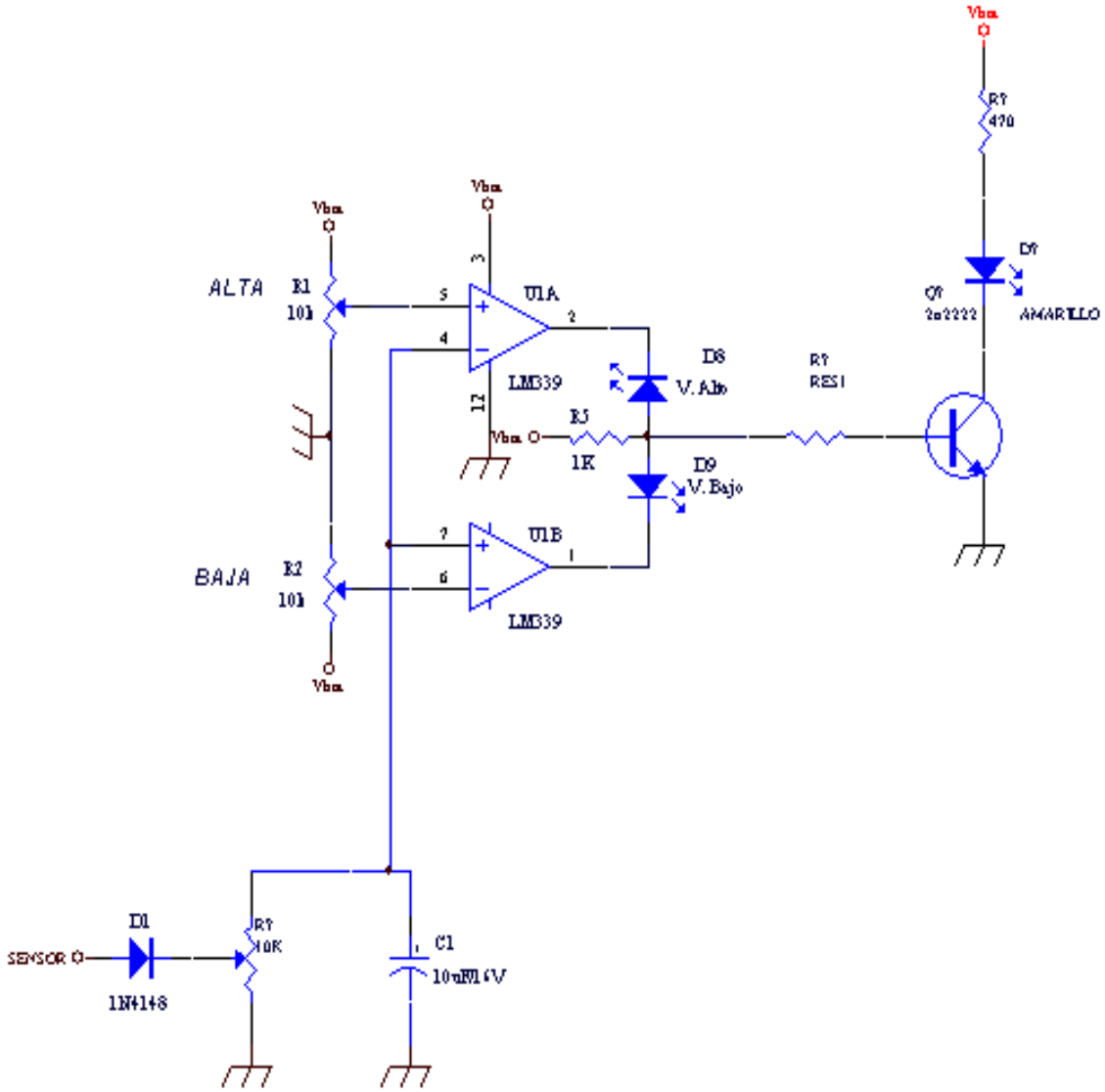
Fuente: Técnicas del Automóvil. Equipo eléctrico. Pág. 63

1.6 Funcionamiento del Medidor Analógico de Combustible.

El medidor esta diseñado utilizando un circuito basado en el comparador analógico LM339. La configuración utilizado comúnmente es denominada “Comparador de Ventana”, debido a que en el circuito se chequea un rango de la señal de entrada rebasa o no una “ventana” de voltajes de referencia ajustable en función del tipo de sensor utilizando dentro del tanque del vehiculo.

En el circuito utilizado para este trabajo se describen los siguientes componentes y funciones asociadas, como muestra la figura 19.

Figura 19 Medidor analógico de combustible



Fuente: Autores.

Potenciómetros R1 y R2: sirven para ajustar los niveles de comparación de la "ventana" de señal de ingreso que controla el circuito. Con R1 se ajusta el nivel de señal de la sonda que se considera "alto". Si la señal de la sonda (conectada a través del diodo D1), supera este valor se encenderá el diodo LED marcado como D8, señalizando un nivel demasiado alto de combustible. Por otra parte, con R2 se ajusta el nivel de señal de la sonda que se considera "bajo". Si la señal de la sonda, permanece por debajo de este valor se encenderá el diodo LED marcador como D9, señalizando un nivel bajo de combustible.

Amplificadores Operaciones Comparadores U1A y U1B: son circuito integrados incluidos todos en una sola capsula tipo “Dual In Line Package (DIP)” que se encargan de realizar la función de comparación del nivel de la señal de ingreso con respecto a los niveles prefijados a través de los potenciómetros R1 Y R2.

Diodo D1: Es un diodo de propósito general que evita los picos negativos que pudieran existir en la señal de ingreso; garantizando un funcionamiento seguro del circuito.

Transistor auxiliar Q1: Es un transistor de propósito general añadido al sistema para una futura interconexión de algún conmutador (relé por ejemplo) para lograr actuar sobre algún elemento del vehículo en caso de que el nivel de combustible sobrepase o esté por debajo de los niveles normales. En este trabajo sólo se indica el funcionamiento normal con un LED (marcado como D2).

1.7 Conclusión

Construir el circuito del medidor analógico de combustible fue poner en práctica la investigación realizada sobre los elementos electrónicos a usarse, al adaptar el medidor en el tablero de instrumentos y al hacer las pruebas de funcionamiento poniendo el combustible en el nivel mínimo, encendió la luz roja como estuvo previsto según el diseño. De igual manera al llenar al combustible, marco en el tablero nivel al máximo encendiéndose la luz verde, por lo que resulto llamativo para que el conductor obtenga la información de la cantidad existente en el depósito.

CAPITULO 2
CONSTRUCCION DEL TABLERO DE CONTROL

2.1 Introducción

Para su construcción usamos tubo metálico de ½ Pulgada como soporte dándole una forma de media luna con un proceso de doblado, en su interior colocamos tol, mediante un proceso de soldadura, perforamos el tol con un sacabocados tres agujeros de forma circular y una en forma rectangular, para colocar los indicadores de control. Así mismo se dio un proceso de pintado quedando el soporte de color azul y el fondo del tablero de color gris. En el tablero van ubicados los indicadores que son indispensables para el control del funcionamiento del motor Toyota 2 K montado en un banco como son: El indicador de nivel de combustible electrónico, el indicador de presión de aceite, el indicador de temperatura del líquido refrigerante del motor, y el indicador de control de carga, estos van fijos con tuercas por la parte trasera del tablero, analizaremos cada uno de los indicadores su misión y su funcionamiento.

2.2 Indicadores de control

Destinados a poner de manifiesto al conductor del automóvil para que en todo momento tenga una información precisa del funcionamiento de los diversos sistemas mecánicos y eléctricos del mismo, se dispone en el tablero de instrumentos una serie de aparatos de control, que indican el estado de los diferentes mecanismos, detectando las posibles averías en los mismos y avisando al conductor de las anomalías que se presentan en la marcha, evitando que las averías alcancen proporciones tan elevadas que el coste de la correspondiente reparación sea excesivo. Con estos dispositivos se tienen un control preciso del buen funcionamiento de los más importantes sistemas del vehículo, evitándo en gran parte los riesgos de accidentes que pudieran ocasionar determinados tipos de averías, que sin estos controles no hubieran sido detectados con la suficiente antelación.

Los dispositivos de control del motor Toyota 2k están agrupados en el tablero de la maqueta, para obtener la correspondiente información con un simple golpe de vista. Los distintos sistemas toman la forma de indicadores de aguja, lámparas testigos o avisadores acústicos, dependiendo del tipo de control a realizar para que sean de uno u otro tipo.

2.3 Indicador de presión de aceite

Para su correcta lubricación del motor, la bomba de aceite tiene que enviar con una presión conveniente a distintos puntos del motor para controlar en todo momento y en caso de que exista una avería este indicador de presión en el tablero ponga en alerta para que no se de daños de mayor magnitud.

La presión del aceite en el circuito de lubricación del motor Toyota 2k esta controlado por un reloj indicador de presión (Figura.20) con funcionamiento hidráulico, unido por una tubería a la canalización principal de lubricación, el cual mide exactamente la presión existente en el circuito.

Figura 20. Indicador de presión de aceite.

Fuente: http://www.todomotores.cl/accesorios/images/consola_relojes_1.jpg

Cuando el aceite a presión entra a través de la tubería de unión por el racor de entrada a la tubería elástica, esta se deforma proporcionalmente a la presión recibida, haciendo desplazar la aguja indicadora sobre la escala graduada de 0 a 80

PSI y de 0 a 5 kg/cm^2, obteniendo una lectura de 60 PSI durante el funcionamiento del motor.

2.4 Indicador de la temperatura del refrigerante

La temperatura alcanzada en cualquier momento del funcionamiento de un motor, no debe exceder de unos valores determinados. El circuito de refrigeración se encarga de evacuar el exceso de calor producido, manteniendo la temperatura dentro de unos valores convenientes. Para realizar esta misión se emplea el líquido refrigerante, que es enfriado en el radiador y devuelto al motor nuevamente siguiendo el ciclo. La temperatura alcanzada por este liquido es otro de los valores a controlar y para realizar esta función se disponen los indicadores de temperatura. En este motor, esta formado por un capsula instalada en la cámara de agua del motor y un reloj indicador visual (Figura.21), colocado en el tablero de instrumentos el cual lleva una escala graduada de 130 a 280 °F y de 50 a 139°C. La unidad de envío está constituida igualmente por una cápsula termométrica, cuya resistencia varía en función de la temperatura alcanzada por el líquido de refrigeración, la cual transmite al conducto que contiene mercurio y llega al reloj indicador marcando una temperatura de 85°C durante el funcionamiento del motor.

Figura 21. Indicador de la temperatura de refrigerante.

Fuente: http://www.todomotores.cl/accesorios/images/consola_relojes_1.jpg

2.5 Indicador del control de carga

Este indicador de control visual situado en el tablero de instrumentos esta constituido por un amperímetro de escala móvil.

El amperímetro es un aparato de medida, intercalado en serie en el circuito de carga entre el generador y la batería, (Figura.22). Este indicador da en todo momento la carga o descarga de la batería, según que la corriente circule por él en uno u otro sentido.

Figura 22. Indicador del control de carga.

Fuente: http://www.todomotores.cl/accesorios/images/consola_relojes_1.jpg

Esta constituido básicamente por un electroimán con una bobina amperimétrica, entre cuyas expansiones polares se mueve un pequeño imán permanente, orientado perpendicularmente en su posición de reposo a las líneas de fuerza del campo magnético y debido a la acción de un muelle de espiral. A este pequeño imán se une la aguja indicadora que se desplaza sobre una escala graduada de -60 con su posición 0 en el centro la cual esta graduada en amperios, hasta +60, dando como lectura 15 Amperios de carga durante el funcionamiento del motor.

2.6 Conclusiones

Del estudio de cada uno de los indicadores se ha obtenido su objetivo principal que es poner alerta al conductor dando de manera continua sus lecturas durante el

funcionamiento del motor, del indicador de aceite que funciona con presión del circuito y que se obtuvo una lectura de 60 PSI, significa que su funcionamiento esta bien y dentro del rango permitido de 0 a 80 PSI.

La temperatura del liquido refrigerante del motor que es otro valor a controlar, y el funcionamiento del motor tiende a subirla, esta es enviada al indicador de temperatura, mediante una capsula termométrica que varia su resistencia de acuerdo a su temperatura obteniendo una lectura de 85 ºC lo que significa que el motor esta funcionando bien y dentro del rango permitido por el indicador que es de 50º a 139 ºC. Del indicador de control de carga de la batería que esta graduada de -60 Amp. A+60 Amp. Con el motor funcionando tomamos su lectura dando 15 Amperios lo que indica que esta cargando la batería.

CAPITULO 3
CONSTITUCION Y FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR OTTO

3.1 Introducción

En este capitulo analizaremos lo que es un motor de combustión interna, estudio de los elementos constructivos, elementos que se combustionan, transformación de movimientos, ciclos de funcionamiento, diagramas y cotas de reglaje.

3.2 Principio de Funcionamiento del Motor Otto

Los motores de explosión, clasificados dentro del grupo de clasificación endotérmica por combustión interna, son los que realizan su combustión a volumen constante y, como todos los de su grupo, funcionan transformando la energía potencial calorífica que posee el combustible en energía mecánica que se aprovecha en su árbol motriz o cigüeñal. Este motor, con funcionamiento alternativo de su émbolo en un ciclo de cuatro tiempos, también conocido como motor Otto debido a su inventor, es el mas empleado en la actualidad para los vehículos. La transformación de energía se realiza en cuatro fases de trabajo, durante las cuales el embolo efectúa cuatro desplazamientos o carreras alternativas. Un sistema mecánico de biela – manivela, situado entre el pistón y el árbol motriz, transforma el movimiento lineal del émbolo en movimiento de rotación del árbol, produciendo dos vueltas completas del cigüeñal o árbol motriz en cada ciclo de funcionamiento.

La entrada y salida de gases en el cilindro es controlada por dos válvulas situadas en la cámara de combustión. La apertura y cierre de las mismas la realiza un sistema de distribución sincronizado con el movimiento del árbol motriz o cigüeñal.

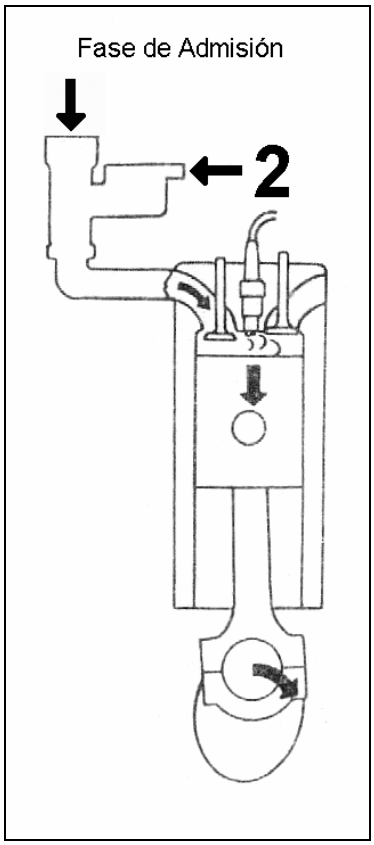
3.3 Fases de Funcionamiento del motor

El funcionamiento teórico del motor durante sus cuatro fases o tiempos de trabajo son: Admisión, Compresión, Expansión o Trabajo y Escape.

3.3.1 Primer tiempo. Admisión

Durante este tiempo (Figura.23) el pistón se desplaza desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI) y efectúa su primera carrera o desplazamiento lineal un giro de 180º. Mientras se realiza este recorrido del embolo, la válvula de admisión permanece abierta y, debido a la depresión o vació interno que crea el pistón en su desplazamiento, se aspira la mezcla aire – combustible, que pasa a través del espacio libre que deja la válvula de admisión para, de esta forma llenar en su totalidad el cilindro.

Figura 23. Fase de Admisión



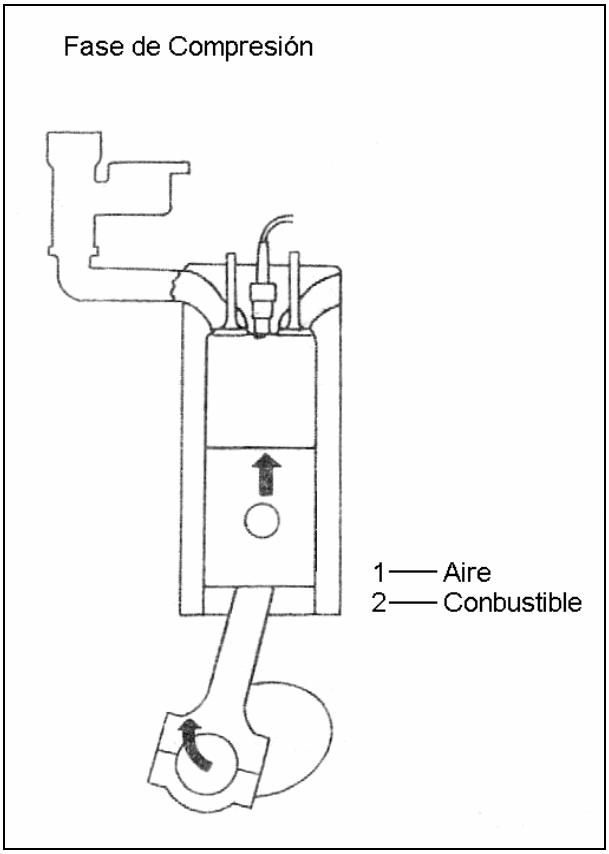
Fuente: Tecnología de la automoción. Motores 2. Pág. 6

3.3.2 Segundo tiempo. Compresión

En esta fase el pistón efectúa su segunda carrera y se desplaza desde el punto muerto inferior (PMI) al punto muerto superior (PMS). Durante este recorrido la muñequilla del cigüeñal efectúa otro giro de 180º completando, de esta forma la primera vuelta del árbol motriz (Figura. 24). Durante este desplazamiento las

válvulas permanecen cerradas y el pistón comprime la mezcla, la cual queda alojada en la cámara de combustión situada por encima del PMS.

Figura 24: Fase de Compresión

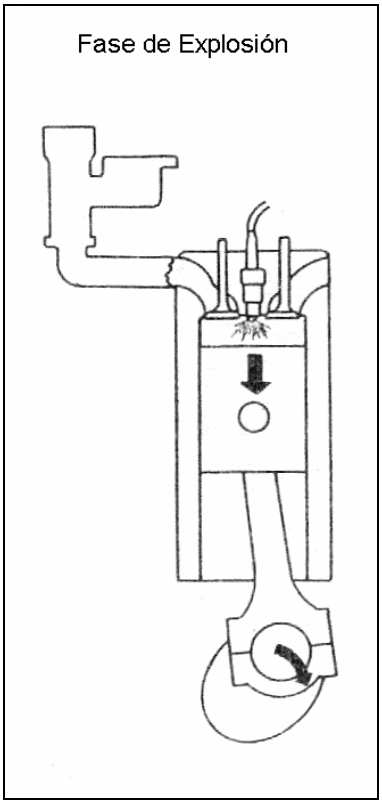


Fuente: Tecnología de la automoción. Motores 2. Pág. 6

3.3.3 Tercer tiempo. Expansión o Trabajo

Cuando el pistón llega al final de la compresión, se hace saltar, por medio de la bujía, una chispa eléctrica en el interior de la cámara de combustión, se produce la inflamación y combustión de la mezcla, lo que genera la fuerza de empuje que hace que el pistón se desplace, realizando su tercera carrera desde el PMS al PMI (Figura. 25) y hace girar otros 180º la muñequilla del cigüeñal. Durante esta carrera, llamada carrera motriz por ser la única que realiza trabajo se produce la transformación de energía, de energía calorífica a fuerza mecánica útil.

Figura 25: Fase de Explosión

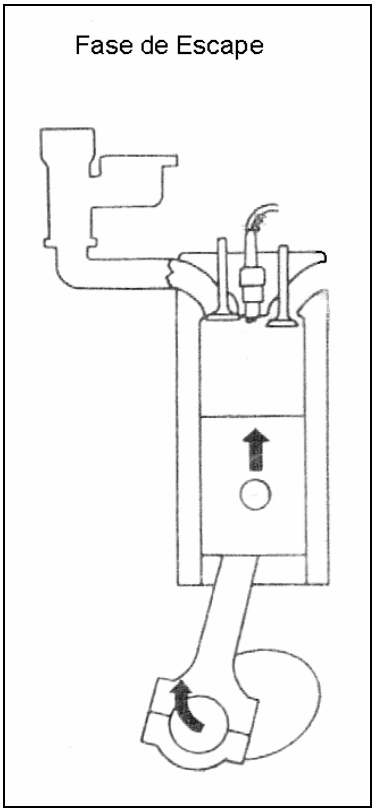


Fuente: Tecnología de la automoción. Motores 2. Pág. 6

3.3.4 Cuarto tiempo. Escape

En este tiempo el pistón realiza su cuarta carrera o desplazamiento desde el PMI al PMS (Figura.26), mientras la muñequilla del cigüeñal, con su giro de 180º, completa las dos vueltas del árbol motriz. Durante este recorrido del pistón la válvula de escape permanece abierta, por diferencia de presión, los gases quemados procedentes de la combustión salen a la atmósfera, y el resto de los gases es barrido por el pistón en su recorrido.

Figura 26: Fase de Escape.



Fuente: Tecnología de la automoción. Motores 2. Pág. 6

3.4 Ciclo de Trabajo

Mediante las fases explicadas, se puede entender, la transformación de energía que se realiza en un ciclo de cuatro tiempos. En los dos primeros la mezcla es aspirada y comprimida, para luego ser combustionada, en el tercer tiempo se realiza la transformación de energía, aportada por el combustible (Q1), en trabajo mecánico, y durante el cuarto tiempo, se evacuan al exterior los gases residuales y el calor sobrante (Q2) que no se ha transformado en trabajo mecánico.

De los cuatro tiempos que componen el ciclo, sólo efectúa trabajo efectivo útil en el tiempo de Expansión. La energía producida es recogida por el volante de inercia que la devuelve, en parte, para realizar los otros tres tiempos.

Por lo tanto el trabajo efectivo útil obtenido en el ciclo es la diferencia entre el trabajo total desarrollado durante el tiempo de expansión y el gastado en la realización de los tres tiempos.

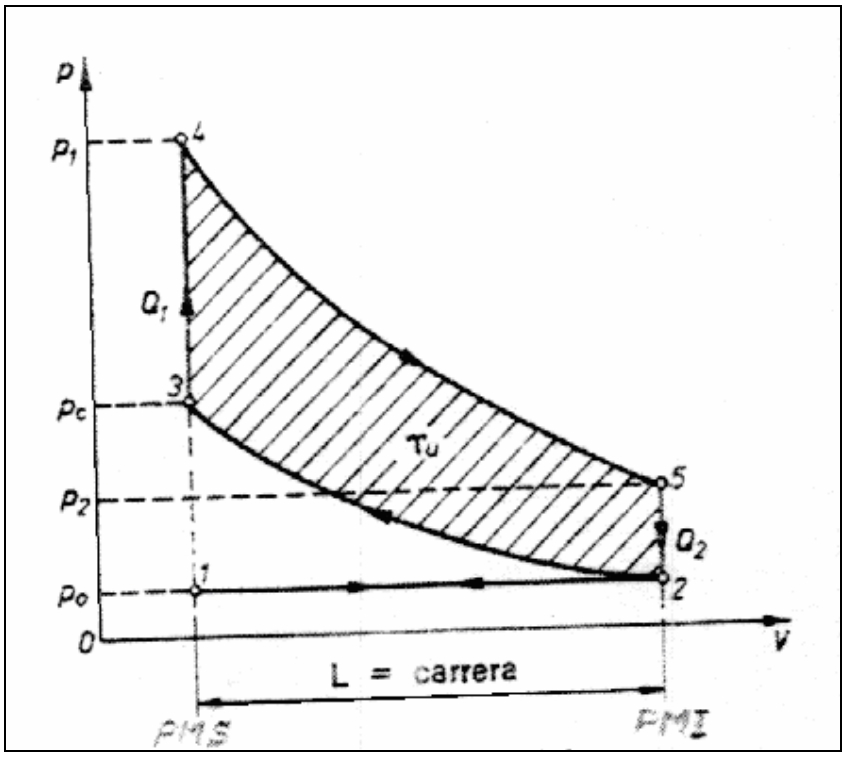
Este ciclo de trabajo que efectúa el motor para transformar la energía potencial del combustible en trabajo mecánico, se puede representar en un sistema de ejes coordenados, en función de sus características constructivas y de funcionamiento – diagrama presión- volumen – que determina gráficamente el comportamiento del motor y el trabajo que este desarrolla.

La forma que toma el diagrama esta condicionada por el comportamiento interno del motor, siendo el resultado independiente de la cilindrada del mismo, que varía en lo que respecta a sus dimensiones.

3.5 Diagrama del ciclo teórico

Al representar en un sistema de eje coordenados el ciclo de funcionamiento teórico se obtiene un diagrama cerrado (Figura. 27A) indicativo del trabajo máximo desarrollado en la transformación de energía según el ciclo de Carnot, en función de sus características constructivas y sobre el cual se pueden estudiar las diferentes fases desarrolladas en el mismo.

Figura 27 A. Diagrama Teórico



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 21

3.5.1 Durante la Admisión (Trayecto 1–2), el cilindro se llena de mezcla que ocupa teóricamente todo el volumen del mismo. La presión existente es la presión de entrada de los gases, o sea que la línea 1-2 es una isobara (de igual presión). La presión y temperatura en el punto (2) corresponden, por tanto, a la presión atmosférica y a la temperatura ambiente del motor.

3.5.2 Durante la Compresión (Trayecto 2-3), La mezcla es comprimida en el interior del cilindro, hasta que en el punto (3) alcanza una presión correspondiente a su relación de compresión (relación volumétrica). Durante este recorrido, y para efectuar la compresión de la mezcla, se gasta una cantidad de trabajo que es aportado por el volante de inercia, el cual continúa funcionando por la energía almacenada en el mismo durante el ciclo anterior. El trabajo aportado se transforma en calor y es absorbido por la mezcla.

Considerando esta curva (2-3) adiabática, es decir, que el recorrido se verifica sin perdidas de calor a través de las paredes del cilindro, la temperatura alcanzada por la mezcla en el punto (3), es la correspondiente al calor absorbido en la transformación del trabajo aportado por el volante para comprimir la mezcla, el cual esta en función de la relación de compresión; es decir:

$$\text{“}Tc = To \cdot Rc^{\alpha-1}\ \text{Temperaturas absolutas”.}\ ^{9a}$$

En la que

Tc = temperatura final de compresión

To = temperatura inicial

O también:

$$\text{“}Tc + 273 = (to + 273) \cdot Rc^{\alpha-1}\ \text{ºc”.}\ ^{9b}$$

Siendo

tc = temperatura final de compresión en ºC

to = temperatura inicial en ºc

Rc = relación de compresión

α = exponente calorimétrico del gas, empleado en función de su composición molecular, que para las mezclas utilizadas en los motores de explosión vale 1,33.

Debido a las temperaturas alcanzadas en la cámara de combustión al final de la compresión, la relación de compresión en estos motores no puede ser elevada, para que el calor producido no rebase el punto de inflamación del combustible.
La temperatura alcanzada por la mezcla comprimida hace elevar la presión interna, la cual alcanza un valor al final de la compresión igual a:

$$\text{“ } Pc = Po \cdot Rc^{\alpha} \text{ ”.}^{10\ 5}$$

$Pc =$ Presión final de compresión en kgf / cm^2

$Po =$ Presión inicial de la mezcla al final de la admisión en kgf / cm^2

En el punto (3) se produce el encendido de la mezcla y, por tanto la combustión a volumen constante (isócora 3-4), con aportación de calor (Q1) procedente del combustible, el cual eleva extraordinariamente la presión y la temperatura interna. De esta forma, en el punto (4) se obtiene presiones del orden de 40 a 70 kgf / cm^2 y temperaturas por encima de los 2000ºC.

Terminada la combustión en el punto (4), la presión interna produce el desplazamiento del pistón (4-5). La presión baja progresivamente hasta el punto (5), al aumentar el volumen durante la expansión. Durante este recorrido, considerado teóricamente adiabático (sin perdidas de calor), la temperatura cedida entre ambos puntos se ha transformado en trabajo gastado para desplazar el émbolo.

El punto (5), al final del recorrido, se mantiene a una presión por encima de la atmosférica (entra 4 y 5 kgf / cm^2, ya que en el cilindro están todavía los gases residuales incandescentes procedentes de la combustión, con temperaturas próximas a los 1000ºC.

[5] Formula. 9ª – 10. Tecnología de la Automoción 2.2. Pág. 20, 21.

Finalizada la carrera de expansión (punto 5), se abre la válvula de escape, a través de la cual salen al exterior los gases residuales, que escapan velozmente al exterior debido a la presión interna, hasta que esta se iguala a la presión atmosférica (isócora 5-2) (realizada teóricamente a volumen constante). El calor residual (Q2) que no se ha transformado en trabajo es cedido a la atmósfera.

Durante la carrera de escape (2-1), el embolo produce el barrido de los gases residuales que conserva todavía el cilindro, barrido que se produce a presión constante, ya que los gases están teóricamente a la presión atmosférica.

Analizando el diagrama teórico obtenido durante el funcionamiento del motor en su ciclo de cuatro tiempos (fig. 27A), se observa que el trabajo total desarrollado (Tt) por el motor equivale a la superficie total obtenida en el ciclo durante la expansión o transformación de energía (fig. 27B), menos el trabajo aportado (Ta) para realizar la compresión (fig.27C). Ambos se determinan en función de la presión media obtenida por la cilindrada del mismo.

$$\left.\begin{aligned} T1 &= \frac{P4+P5}{2}\cdot Vu \\ T2 &= \frac{P3+P2}{2}\cdot Vu \end{aligned}\right\} Tu = T1 - T2 = (pm1 - pm2)\cdot Vu$$

Pm1 = presión media = $\frac{P4+P5}{2}$

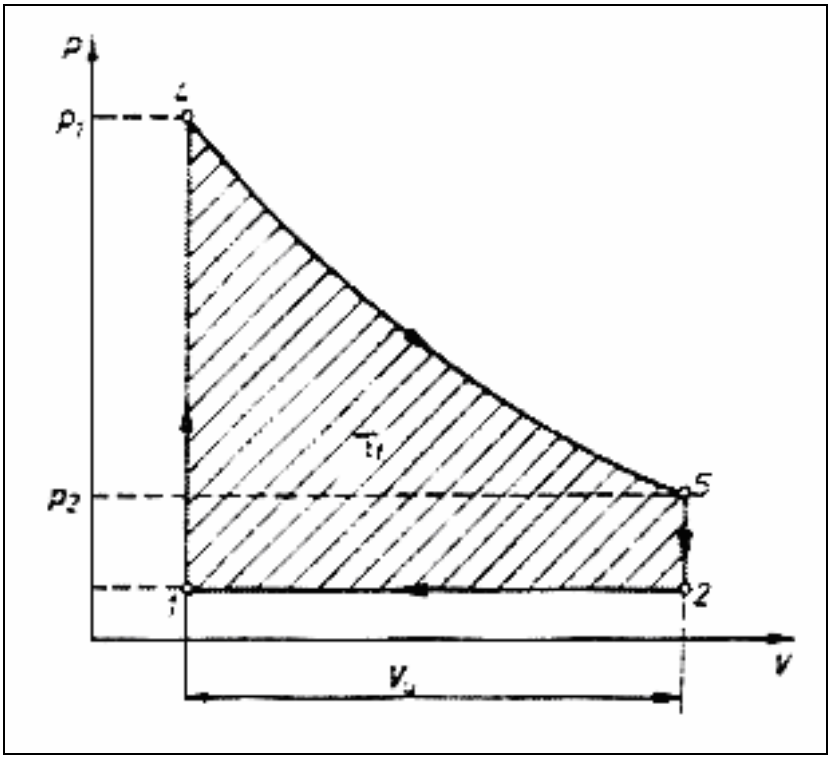
Pm2 = presión media = $\frac{P3+P2}{2}$

El trabajo útil (Tu) desarrollado por el ciclo equivale al área del diagrama obtenido (fig. 15 A)

$$\text{“}Tu = Pm\cdot Vu = Pm\cdot\frac{\pi\cdot D^2}{4}\cdot L = F\cdot L\text{”}\ ^{11}$$

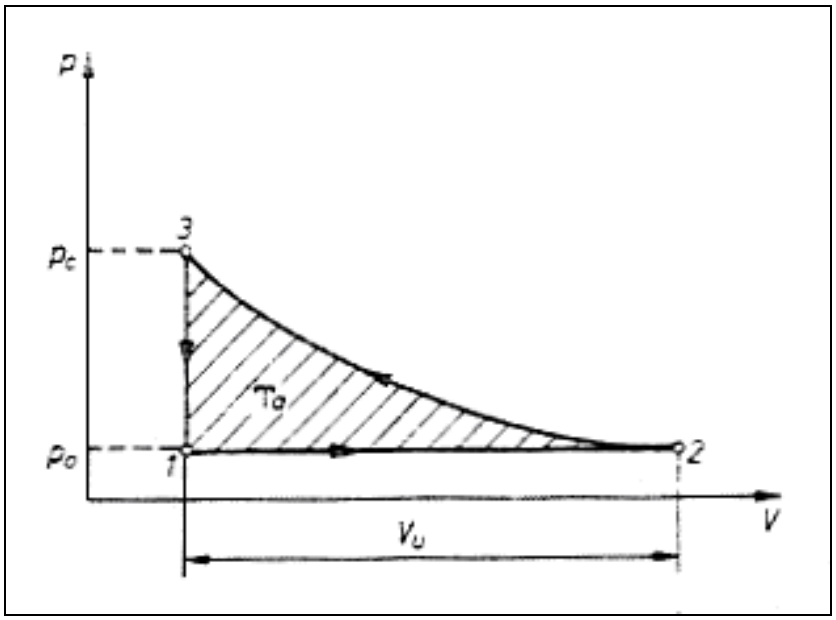
El trabajo resultante durante la admisión y escape en este ciclo es nulo, por ser iguales y de sentido contrario.

Figura 27 B. Trabajo Total Desarrollado



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 21

Figura 27 C. Trabajo total aportado por el volante de inercia



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 21

3.5.3 Rendimiento de este ciclo

Como se puede observar en el desarrollo del ciclo teórico de funcionamiento, no todo el calor (Q1) aportado durante la combustión, se transforma en trabajo, ya que parte del mismo se evacua a la atmósfera por el escape al final de la expansión. Por lo tanto el rendimiento térmico (ηt), obtenido en este ciclo durante la transformación de la energía térmica del combustible es equivalente al porcentaje de energía aprovechada o calor transformado en trabajo:

$$\text{“}\eta t = \frac{Q1 - Q2}{Q1} = 1 - \frac{Q2}{Q1}\text{”} \quad 12$$

Teniendo en cuenta las transformaciones termodinámicas que intervienen en la realización del ciclo según la figura 27A, se tiene:

1. ° Transformaciones isócoras a volumen constante, V = K

$$\left.\begin{aligned} Q1 &= m \cdot cv(T4 - T3) \\ Q2 &= m \cdot cv(T5 - T2) \end{aligned}\right\}$$ Sustituyendo en la Formula 13.

$m =$ Masa

$cv =$ Calor especifico a volumen constante

$$\text{“}\eta t = 1 - \frac{T5 - T2}{T4 - T3}\text{”} \quad 13$$

2. ° Transformaciones adiabáticas a calor constante, $Q = T \cdot V^{\alpha - 1} = K$

$$T5 \cdot V5^{\alpha - 1} = T4 \cdot V4^{\alpha - 1}$$

$$T3 \cdot V3^{\alpha - 1} = T2 \cdot V2^{\alpha - 1}$$

De donde:

$$\text{“}\frac{T5}{T4} = \left(\frac{V4}{V5}\right)^{\alpha - 1}\text{”} \quad 14a$$

Y

$$\frac{T2}{T3}=\left(\frac{V3}{V2}\right)^{\alpha-1} \quad (14b)^{6}$$

Como $\frac{V5}{V4}=-\frac{V2}{V3}=Rc$ (relación de compresión), al sustituir este valor en las dos ecuaciones 14a y b queda:

$$\frac{T5}{T4}=\frac{T2}{T3}=\frac{1}{Rc^{\alpha-1}}$$

O también

$$\frac{T5-T2}{T4-T3}=\frac{1}{Rc^{0,33}}$$

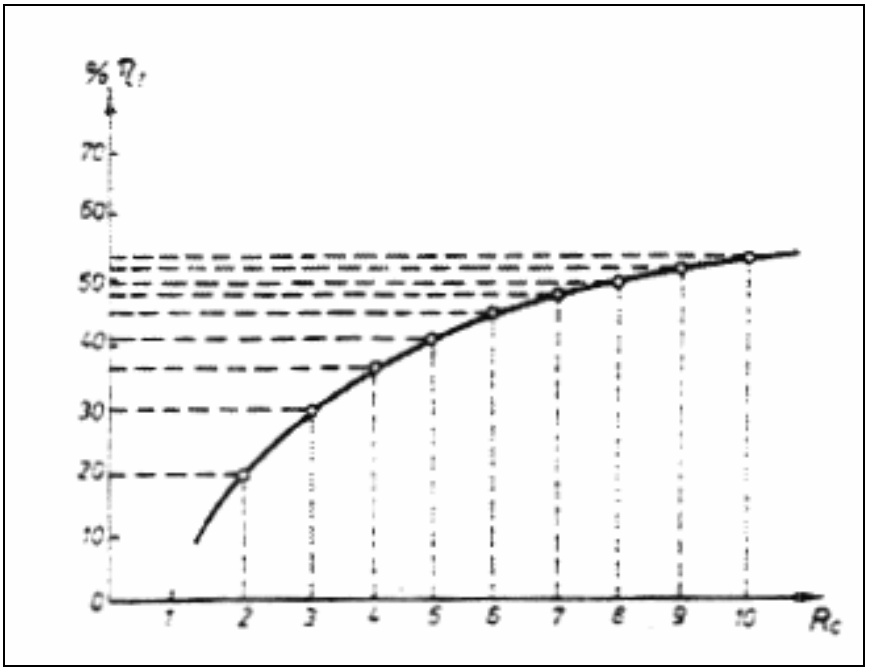
Sustituyendo el resultado obtenido en la ecuación 13, queda finalmente como valor del rendimiento térmico:

$$\eta t=1-\frac{1}{Rc^{\alpha-1}}=1-\frac{1}{Rc^{0,33}} \quad (15)^{7}$$

Como se puede observar, el rendimiento térmico de un motor es independiente de la cilindrada del mismo, estando solamente en función de la relación de compresión, lo cual quiere decir que el aprovechamiento de la energía en los motores, es tanto mayor cuanto más elevada es la relación de compresión empleada (figura. 28).

[6] Formula. 12 – 14b. Tecnología de la Automoción 2.2. Pág. 22.
[7] Formula 15. Tecnología de la automoción 2.2. Pág. 23.

Figura 28. Rendimiento Térmico en función de su relación de compresión



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 23

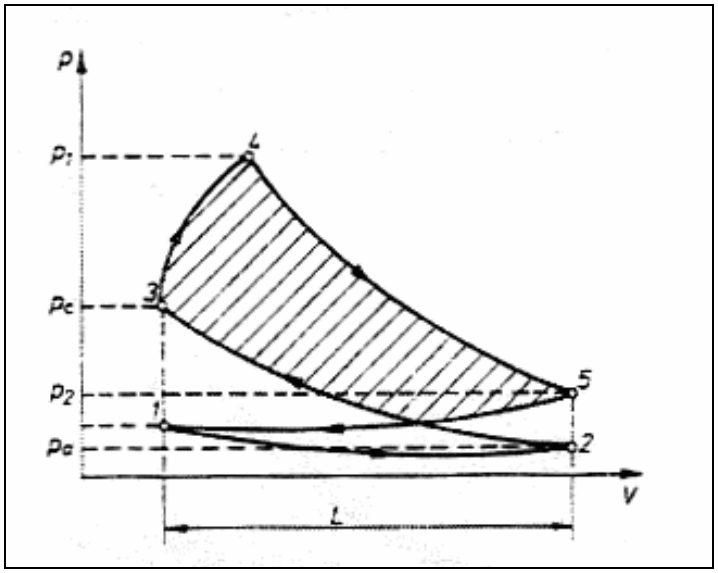
3.6 Diagrama del ciclo real

El comportamiento interno de los motores durante sus fases o tiempos de trabajo nunca se realiza según el ciclo teórico descrito, sino que este sujeto a una serie de factores que lo modifican. Por consiguiente, el rendimiento del ciclo real es menor y, como consecuencia de ello, también lo es el trabajo útil desarrollado por el motor.

No obstante, debe conocerse siempre el diagrama teórico del motor diseñado, correspondiente al mayor rendimiento térmico del combustible, ya que sirve de indice para conocer el grado de calidad del nuevo ciclo obtenido y permite introducir las modificaciones necesarias en la distribución del mismo, para conseguir un ciclo que se aproxime lo máximo posible al teórico.

Estudiando el ciclo real del motor se obtiene un diagrama como el representado en la figura 29. Los factores que intervienen en la deformación del mismo son los siguientes:

Figura 29. Diagrama del ciclo real de funcionamiento



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 23

3.6.1 Durante la Admisión (1 – 2), la presión no se mantiene constante en el interior del cilindro debido al llenado insuficiente del mismo. Esto crea una depresión interna, con lo cual se llega al punto (2) con una presión por debajo de la atmosférica (≈ 0,6 kgf/cm²).

Esta depresión se debe, en principio, a que la apertura de la válvula de admisión en el PMS (punto 1), los gases internos residuales del ciclo anterior se encuentran por encima de la presión atmosférica, con lo cual los gases frescos no pueden entrar hasta que la aspiración se produzca por de presión interna. Esto ocurre cuando el émbolo ha avanzado lo suficiente para crear el vació necesario. Este efecto de inercia a la entrada de la mezcla, unido al rozamiento de la misma a su paso por los tubos de aspiración y al estrangulamiento en la válvula al inicio de su apertura, hacen que la admisión no comience hasta después de un cierto recorrido del émbolo. Cuando los gases han adquirido la velocidad de entrada suficiente – casi al final del recorrido del émbolo - se cierra la válvula de admisión, que corta el llenado del cilindro e impide que se efectúe totalmente. Este efecto es causado a medida que el motor aumenta su velocidad de giro, ya que, entonces, los tiempos de llenado son aún más cortos.

3.6.2 Durante la compresión (2-3), la presión final obtenida esta por debajo de la teórica, en principio, ya que se parte de una presión más baja para obtener la relación volumétrica por lo que la energía aportada por el volante, que se transforma en calor, no lo hace adiabáticamente, sino que parte del calor cedido se pierde a través de la paredes del cilindro y el sistema de refrigeración.

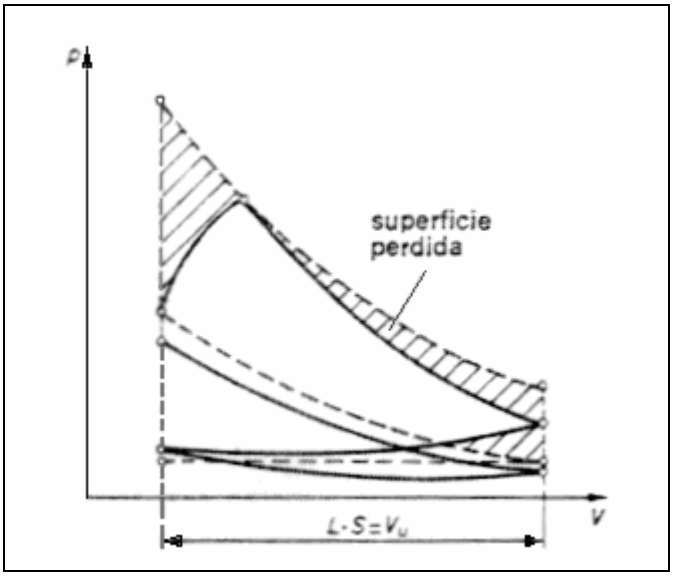
3.6.3 Al saltar la chispa al final de la compresión, la combustión de la mezcla no se realiza instantáneamente, debido a que para ello necesita un cierto tiempo, que aún siendo muy corto, es suficiente para que el émbolo haya iniciado su carrera descendente, con lo cual el aumento de volumen (punto 4), hace que la presión final de combustión sea muy inferior a la teórica. Hay que tener en cuenta, además, que es parte de una presión más baja (punto 3) y que la evacuación de calor interno es mayor al aumentar la superficie radiante con el aumento de volumen.

3.6.4 Durante la expansión o carrera de trabajo (4-5), aunque se realiza en las mismas condiciones adiabáticas, se produce un trabajo útil menor porque la presión máxima de partida es más baja, lo que se traduce en una menor fuerza de empuje. Pero además hay que tener en cuenta que, durante el recorrido, se evacua o pierde el calor a través de las paredes del cilindro, y se llega al final de la expansión (punto 5) con una transformación energética muy inferior a la teórica.

3.6.5 Al abrirse la válvula de escape (punto 5), la presión no baja instantáneamente a la presión atmosférica, sino que los gases necesitan un cierto tiempo para salir, durante el cual el émbolo ha iniciado su carrera ascendente, produciendo el barrido gradual de los gases hacia el exterior (5-1). Al final del escape los gases deberían tener la presión atmosférica pero, en realidad, no ocurre así, ya que las válvulas necesitan un cierto tiempo para actuar, de forma que, cuando el émbolo llega al PMS, la válvula de escape está casi cerrada. Esto produce un estrangulamiento a la salida de los gases que impide sean evacuados de forma total, y cuando se cierra totalmente, los gases residuales que quedan en la cámara de combustión se encuentra a una presión por encima de la atmosférica, iniciándose en estas condiciones la admisión del nuevo ciclo.

Comparando este ciclo con el teórico (figura. 30), puede comprobarse que el rendimiento obtenido en estas condiciones es muy pobre, resultando un trabajo útil muy inferior al teórico, determinado, como se sabe, por la superficie del mismo en el diagrama.

Figura 30. Comparación de los ciclos real y teórico



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 24

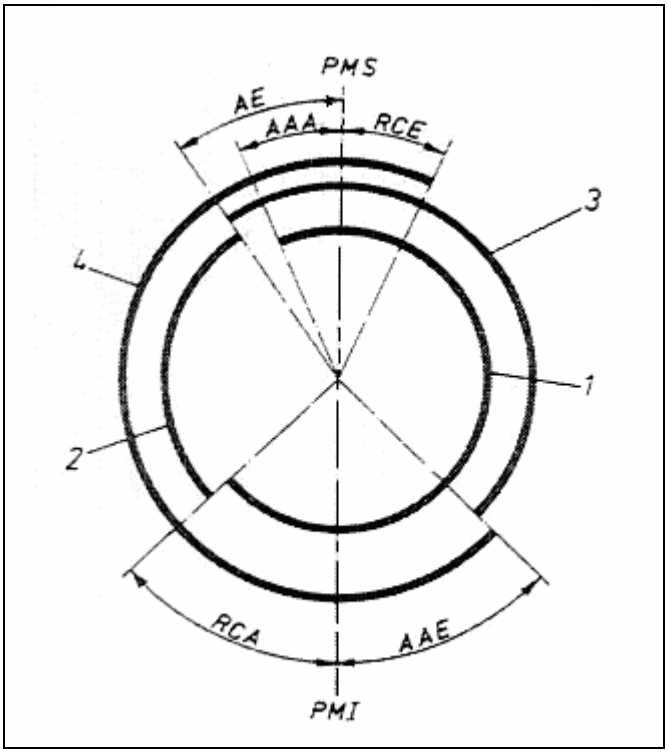
3.7 Ciclo práctico o diagrama real corregido

Como se ha podido observar, el bajo rendimiento obtenido en el motor durante su ciclo real de funcionamiento es debido principalmente al tiempo que tarda la mezcla en quemarse, así como a la deficiencia en el llenado y evacuado de los gases residuales, lo que hace que disminuya la cantidad y calidad de la mezcla en el cilindro.

Para mejorar este ciclo, de forma que el diagrama obtenido se acerque lo más posible al teórico, se actúa sobre las cotas de distribución (figura. 31). Con este propósito se adelanta y retrasa respectivamente la apertura y cierre de las válvulas para conseguir un mejor llenado y evacuación de los gases y además se da un adelanto al encendido para compensar el retraso en la combustión.

Estos adelantos y retrasos en la apertura y cierre de las válvulas, conocidos como cotas de reglaje en la distribución, cumplen los siguientes fines:

Figura 31. Diagrama de la distribución, con cotas de reglaje.



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 24

3.7.1 Adelanto en la apertura de la admisión (AAA).

Al hacer que la válvula se abra antes de que el pistón llegue al PMS en su carrera de escape, se consigue que, al iniciarse la aspiración de la mezcla, la válvula esté completamente abierta, evitando la estrangulación a la entrada de los gases.

3.7.2 Retraso en el cierre de la admisión (RCA).

Al hacer que la válvula se cierre un poco después de que el émbolo llegue a su PMI (con lo que se inicia la fase de compresión), se consigue un mejor llenado de los cilindros, debido a la inercia o velocidad de entrada que llevan los gases al final de la admisión.

La fase de compresión se inicia cuando la válvula de admisión se cierra y antes de que el pistón llegue a su PMS. En este momento se produce el encendido (adelanto al encendido, AE), con lo cual gran parte de la combustión se realiza en tiempo de compresión, compensando así el tiempo que la mezcla tarda en quemarse, de forma que, al final de la combustión, el retroceso del pistón en su fase de expansión es mínimo y, por tanto, la presión alcanzada en la cámara de combustión es más elevada.

3.7.3 Adelanto en la apertura del escape (AAE).

Consiste en lograr que esta válvula se abra un poco antes de que el pistón llegue al PMI en la expansión. Así la presión interna baja antes, restando parte de energía al ciclo. No obstante cuando se inicia el escape la válvula, que ya esta completamente abierta, evita el estrangulamiento a la salida y la contrapresión originada en el escape, lo que disminuye la energía necesaria para realizar el barrido de los gases.

3.7.4 Retraso en el cierre del escape (RCE).

Cerrando la válvula un poco después de que el pistón llegue a su PMS, y en tiempo de admisión, se consigue una mejor evacuación de los gases quemados debido a la mayor velocidad de expulsión. Los gases residuales que pueden quedar en el interior del cilindro están a la presión atmosférica y, por tanto, no impiden la entrada de los gases frescos.

3.8 Cruce de válvulas

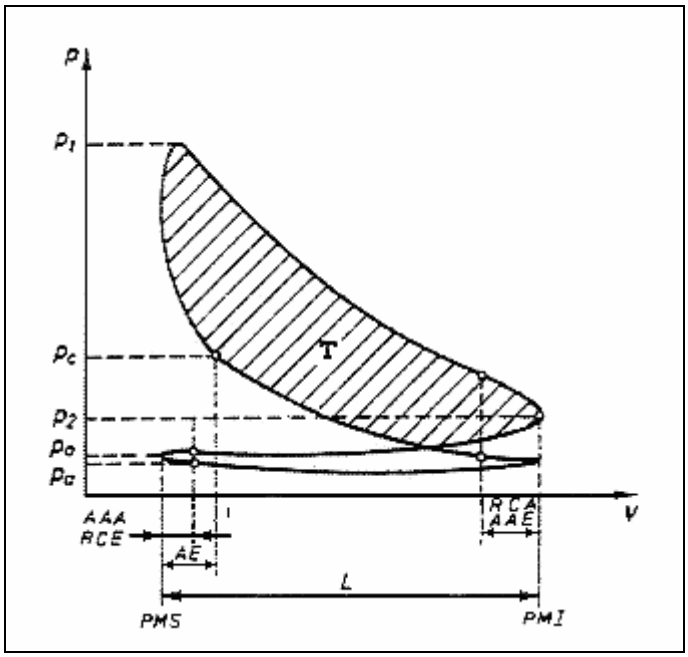
Debido al AAA y al RCE hay un instante en que las dos válvulas están abiertas. Este momento es conocido como crece de válvulas o distribución cruzada.

Durante el mismo, en teoría, los gases procedentes de la admisión tenderían a salir por el escape. Realmente no ocurre así, sino que los gases de escape, debido a la velocidad que llevan crean una succión, al pasar cerca de la válvula de admisión, que vence la inercia de los gases frescos y facilita la entrada de la nueva mezcla, que barre los gases residuales. Cuando los gases frescos llegan a la válvula de escape ésta ya esta cerrada.

Como se puede notar, esta disposición en cruce de las válvulas beneficia notablemente el rendimiento del motor, ya que elimina mejor los residuos de gases quemados y hace que la mezcla contenida en el cilindro para realizar el nuevo ciclo sea lo más pura posible, con lo cual el aprovechamiento de la cilindrada y energía del combustible es mayor.

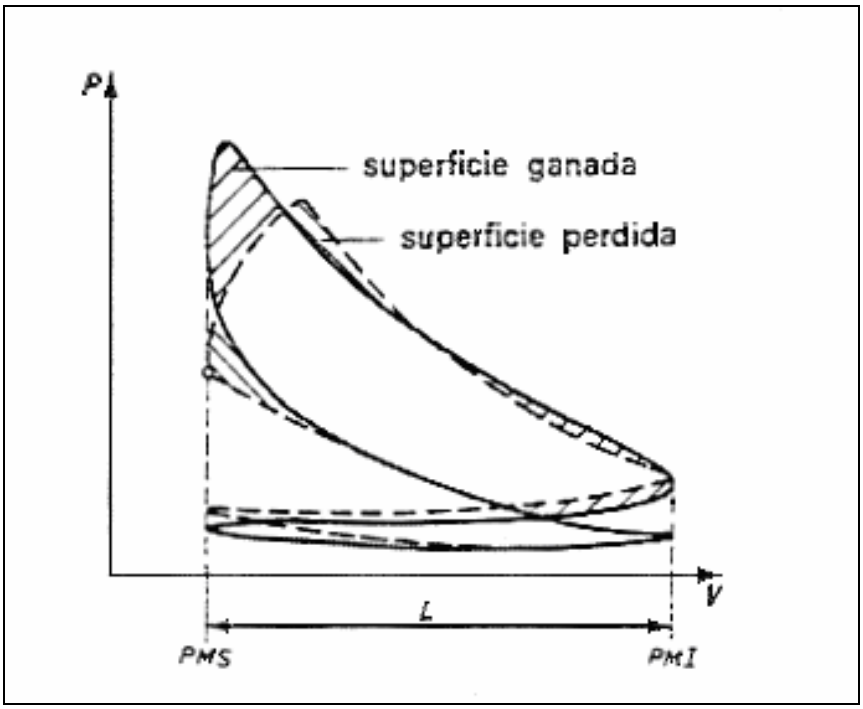
En estas condiciones, el diagrama obtenido en el ciclo real corregido o ciclo práctico (figura. 32) tiene una superficie de trabajo mucho mayor. Comparado con el ciclo real (figura. 33) se observa la mejora del rendimiento obtenido que, sin llegar al teórico (figura. 34), con un buen reglaje en la distribución al diseñar el motor, puede aproximarse al 90%.

Figura 32. Diagrama real corregido o ciclo práctico



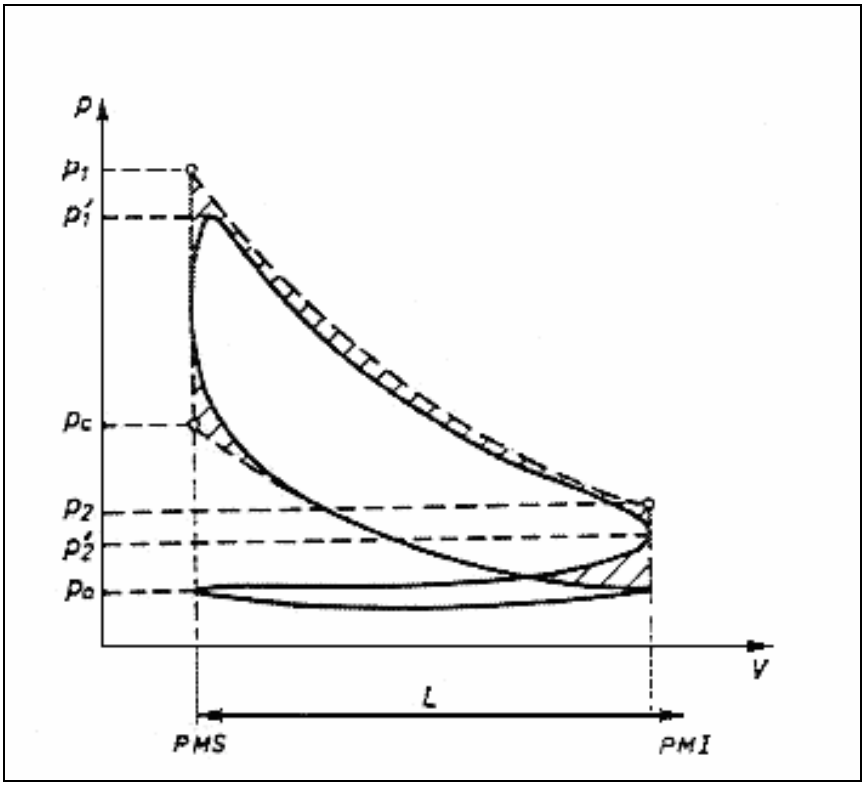
Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 25

Figura 33. Comparación con ciclo real sin reglajes



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 25

Figura 34. Comparación entre el ciclo real corregido y el teórico.



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 25

3.9 Cotas de reglaje y efectos de una mala distribución

Las cotas de reglaje son prefijadas por el constructor en su fase de experimentación. Al diseñar un nuevo motor, estas cotas se fijan, en principio, por comparación con otro tipo de motores con características análogas, y posteriormente se corrigen durante los ensayos en el banco de pruebas con el indicador de diagramas, hasta conseguir los datos óptimos de máximo rendimiento.

Esta cotas de reglaje en la distribución, que suelen estar comprendidas dentro de los valores indicados en la tabla 1, son trasladadas, en cuanto a la apertura y cierre de las válvulas al árbol de levas; de esta forma, una vez fijadas, el reglaje de un motor es ya invariable.

Tabla 1 Cotas de distribución para motores Otto de cuatro tiempos

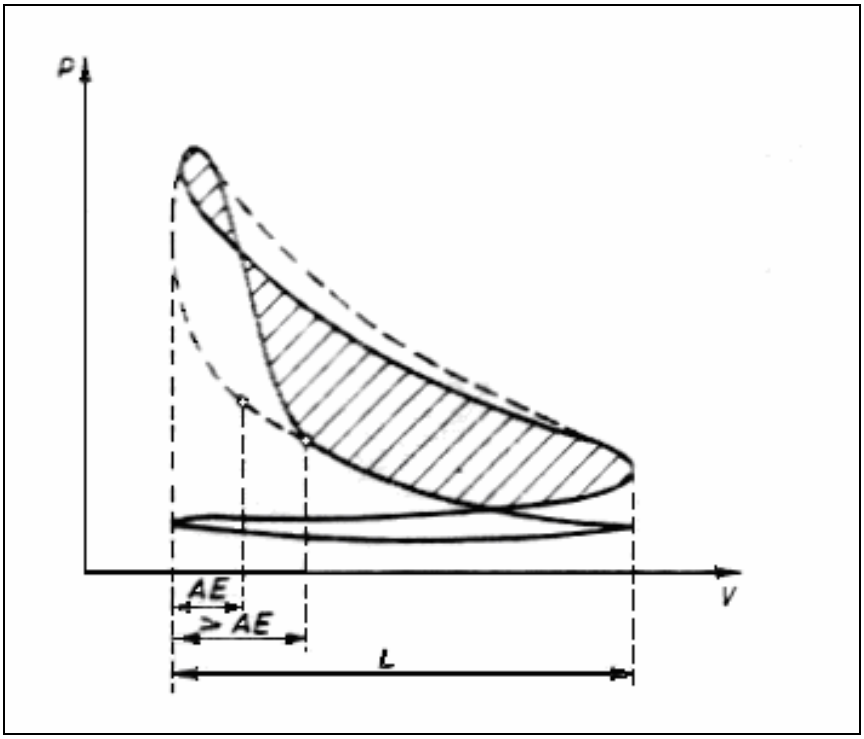
Tipo	AAA	RCA	AAE	RCE	AE
Motores lentos	10 – 20º	30 – 40º	35 – 50º	0 – 10º	0 – 15º
Motores rápidos	10 – 30º	40 – 60º	40 – 60º	5 – 30º	10 – 40º

El adelanto al encendido se efectúa en el distribuidor; dado que aquel es variable en función de la velocidad de régimen del motor, las cotas de reglaje ya están preparadas con un sistema de regulación centrifuga y de vacío, para adecuar el adelanto de chispa a la velocidad de régimen del motor.

Una inadecuada distribución en los motores causa una serie de deformaciones en el ciclo, que hacen que disminuya su rendimiento, tal como se puede observar en los diagramas obtenidos y comparados con el diagrama real práctico obtenido con una correcta distribución.

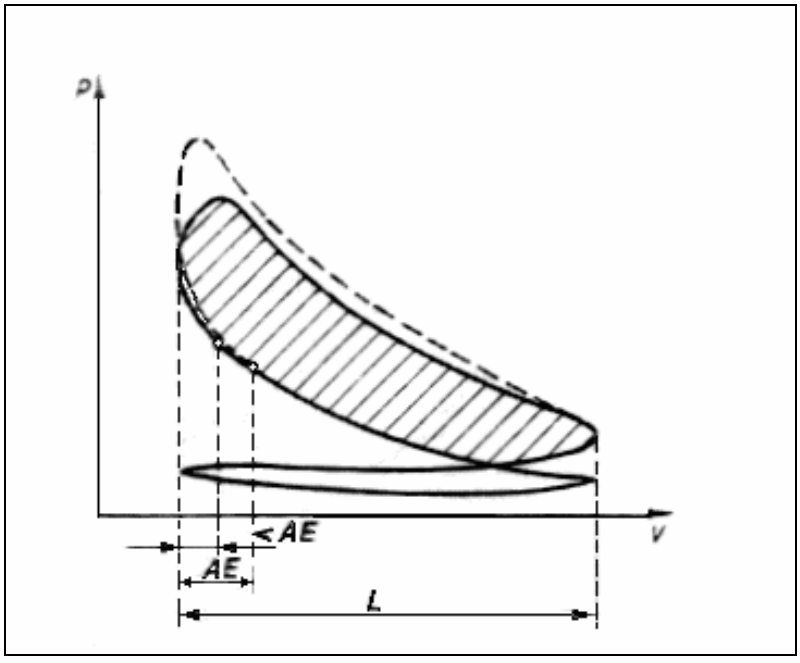
En la figura 35 puede observarse los efectos producidos por un excesivo adelanto en el encendido, y en la figura 36 cuando el encendido esta retrasado.

Figura 35. Excesivo adelanto al encendido



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 26

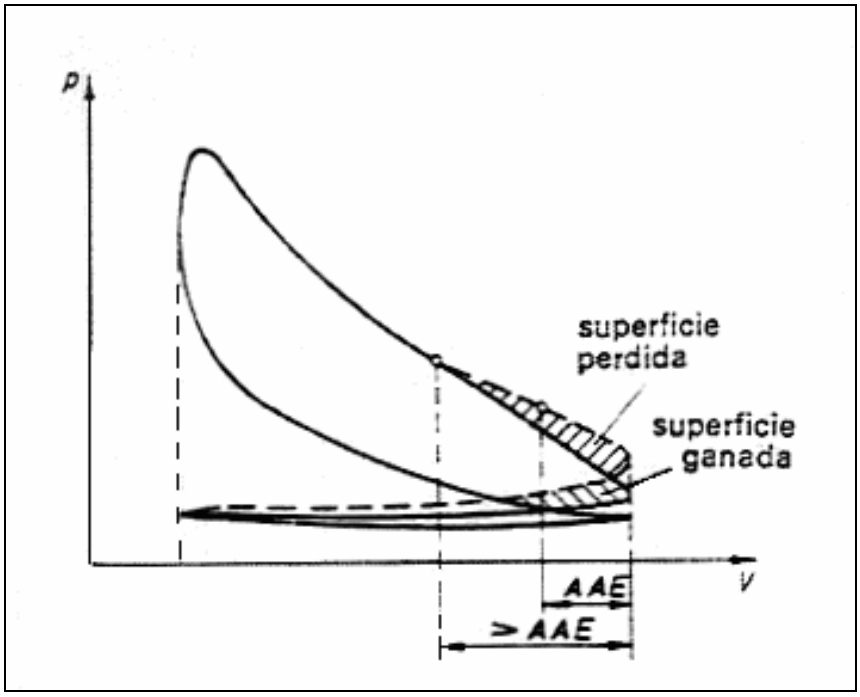
Figura 36. Insuficiente avance al encendido.



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 26

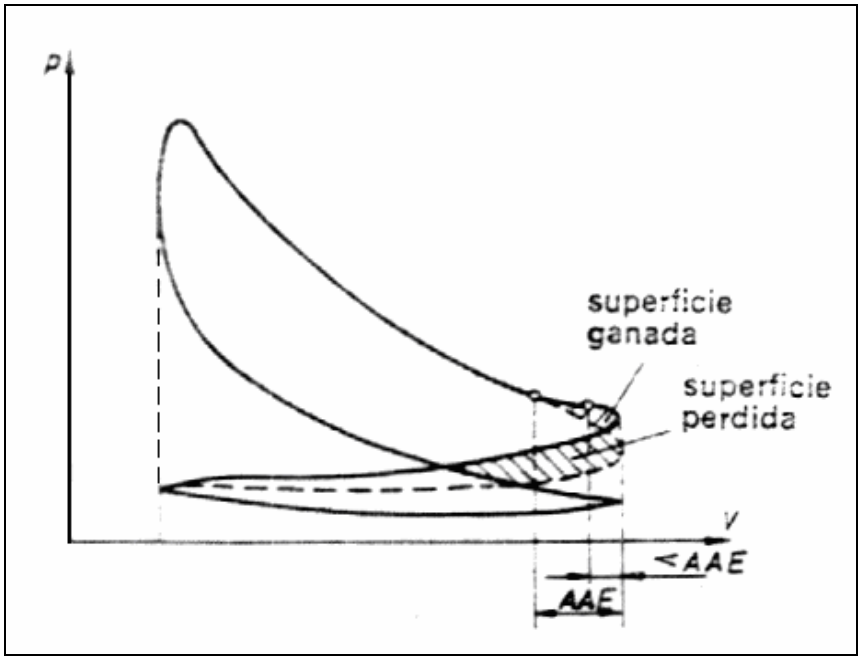
En las figura 37 y 38 puede observarse los efectos producidos por un excesivo adelanto o retraso en el avance de apertura del escape.

Figura 37. Excesivo avance de apertura al escape.



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 26

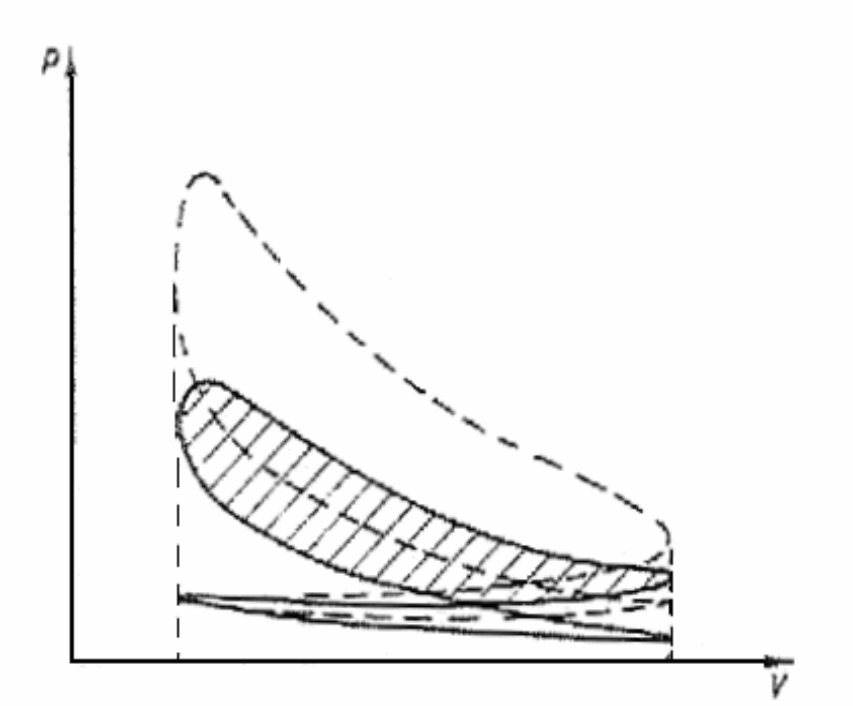
Figura 38. Insuficiente avance de apertura al escape



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 26

Los efectos producidos por un llenado insuficiente en el cilindro (figura. 39), causado por un mal reglaje de válvulas, obstrucción en el filtro de aire o defectos de carburación, se traducen en un bajo rendimiento del ciclo, que a veces llega a impedir el funcionamiento del motor.

Figura 39. Defectos de admisión



Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 27

3.10 Conclusiones

Sabemos que el motor se pone en movimiento gracias a que transforma la energía calorífica en energía mecánica por sus cuatro fases de funcionamiento que pueden ser representadas en un eje de coordenadas para obtener un diagrama cerrado en el cual indica el trabajo máximo desarrollado en la transformación de energía según el ciclo de Carnot que esta en función de sus características constructivas.

El diagrama teórico determina el comportamiento del motor para el trabajo máximo que desarrolla, teóricamente, es decir que el rendimiento térmico equivale al porcentaje de energía aprovechada o calor transformado en trabajo.

El diagrama real indica que el rendimiento obtenido en sus condiciones es muy pobre resultando un trabajo útil muy inferior al teórico.

Para hacer que el diagrama real se acerque lo máximo al teórico hay que actuar con las cotas de reglaje sobre la distribución adelantando y retrasando respectivamente la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape, además, de dar un adelanto al encendido, actuando en el distribuidor.

CAPITULO 4
REPARACION DEL MOTOR TOYOTA 2K

4.1 Introducción

Este capitulo trata, los métodos empleados para hacer las comprobaciones previas al desmontaje, pasos para desarmar el motor, medidas y comprobaciones de los elementos como; el bloque motor, los cilindros, los pistones, el cigüeñal. Además de los materiales empleados para la limpieza total del motor. También los pasos para el armado, la calibración, torques y comprobaciones durante el armado.

4.2 Comprobaciones previas al desmontaje

Se hacen todas las pruebas necesarias al motor montado en el vehiculo con el propósito de determinar si es necesario desmontarlo para su reparación.

4.2.1 Medición de presión de compresión y fugas de compresión.

Para poder hablar de cómo calcular la relación de compresión primero necesitamos hablar del desplazamiento y luego de la relación de compresión.

Se conoce como desplazamiento al volumen en pulgadas o centímetros cúbicos desplazados o barridos por todos los pistones en una revolución del cigüeñal .El desplazamiento esta relacionado directamente con el número de cilindros.

Para calcular esto se multiplica el desplazamiento de un cilindro por el número de cilindros para determinar el desplazamiento del motor.

Debido a que los cilindros son redondos el área interior del cilindro se calcula utilizando la ecuación del área del circulo π . r², donde r es el radio del círculo, es común reemplazar el diámetro interior dividido en dos y la ecuación es:

$$“Vu = \frac{\pi \cdot D^2}{4}” \ ^{16\ 8}$$

Desplazamiento es igual =.785 · Diámetro interior al cuadrado · Carrera · Número de cilindros. (Centímetros cúbicos, pulgadas cúbicas)

La relación de compresión esta relacionada con el volumen de la cámara de combustión o la cavidad que hay en la cabeza del cilindro. El volumen de la cámara de combustión sumado el desplazamiento de un cilindro, dará el volumen del pistón.

La relación de compresión es el volumen del cilindro cuando el pistón está en la parte inferior de la carrera con respecto al volumen del cilindro cuando el pistón esta en la parte superior de la carrera.

Relación de compresión = Desplazamiento más Volumen del cilindro en la parte inferior y esto dividido para el volumen del cilindro en la parte inferior.

$$“Rc = \frac{Vu + Vc}{Vc}” \ ^{17\ 9}$$

4.2.2 Pruebas de compresión

La falta de compresión en un motor hace que el motor tenga menos potencia y haya más consumo de combustible.

[8] Formula 16. Tecnología de la Automoción 2.2. Pág. 18.
[9] Formula 17. Tecnología de la Automoción. 2.2. Pág. 18.

Para medir la compresión se procede de la siguiente manera:
Se calienta el motor a temperatura de régimen
Se quitan todas las bujías
Se conecta el manómetro a una manguera de conexión hacia el orificio de las bujías

Hacer girar el motor de arranque hasta que la aguja del manómetro llegue a su máximo valor, dependiendo del estado del motor, verificar lo que marca el manómetro, en este caso fue de 125 kgf/cm^2 hacer este procedimiento con todos los cilindros. Luego comparar las presiones medida con las que se indican en el manual de servicio.

4.2.3 Interpretación de resultados

La compresión de todos los cilindros debe estar aproximadamente igual.
La variación no debe ser mayor a un 10 por ciento.
Si la compresión es muy baja se tiene que reacondicionar el motor.
Si la compresión en un cilindro es muy alta y en los demás es baja se tiene que reacondicionar el motor.
Se debe verificar los datos del fabricante respecto a mediciones con el nivel del mar.
También puede afectar a la medición, la velocidad con que se gire el motor ya que puede estar en mal estado el motor de arranque, o también la batería, y la hermeticidad del acople del orificio de alojamiento de la bujía.

4.2.4 Materiales usados para la limpieza

En la actualidad la mayoría de mecánicos optan por el lavado a chorro el cuál se lo proporciona en una lavadora y en otros casos en los cuales necesitamos lavar piezas específicas de los motores por ejemplo para sacar grasa se utiliza un desengrasante SS -25 el cual quita las impurezas de grasa o en otros casos un tipo de desengrasante industrial no toxico para lavar las partes internas del motor, en su mayoría utilizan los derivados del petróleo como son la gasolina, en otros casos también es empleado el lavado a vapor o aire inyectado a alta presión. Además de

los diferentes tipos de materiales como son lijas, franelas, waype, bandejas, brochas y herramientas desarmado en general.

4.3 Desmontaje de los elementos del motor.

Explicamos el desmontaje en pasos y por sistemas como una de las formas que se debe hacer:

4.3.1 Desconexión del sistema eléctrico.

Desconexión del negativo de la batería
Desconexión del positivo de la batería
Desajuste de tuerca que fija el cable del motor de arranque y desconexión
Desconexión del negativo de la bobina al platino
Desconexión del cable central de la bobina al distribuidor
Desconexión de los cables del distribuidor a las bujías
Desconexión del cable del sensor de temperatura
Desconexión del cable del sensor de presión de aceite.

4.3.2 Desconexión del sistema de refrigeración

Vaciado del refrigerante del radiador retirando el tapón de la parte inferior
Desconexión de mangueras del sistema de refrigeración aflojando las bridas
Desmontaje del radiador mediante el desajuste de 4 tornillos
Desmontaje de la bomba de agua

4.3.3 Desmontaje del sistema de alimentación

Desacople de la cañería desde el depósito hacia el carburador
Desmontaje del filtro de gasolina
Desmontaje de la bomba de combustible
Desmontaje del carburador

4.3.4 Desmontaje de los elementos móviles

Desmontaje de la banda
Desmontaje del ventilador

Desmontaje del alternador

Desmontaje del motor de arranque

Desmontaje del distribuidor

Desmontaje de la polea del cigüeñal

4.3.5 Desmontaje del sistema de lubricación

Vaciado del aceite del cárter

Desmontaje del filtro de aceite

Desmontaje de la base del filtro de aceite

Desmontaje del cárter

Desmontaje de la bomba y colador de aceite

4.3.6 Desmontaje de los elementos de protección

Desmontaje de la tapa de válvulas

Desmontaje de la tapa de distribución

4.3.7 Desmontaje de los elementos de la distribución

Desmontaje de las varillas de empuje

Desmontaje de la cadena de distribución

Desmontaje de la catalina del árbol de levas

Desmontaje de la catalina del Cigüeñal

4.3.8 Desmontaje de los elementos fijos

Desmontaje de los colectores de admisión y escape

Desmontaje de la culata del motor

4.3.9 Desmontaje de los elementos motrices

Desmontaje del volante de inercia

Desmontaje del árbol de levas

Desmontaje de la bancada del Cigüeñal

Desmontaje del conjunto pistón-biela

Desmontaje del cigüeñal

4.4 Medidas y comprobaciones

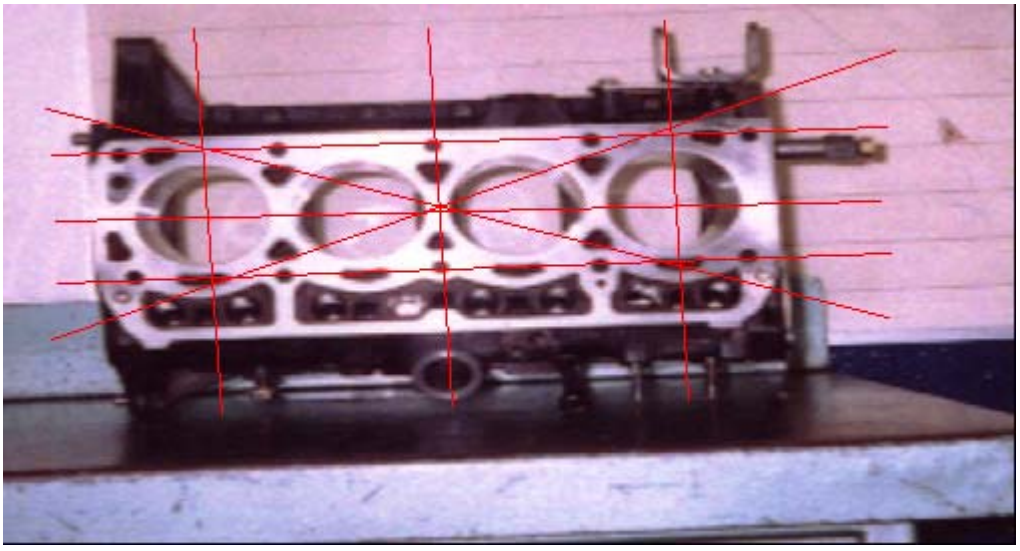
Aquí se trata los procedimientos referentes a medidas y comprobaciones de los elementos del motor mediante fotografías y todos los resultados se encuentran escrito en tablas.

4.4.9 Comprobaciones del bloque motor

Con una regla grande y exacta y una galga se verifica la superficie mecanizada del bloque de los cilindros .Esta superficie debe ser igual y lisa para hacer un cierre hermético para la compresión, el agua, y el aceite. Si estuviera alabeo se tendría que cepillar y en casos extremos cambiar el bloque.

Para la verificación de la superficie del bloque motor del TOYOTA 2K, hemos tomado 8 medidas (Fotografía 1).

Fotografía 1. Comprobaciones del Bloque Motor



Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

Verificación en sentido diagonal, obteniendo una holgura de 0.04 mm.
Comprobación en el otro sentido diagonal obteniendo una holgura de 0.05 mm.
Medición en dirección perpendicular (Eje X) a la del eje del cigüeñal (Eje Y) en la parte frontal del bloque, obteniendo como resultado, que no hay holgura.

Verificación en el mismo sentido (Eje X) a la del eje del cigüeñal (Eje Y) en la parte intermedia del bloque, teniendo como resultado 0 holgura.
Verificación en el mismo sentido (Eje X) a la del eje del cigüeñal (Eje Y) en la parte posterior del bloque, dando como resultado, que no existe holgura.
Comprobación en dirección paralela a la del eje del cigüeñal (Eje Y) en el lado izquierdo del bloque, resultando 0 holgura.
Verificación, en sentido paralelo al eje de cigüeñal, en la parte intermedia, dando como resultado 0 holgura.
Medición en el mismo sentido (Eje Y), en el lado derecho del bloque, dando como resultado 0 holgura.

4.4.10 Comprobación de los cilindros

Sabiendo que todos los cilindros no se desgastan igual, ya que los afectados son los interiores debido a su peor refrigeración, deberán comprobarse todos los cilindros uno por uno, midiendo en cada uno de ellos el ovalamiento y la conicidad. Esta operación se realiza con un comparador de reloj llamado ALEXÓMETRO (Ver fotografía 2 y 3).

Fotografía 2. Proceso de Medición.

Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

Fotografía 3. Obtención de la medida

Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

4.4.11 Medidas de conicidad y ovalización de los cilindros

En el cilindro se hace las siguientes medidas;

Medida del diámetro paralelo al eje del cigüeñal (Eje Y), en el extremo superior de la zona barrida por los segmentos.

Medida del diámetro paralelo al eje del cigüeñal (Eje Y), en la parte intermedia de la zona barrida por los segmentos.

Medida del mismo diámetro paralelo al eje del cigüeñal (Eje Y) en el extremo inferior de la zona barrida por los segmentos

Medición del diámetro perpendicular (Eje X), al del eje del cigüeñal (Eje Y) en el extremo superior de la zona barrida por los segmentos.

Medición del diámetro perpendicular (Eje X), a la del eje del cigüeñal en la parte intermedia de la zona barrida por los segmentos.

Medición del mismo diámetro perpendicular (Eje X) a la del eje del cigüeñal en el extremo inferior de la zona barrida por los segmentos.

Para conocer si existe o no ovalización en el extremo superior, en la parte intermedia y en el extremo inferior de cada cilindro se deben comparar las medidas 1 y 4; 2 y 5; 3 y 6, restando (X-Y), para obtener el resultado, como indica la tabla 2.

Tabla 2 Ovalizaciòn y Conicidad

Nro de Cilindro	Medida superior	Medida 1 eje x	Medida 2 eje x	Medida 3 eje x	Medida 1 eje y	Medida 2 eje y	Medida 3 eje y	Ovalaciòn x1 – y1	Ovalaciòn x2 – y2	Ovalaciòn x3 – y3	Desgaste en x Med. Sup. y1	Med.Sup. en y	Desgaste en y Med. Sup. y1
1	75.47	75.44	75.43	75.44	75.45	75.45	75.44	0.01	0.02	0	- 0.03	75.47	0.02
2	75.47	75.44	75.44	75.44	75.44	75.44	75.43	0.01	0	0.01	- 0.03	75.47	0.03
3	75.47	75.45	75.45	75.44	75.45	75.44	75.43	0.02	- 0.01	0.01	- 0.04	75.46	0.01
4	75.47	75.44	75.44	75.44	75.44	75.44	75.42	0.02	0	0.02	- 0.03	75.46	0.02

4.4.12 Conicidad de los cilindros

La conicidad se verifica por la diferencia de medida entre el diámetro superior e inferior del cilindro. Se toma la mayor desviación de la aguja como referencia para el posible mandrinado o rectificado del cilindro.

4.4.13 Desgaste tolerable de un cilindro.

La conificación y ovalización por el desgaste que puede tolerarse en un cilindro, sin rectificar o cambiar la camisa, depende del tipo de motor, del desgaste general del mismo y del trabajo que tenga que realizar. No puede darse regla general para todos los casos.

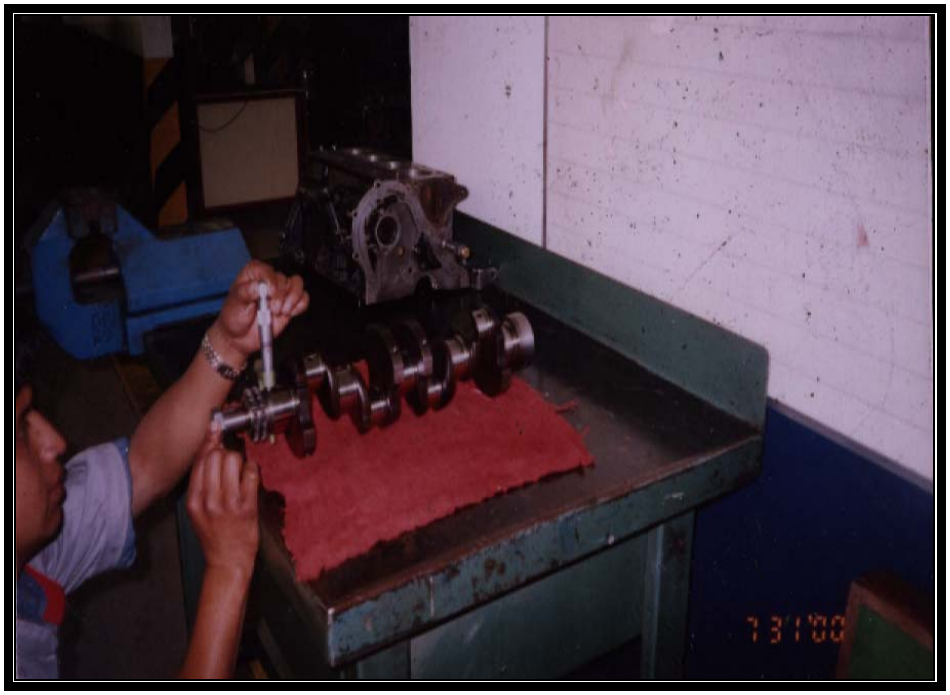
Sin embargo debería rectificarse o cambiar la camisa siempre que la conicidad u ovalización del cilindro fuera mayor de 0.127 mm. En todo caso se consultara las instrucciones del fabricante sobre el desgaste máximo tolerable.

4.4.14 Mediciones del cigüeñal

Procedemos a desmontar el cigüeñal

Con un micrómetro de 0 a 25 mm procedemos a medir el apoyo de bancada del cigüeñal, (Ver fotografía 4.) tomamos dos medidas por cada apoyo es decir 2 en x, y 2 en y, y se obtiene los resultados (ver tabla 3).

Fotografía 4. Medida de la Bancada del cigüeñal.



Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

Tabla 3 Medidas del Cigüeñal

Bancada 1 en mm.	Bancada 2 en mm.	Bancada 3 en mm.	Bancada 4 en mm.	Bancada 5 en mm.	Biela 1 mm.	Biela 2 mm.	Biela 3 mm.	Biela 4 mm.
X 48.47	48.97	48.96	48.96	48.96	40.99	40.98	40.97	40.97
X48.97	48.96	48.96	48.96	48.97				
Y48.97	48.97	48.97	48.96	48.96	40.91	40.97	40.97	40.97
Y48.97	48.97	48.97	48.97	48,97				

Luego medimos el apoyo de biela así tomaremos una medida en x y otra medida en y.

4.4.15 Verificación de la holgura del pistón

Verificamos el estado de los cilindros

Procedemos a desmontar los rines para poder ingresar el pistón al interior del cilindro y verificar la holgura existente entre pistón y cilindro, (ver fotografía. 5.)

La holgura no debe ser mayor a 0.15mm

La holgura que debe existir cuando el pistón este montado con sus respectivos rines debe oscilar de 0,05 a 0,010 mm.

También se debe observar si el pistón no se encuentra con rayaduras caso contrario se procede a lijar hasta que las rayaduras desaparezcan por completo y el pistón no entre con dificultad.

Fotografía 5. Medida de Holgura entre Pistón-Cilindro.

Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

4.4.8 Cilindros pistones y rines.

Una vez realizado las siguientes medidas:

Ovalizaciòn

Conicidad en X máxima

Conicidad en Y máxima

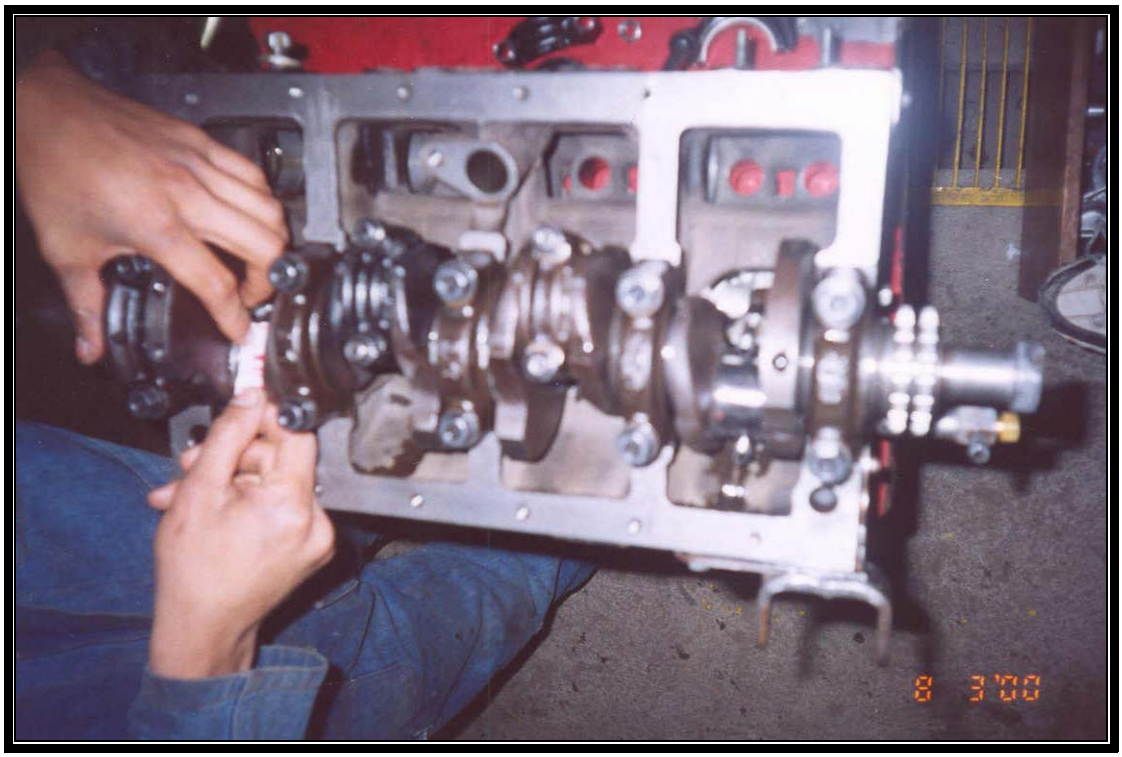
Si tenemos que estas medidas son mayores a 0.15mm, se debe rectificar. En el caso de este motor 2K, la rectificación esta realizada a 0.50mm, como se podrá comprobar en la tabla de medidas descrita anteriormente, por lo tanto se ha cambiado también pistones y segmentos.

4.4.9 Cigüeñal y cojinetes

Una vez medido el diámetro del muñón principal del árbol del cigüeñal, con un micrómetro tenemos como dato 48.97mm. El manual del fabricante nos da como dato 49.976, realizando la operación de diferencia de medidas tenemos que el cigüeñal esta rectificado a 1mm.

Medida la holgura de aceite del muñón principal con “Plastigage “, en su punto más alto nos da 0.51 (Ver fotografía 6.), por lo tanto tenemos que los cojinetes están cambiados a 0.50.

Fotografía 6. Medida de la Holgura de Lubricación



Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

4.4.10 Bomba de aceite.

Siempre que se realiza una reparación se debe verificar los siguientes pasos y en caso de no cumplir con las especificaciones se debe cambiar.

Realizar una inspección visual de desgaste y rayaduras

Verificar la holgura entre piezas que no debe ser mayor a 0.25mm

Realizar pruebas de funcionamiento

4.4.11 Bomba de agua.

Verificar existencias de fugas previas al desmontaje
Verificar que no exista corrosión en la turbina de impulsión
Verificar holgura axial y radial del eje.

4.4.12 Elementos de mando de la distribución.

Cambiar la rueda dentada del árbol del cigüeñal
Cambiar la rueda dentada del árbol de levas
Remplazar la cadena de distribución
Remplazar tensionador de la cadena.

4.4.13 Cojinetes del árbol de levas.

Visualizar que no exista rayaduras ni desgaste
Debemos comprobar que la holgura este comprendida entre 0.51 y 0.10mm

4.4.14 Preparación de los componentes.

Se debe dar una limpieza exhaustiva de las partes internas y externas del motor
Se debe dar un alisado de superficies con lija 600 o 1200 según el trabajo
Verificar holguras de acuerdo a los datos del fabricante.

4.5 Armado del motor.

Se debe aplicar el lubricante nuevo del motor a todas las superficies deslizantes y de rotación de las partes antes de montarlas.

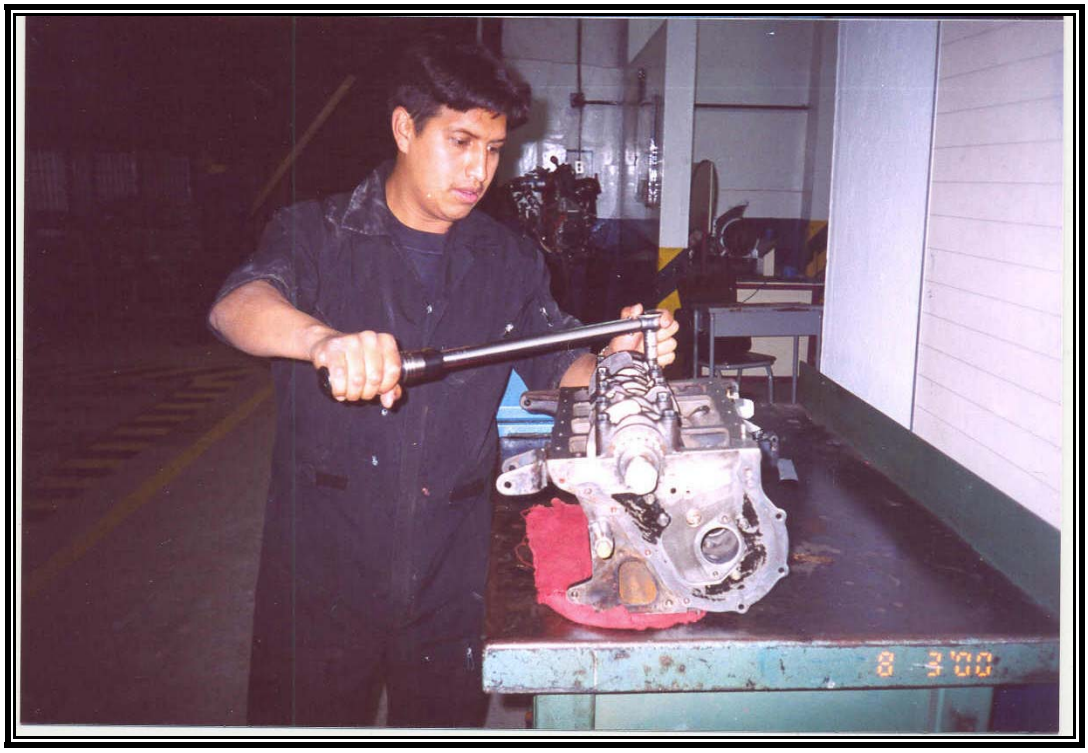
4.5.1 Montaje del cigüeñal y los cojinetes

Colocamos las arandelas de empuje con las ranuras hacia fuera
Colocamos las bancadas del cigüeñal en sus posiciones desde el 1 al 4 con la flecha hacia el frente del motor.

Apriete de los pernos de la bancada del cigüeñal en forma de espiral es decir de adentro hacia fuera, (como muestra la fotografía 7.) al par especificado por el fabricante para este motor; Par de Apretamiento

5,4 – 6.6 Kg.-m.
40 – 47 lb.-pie

Fotografía 7. Apriete de la Bancada del Cigüeñal.



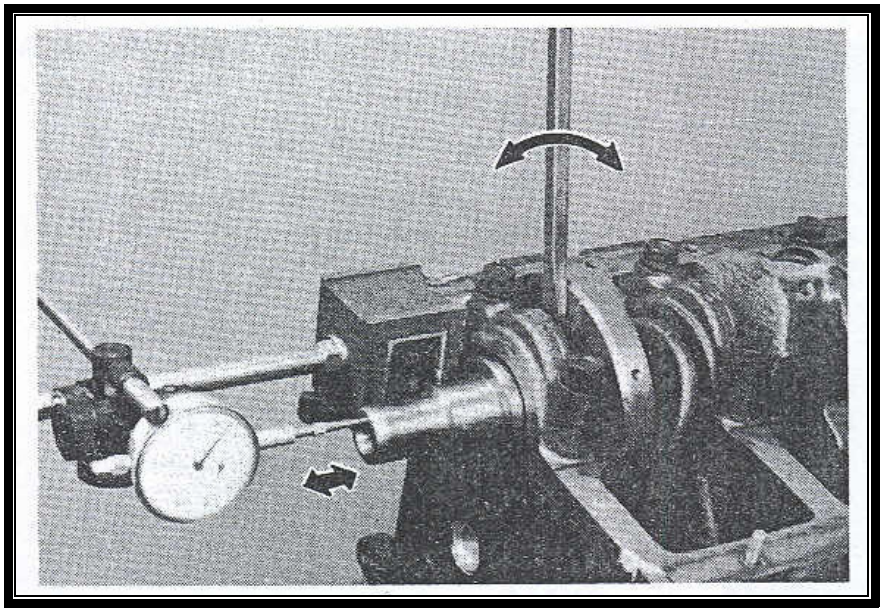
Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

Luego de haber dado el torque a los pernos de bancada, comprobamos
Su funcionamiento dando dos vueltas al árbol cigüeñal.
Después de haber montado el cigüeñal medimos la holgura de empuje, (holgura Axial), Ver figura 40.

Holgura Axial STD, 0.07- 0.14 mm. Limite; 0.3mm
0.003 - 0.006PLG.

Como medida nosotros obtuvimos. 0.12 mm.

Figura 40. Holgura Axial del Cigüeñal.

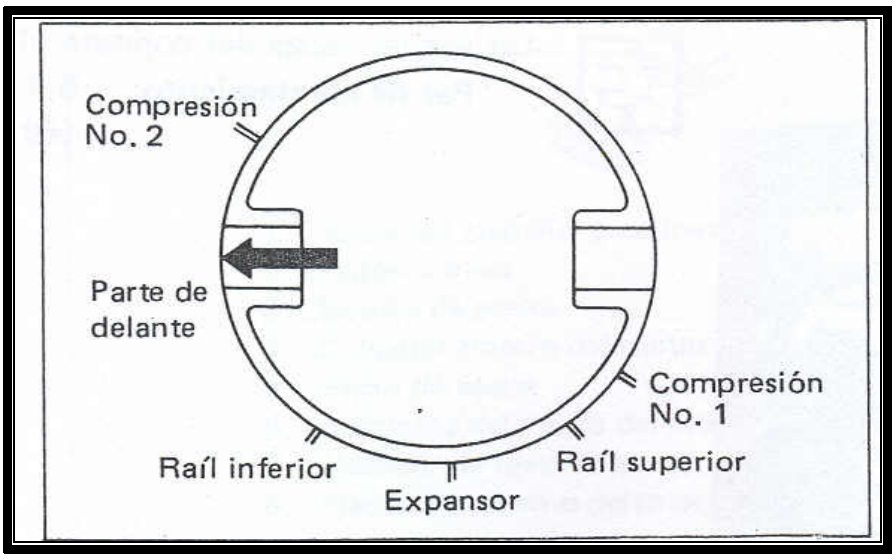


Fuente: Tecnología de la automoción. 2.2. Pág. 131

4.5.2 Montaje de los pistones.

Colocamos las separaciones del extremo de los segmentos del pistón en las direcciones mostradas en la figura 41.

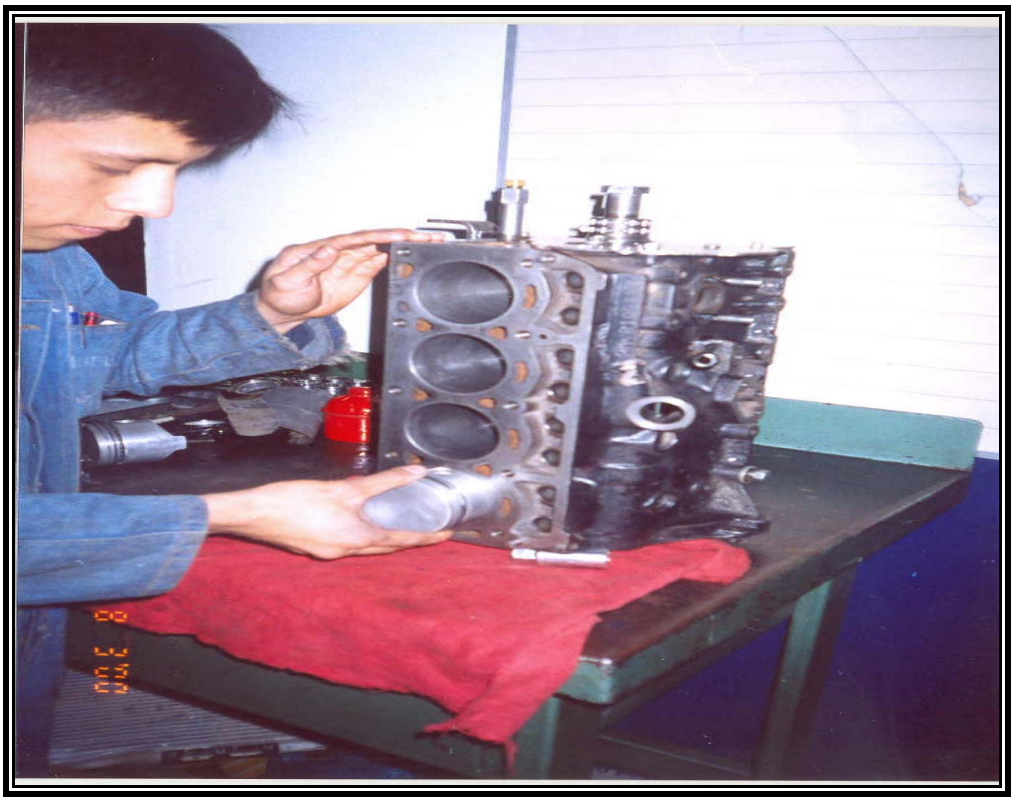
Figura 41. Posición de los Segmentos



Fuente: Manual de reparaciones del Motor Toyota 2k

Montaje del conjunto pistón-biela en el orden correcto con la muesca del pistón y la marca hacia el frente del motor. Ver fotografía 8.

Fotografía 8. Montaje del Conjunto Biela-Pistón.



Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

Insertamos el pistón en el cilindro, mientras que se comprime los segmentos del pistón con un compresor de segmentos.

Alineando las marcas de acoplamiento, procedemos a montar la tapa de la biela.

Apriete de la tapa de la biela al par especificado por el fabricante;

4.05-5.2 Kg.m

29-37 Lb.-pie.

Comprobamos la rotación del árbol del cigüeñal después de haber apretado cada una de las tapas de los cojinetes.

Montaje de la bomba de aceite

Montaje del filtro de aceite

Montaje del medidor del nivel de aceite

Montaje de la placa soporte del extremo delantero

Montaje del alternador y soporte

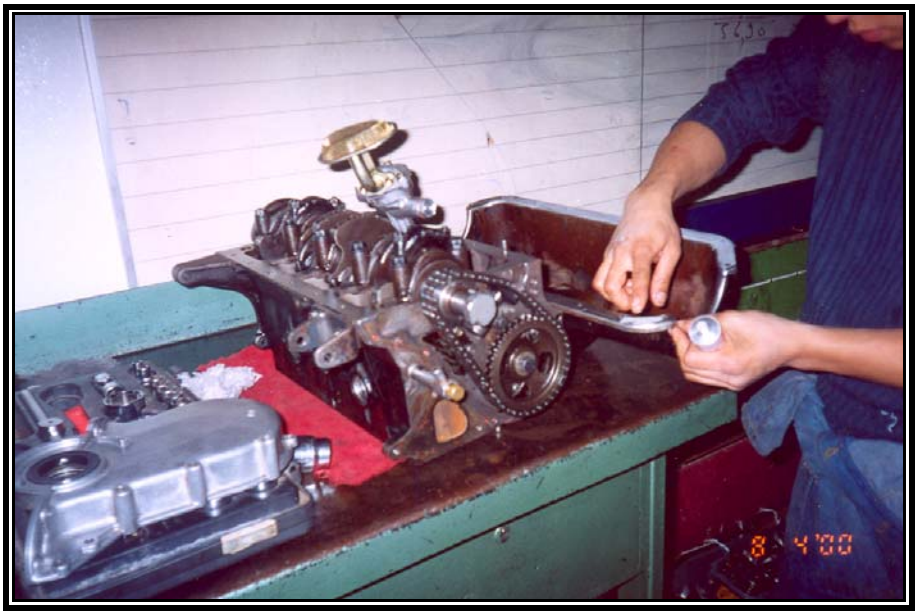
Montaje de la junta hermética de aceite trasera

Montaje de la placa del extremo trasero

Montaje del cárter, aplicando sellador liquido al bloque de cilindros y toda la superficie donde se asienta el cárter, (ver fotografía 9.), dando un par de apretamiento a los pernos de; 0.3-0.4 Kgm

2 – 3 Lb.-pie.

Fotografía 9. Montaje del Carter.



Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

Montaje del volante motor y apriete de los pernos ver fotografía 10, al par especificado por el Fabricante; 5.4-6.6 Kgm

40-47Lb-pie

Fotografía 10 Montaje del Volante Motor.

Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

Montaje del árbol de levas con cuidado de no dañar los cojinetes del mismo ver Fotografía 11

Fotografía 11. Montaje del Árbol de levas

Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

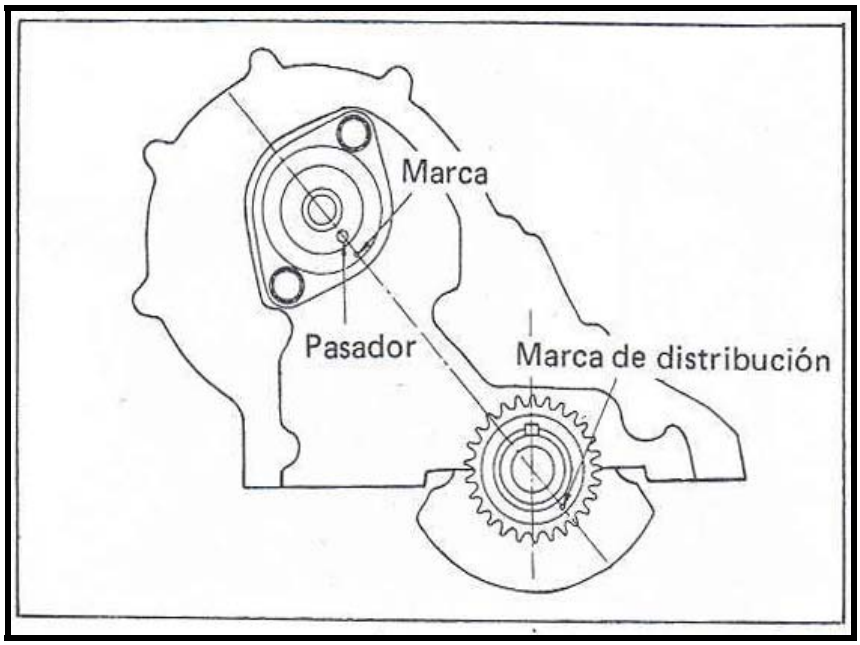
Montaje de la rueda dentada del árbol del cigüeñal

Montaje de la rueda dentada del árbol de levas dando un apriete al perno de sujeción al par especificado; 5.4-6.6 Kgm

40-47 Lb.-pie.

Para colocar la cadena de distribución ponemos a punto, haciendo coincidir las señales en línea recta, ver figura 42.

Figura 42. Puesta a Punto para el Montaje de la Cadena.



Fuente: Manual de reparaciones del Motor Toyota 2k

Montaje del tensionador de la cadena

Montaje de la tapa de distribución

Colocamos la polea del árbol del cigüeñal dando el apriete al perno del reten; par de apretamiento, 4.5-6.5Kgm

33-47 Lb.-pie

Colocamos la banda en “V” y el ventilador

Montaje del levanta válvulas

Colocamos la bomba de combustible

Para el montaje del distribuidor realizamos los siguientes pasos:

Pistón en el PMS, terminando la fase de compresión (polea en 0 Grados)

Colocar el distribuidor considerando que el rotor apunte al Terminal de alta tensión correspondiente a la bujía # 1

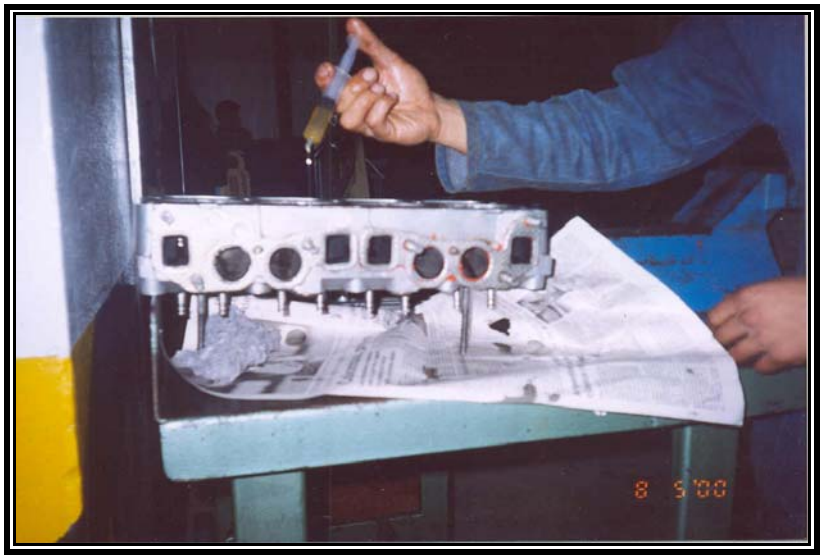
4.5.3 Montaje del cabezote y sus elementos

Instalamos el asiento del resorte y la junta hermética de aceite y luego el resorte de las válvulas

Luego de poner el resorte de las válvulas instalamos los seguros y los retenes del resorte

Colocamos el cabezote como muestra la fotografía 12, con la cámara de combustión hacia el lado de arriba y con una jeringa colocamos aceite para medir el volumen dando como resultado 25 cm^3.

Fotografía 12. Medida del Volumen de la Cámara.



Fuente: Durante la práctica de reparación del motor.

Limpiamos la superficie superior del bloque de los cilindros antes de instalar la junta del cabezote

Colocamos la junta de la culata del cilindro en el bloque de cilindros, alineando los orificios de agua y aceite

Colocamos la culata y los pernos, dando el apriete al toque especificado, en tres etapas; 5.4-6.6 Kgm, en forma de espiral es decir de adentro hacia fuera

40-47 Lb.-pie

Par de apretamiento a 25 Lb.-pie

Par de apretamiento a 35 Lb.-pie

Par de apretamiento a 47 Lb.-pie

Apriete de los pernos de apoyo del balancín de la válvula poco a poco en tres etapas comenzando desde:

Par de apretamiento a 5 Lb.-pie

Par de apretamiento a 10 Lb.-pie

Par de apretamiento a 17 Lb.- pie

Damos el par de apretamiento hasta llegar al especificado por el fabricante que es de; 1.8 – 2.

14 – 17 Lb.-pie

4.5.4 Calibración de válvulas

Colocamos el pistón en el PMS/compresión en el cilindro # 1, asegurándonos que el cilindro #4 este en traslapo solapo.

Calibramos la holgura de las válvulas en frío:

ADMISION; 0.13 mm.
0.005 PLG

ESCAPE ; 0.23 mm.
0.009 PLG

Para calibrar las válvulas de los demás cilindros realizamos los mismos pasos de acuerdo al orden de encendido y orden de trabajo con la misma holgura descrita anteriormente.

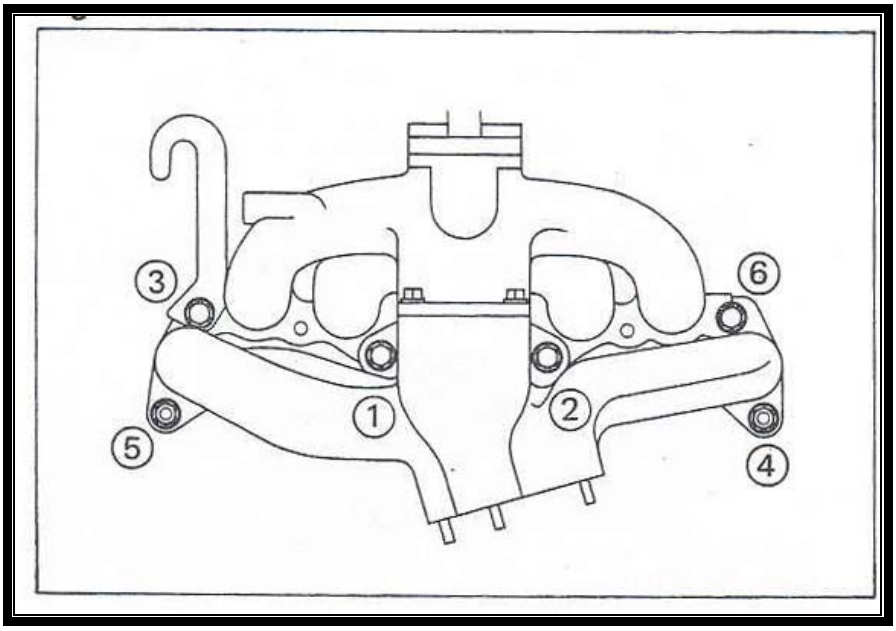
Montaje de las bujías en el cabezote dando el par de apretamiento especificado de 1.5 a 2.1Kg

11-15 Lb.-pie

Montaje de los colectores de admisión y escape colocando los pernos y tuercas en el orden numérico especificado en la Figura 43. Dando un par de apretamiento especificado de 2.0 – 3.0 Kgm

15 – 21 Lb.-pie

Figura 43. Orden de Apriete de los pernos de los Colectores.



Fuente: Manual de reparaciones del Motor Toyota 2k

Montaje del carburador y de la tubería de unión desde la bomba
Montaje del cable de acelerador hacia el carburador.

4.5.5 Conclusión

Con el objeto de reparar un motor, de una manera técnica hemos empezado con las comprobaciones previas al desmontaje en donde se mide la presión de compresión y se compara con el manual del fabricante y ver hasta que condiciones permite que funcione este motor, adicionalmente revisar si existe o no fugas de compresión, ya que estas contribuyen al diagnóstico para ver si amerita o no la reparación.

Una vez comprobado y para realizar su reacondicionamiento se procede al desmontaje de los elementos externos como: sistema eléctrico, sistema de alimentación de combustible, sistema de refrigeración, luego los elementos móviles externos como motor de arranque, alternador poleas y bandas, y aflojar sus bases que la fijan en el chasis.

Ya desmontado el motor se lleva hacia la mesa de trabajo en donde procedemos al desarmado de los elementos internos motrices, se hace las medidas y comprobaciones ya que estas permiten ver el estado de las piezas entonces comparamos con las medidas tolerables que da el fabricante para saber cuales se deben sustituir y cuales se deben rectificar y conque medidas.

Realizado las sustituciones y rectificaciones y la respectiva limpieza del motor además de su lubricación se procede al armado de los ¾ del motor sobre la mesa de trabajo y al ajuste especificado por el fabricante y ala comprobación de su giro libre.

Al realizar su montaje en el vehículo y terminar su armado se pone a punto y se hace funcionar y se procede a la afinación del motor, también, las pruebas al vehículo como; la potencia del motor (1000cc) y la presión de los cilindros ($125 kgf / cm^2$ y esto debe estar dentro de lo limites que determina el fabricante.

CONCLUSIONES

Se construyo el medidor analógico de combustible, al acoplar en el tablero de instrumentos y al hacerlo funcionar, se noto las ventajas de este medidor al emitir luz de diferentes colores de acuerdo al nivel de combustible, luz roja cuando el nivel es mínimo y verde cuando el depósito esta lleno, con respecto a otros que vienen normalmente en donde la pluma se desliza sobre un fondo de color oscuro, color del tablero.

Los indicadores electrónicos normales puestos en el tablero de control como; indicador de presión de aceite, indicador de temperatura del refrigerante e indicador de control de carga trabajaron dentro de sus parámetros, lo que significa que el motor esta en perfectas condiciones de funcionamiento.

Comprender la transformación de energía calorífica a mecánica, sus cuatro fases de funcionamiento, los diagramas teórico, real, y real corregido, también, las cotas de reglaje sobre la distribución, los cálculos para un menor consumo y obtener una mayor potencia, contribuyen a aprovechar el mayor rendimiento del motor.

Al reparar un motor de una forma técnica y hacer sus comprobaciones para su funcionamiento tenemos como ventajas, reactivar la potencia del motor, menor consumo de combustible, menor contaminación del ambiente, ahorro económico.

BIBLIOGRAFIA.

ALONSO. José. "Técnicas del Automóvil". 9ª Edición. Madrid – España. Ed. Paraninfo S.A. 2002.

CASTRO. Vicente. "Electricidad del automóvil". Encendido y accesorios. 1ra Edición. Barcelona – España. v. CEAC. 1988. 564 p. Ilus. Es.

DIEULEVEULT, F. DE. "Electrónica aplicada a las altas frecuencias". 1 Edición. Madrid - España. Ediciones Paraninfo. 2000. 479 p. Ilus. Láminas, graf. Es.

GIL. Antonio. **"**Electrónica general: dispositivos básicos y analógicos". v. 2. McGraw-Hill. Madrid. 1992. 300 p. Es.

JACOB. Michael. "Applications and Design with analog integrated circuits". 2da Edición.

MILLMAN. Jacob. **"**Microelectrónica: circuitos y sistemas analógicos y digitales" Hispano Europea. Barcelona. 1986. 965 p. Es.

SANZ. Ángel. "Tecnología de la Automoción 2.2" Ediciones Don Bosco. Barcelona España 1981.

TOYOTA. Motor. Sales. "Manual de Reparaciones". Departamento Técnico de Exportaciones. Tokio Japón.

VELASCO. Joaquín. ORIOL. Miguel. OTERO. José. **"**Sistemas electrotécnicos de potencia". 1ra Edición. Madrid - España 1998. 143 p.

WEBSTER. John G. "Amplifiers and Signal Processing". (capítulo 3)".

SIMBOLOS Y DENOMINACIONES EMPLEADAS

NPN; El material "N" de la izquierda recibe el nombre de emisor, el material "P" del centro es la base, y el material "N" de la derecha se llama colector.

PNP; El material "P" de la izquierda recibe el nombre de emisor, el material "N" del centro es la base, y el material "P" de la derecha se llama colector.

Ie; Corriente de emisor.

Ic; Corriente de colector.

Ib; Corriente de base.

β **;** Factor de ganancia de corriente continúa.

Vce; Voltaje colector – emisor.

Vbe; Voltaje base – emisor.

Rc; Resistencia del colector.

Vbat; Voltaje de batería.

(Ic máx.): Corriente de colector máxima en régimen continuo.

Pmáx; Potencia máxima.

(C.C); Corriente continúa.

VIN+; Voltaje de entrada no inversor.

VIN-; Voltaje de entrada inversor.

(Zin); Impedancia.

(DC); Corriente Directa.

(Vos); Voltaje

VDD; Voltaje de alimentacion

VSS; Voltaje de señal de tierra

Swing; Variación de voltaje

Vout; Voltaje de salida.

I out (t); Corriente de salida en terminal.

Slew rate; Velocidad con que varia el voltaje de salida

Zout; Impedancia de salida.

Open loop gain; Ganancia de lazo abierto.

Band width= Ancho de banda

G; Ganancia del operacional.

Offset; Desplazamiento

Opamp= Amplificador operacional.

VBIAS= Voltaje de vias